UNIVERZITET SINGIDUNUM

Milan Milosavljević
Mladen Veinović
Gojko Grubor

INFORMATIKA

INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

Beograd, 2017.

UNIVERZITET SINGIDUNUM

Milan Milosavljević
Mladen Veinović
Gojko Grubor

INFORMATIKA

Jedanaesto izdanje

Beograd, 2017.

INFORMATIKA

Autori:
dr Milan Milosavljević
dr Mladen Veinović
dr Gojko Grubor

Recenzent:
dr Branko Kovačević

Izdavač:
UNIVERZITET SINGIDUNUM
Beograd, Danijelova 32

Za izdavača:
dr Milovan Stanišić

Priprema za štampu:
Jelena Petrović

Dizajn korica:
Aleksandar Mihjalović

Godina izdanja:
2017.

Tiraž:
1100 primeraka

Štampa:
Mobid, Loznica

ISBN: 978-86-7912-542-2

Copyright:
© 2017. Univerzitet Singidunum
Izdavač zadržava sva prava.
Reprodukcija pojedinih delova ili celine ove publikacije nije dozvoljeno.

PREDGOVOR

Informatika je danas zastupljena u svim obrazovnim i naučnim poljima i stoga ne čudi da predstavlja obavezan predmet na gotovo svim visokoškolskim ustanovama. Duboka ukorenjenost informatike u praksi nameće zahtev da se kroz obrazovni sistem stiču ne samo teorijska znanja već i konkretne informatičke tehnike i veštine. Kako se u našem okruženju dešavaju neprestane promene i kako se brzo menja informatička tehnologija ona predstavlja i nezaobilaznu oblast u domenu permanentnog obrazovanja, na kome se danas posebno insistira.

Ovaj udžbenik namenjen je studentima Univerziteta Singidunum za pripremu teorijskog dela ispita iz grupe informatičkih predmeta: Informatika, Informatika za inženjere i Poslovna informatika. Pored svoje osnovne namene udžbenik može biti od koristi i studentima drugih fakulteta, a može da bude i dobar informatički podsetnik zaposlenima koji su upućeni na korišćenje informatičkih tehnologija. Udžbenik je rezultat višegodišnjeg rada na realizaciji nastave iz predmeta Poslovna informatika na Univerzitetu Singidunum i predstavlja sistematičan pristup u izučavanju informacionih tehnologija i njene primene u savremenim poslovnim sistemima.

Razvoj računara je brzo evoluirao od jednostavnih kalkulatora do moćnih računara različitih performansi i namena. Ovo je istovremeno dovelo do pada cena računarske tehnologije uz istovremeno povećanje brzine rada, memorijskih resursa, komunikacionih sposobnosti i pouzdanosti. Koliko je bilo teško pionirima računarstva predvideti tehnološki razvoj računara, toliko je teško danas predvideti uticaj računara na razvoj ljudske zajednice u celini. Prosečan korisnik računara danas treba da razume osnovne koncepte, poznaje mogućnosti primene i da razume implikacije korišćenja računara na pojedince, poslovne sisteme i društvo u celini. Profesionalci u ovoj oblasti treba da na najbolji način iskoriste sve prednosti informatičkih tehnologija koje se neprestano i ubrzano razvijaju. Razumevanje i brzo korišćenje novih tehnologija, pre svega Interneta i njegovih servisa, moguće je zato što se većina ključnih koncepata računarstva ne menja sa razvojem računara. Izbor materijala uključenog u ovaj udžbenik je diktiran upravo ovladavanjem osnovnim računarskim konceptima za koje se autori nadaju da su solidna baza i za praktično ovladavanje informatičkim veštinama.

Udžbenik je podeljen u jedanaest poglavlja. Poglavlja prate logičan redosled: od hardvera i periferija, preko softvera do kompleksnijih informatičkih sistema zasnovanih na umreženim računarima, bazama podataka i Internetu. Detaljno su obrađeni multimedijalni računarski podaci koji su po pravilu iz našeg okruženja, a odnose se na govor, audio i video signale. Posebna pažnja je posvećena pitanjima bezbednosti i rizicima upotrebe savremenih informacionih tehnologija. Poslednja dva poglavlja se odnose na primenu navedenih tehnologija u poslovnim informacionim sistemima i elektronskom poslovanju. Udžbenik je pisan kao celina, ali se pojedina poglavlja mogu nezavisno proučavati.

Udžbenik predstavlja prvo izdanje i sve primedbe i sugestije čitalaca su dobro došle.

Beograd, 2009. godine Autori

UNIVERZITET PRIVATNI AKREDITOVANI UNIVERZITET SINGIDUNUM

SADRŽAJ

Predgovor III

1. RAZVOJ RAČUNARA 1
1.1. UVOD 3
1.2. ISTORIJA RANOG RAZVOJA RAČUNARSKIH ALATA I MAŠINA 3
1.3. RAZVOJ MAŠINA ZA OBRADU INFORMACIJA 9
1.3.1. Razvoj prvih realnih računara 9
1.3.2. Evolucija digitalnih računarskih sistema 14
1.3.2.1. Računari prve generacije 14
1.3.2.2. Računari druge generacije 15
1.3.2.3. Računari treće generacije 16
1.3.2.4. Računari četvrte generacije 17
1.3.2.5. Računari pete generacije 19
1.3.2.6. Računari šeste generacije 20
1.4. SAVREMENI RAČUNARSKI SISTEMI 21
1.5. RAZVOJ PROGRAMA 22
1.6. TIPOVI SAVREMENIH RAČUNARA 25
1.6.1. Super računari 25
1.6.2. Mainframe računari 26
1.6.3. Serveri 27
1.6.4. Radne stanice 28
1.6.5. Personalni računari (PC) 28
1.6.5.1. Klase personalnih računara 29
1.6.6. Ugradivi računari 31
1.7. UMREŽAVANJE RAČUNARA I INTERNET REVOLUCIA 32
1.7.1. Internet revolucija 33
1.8. RAČUNARI U SVAKODNEVNOM ŽIVOTU 34
1.9. ZAKLJUČAK 37
1.10. KLJUČNE REČI 38
Pitanja za ponavljanje 40

2. HARDVER RAČUNARA 41
2.1. UVOD 43
2.2. OSNOVNE FUNKCIJE RAČUNARA 43
2.3. BINARNI BROJNI SISTEM 45
2.4. HARDVERSKE KOMPUNENTE CPU RAČUNARSKOG SISTEMA 50
2.4.1. Kućište računara 51

2.4.2. Matična ploča 52
2.4.3. Centralna procesorska jedinica 53
2.4.4. Brzina rada računara 57
2.5. RAČUNARSKE MEMORIJE 60
2.5.1. Registri 60
2.5.2. Keš memorije 62
2.5.3. Primarna memorija 62
2.5.4. Sekundarne memorije 64
2.5.5. Ostale memorije računara 64
2.6. OSTALE HARDVERSKE KOMPONENTE CPU RAČUNARA 65
2.7. ZAKLJUČAK 70
2.8. KLJUČNI TERMINI 71
Pitanja za ponavljanje 72

3. PERIFERIJSKI UREĐAJI RAČUNARSKOG SISTEMA 73
3.1. UVOD 75
3.2. ULAZNI UREĐAJI 75
3.3. DIGITALIZACIJA I SKENERI 80
3.4. IZLAZNI UREĐAJI RAČUNARSKOG SISTEMA 83
3.5. AUDIO ULAZ/IZLAZ RAČUNARA 92
3.6. KONTROLA DRUGIH UREĐAJA 92
3.7. ULAZNO/IZLAZNI UREĐAJI ZA SKLADIŠTENJE PODATAKA 93
3.8. OPTIČKI DISKOVI 97
3.8.1. DVD optički diskovi 100
3.9. PERSONALNI RAČUNAR - PORTOVI I SLOTOVI 102
3.10. ERGONOMIJA I ZDRAVLJE 106
3.11. PERSPEKTIVE RAZVOJA RAČUNARSKIH SISTEMA 107
3.12. ZAKLJUČAK 107
3.13. KLJUČNI TERMINI 108
Pitanja za ponavljanje 109

4. SOFTVER 111
4.1. UVOD 113
4.2. HARDVER, SOFTVER I RAČUNARSKI PROGRAMI 114
4.2.1. Izvršavanje programa 116
4.3. SISTEMSKI SOFTVER 119
4.3.1. Operativni sistemi 120
4.3.2. Jezik računara i kompajler 128
4.3.3. Uslužni programi i drajver uređaja 129
4.4. APLIKATIVNI SOFTVER 129
4.4.1. Integrisani aplikativni programski paketi 130

4.4.2. Set aplikativnih programa 131
4.5. računarske platforme 132
4.6. ZAKLJUČAK 138
4.7. KLJUČNI TERMINI 139
Pitanja za ponavljanje 141

5. MULTIMEDIJA 143
5.1. UVOD 145
5.2. KARAKTERISTIKE MULTIMEDIJE 145
5.2.1. Tekst kao multimedijalni sadržaj 146
5.3. RAČUNARSKA GRAFIKA 148
5.3.1. Dvodimenzionalna računarska grafika 150
5.3.2. Vektorska grafika (VG) 152
5.4. TRODIMENZIONALNA RAČUNARSKA GRAFIKA 154
5.4.1. Programi za 3-D modelovanje 155
5.5. PREZENTACIONA GRAFIKA 156
5.6. DINAMIČKI ASPEKT MULTIMEDIJALNIH SADRŽAJA 158
5.6.1. Digitalna video produkcija 159
5.7. RAČUNARI I AUDIO SINTETIČKA MUZIKA 161
5.7.1. Sintisajzeri, sempleri i sekvenceri 163
5.7.2. Hipertekst i hipermedija 166
5.7.3. Interaktivna multimedija 167
5.8. ZAKLJUČAK 171
5.9. KLJUČNI TERMINI 172
Pitanja za ponavljanje 174

6. BAZE PODATAKA 175
6.1. UVOD 177
6.2. OSNOVNI KONCEPT I DEFINICIJE 178
6.2.1. Podatak 178
6.2.2. Informacija 179
6.2.3. Metapodaci - podaci o podacima (metadata) 181
6.2.4. Sistemi za upravljanje bazama podataka 181
6.3. KLASIČAN SISTEM ZASNOVAN NA DATOTEKAMA 182
6.3.1. Nedostaci sistema zasnovanog na datotekama 184
6.4. PRISTUP ZASNOVAN NA BAZAMA PODATAKA 185
6.5. PRIMENE BP 186
6.5.1. Lične baze podataka 186
6.5.2. Baze podataka za radne grupe 187
6.5.3. Baze podataka odeljenja 187
6.5.4. Baze podtaka organizacija 188

6.5.5. Internet, intranet i ekstranet aze podataka 188
6.6. TIPIČNO OKRUŽENJE BAZE PODATAKA 189
6.7. ISTORIJA RAZVOJA BAZE PODATAKA 191
6.8. MODELOVANJE 193
6.8.1. Razvoj konceptualnih modela 194
6.8.2. Entiteti 195
6.8.3. Veze između entiteta 196
6.8.4. Troslojna arhitektura baza podatka 197
6.9. MODELI BAZA PODATKA 198
6.9.1. Hijerarhijski model 198
6.9.2. Mrežni model 199
6.9.3. Relacioni model 200
6.10. TRANSAKCIJE 204
6.10.1. Osobine transakcija 204
6.10.2. COMMIT i ROLLBACK 205
6.11. OPORAVAK BAZE PODATAKA 206
6.12. ZAKLJUČAK 207
6.13. KLJUČNI TERMINI 208
Pitanja za ponavljanje 209

7. RAČUNARSKE MREŽE 211
7.1. UVOD 213
7.2. KOMUNIKACIONI SISTEMI 214
7.3. VRSTE PRENOSA PODATAKA 215
7.3.1. Prenos podataka sa komunikacijom veza (circuit switched) 215
7.3.2. Prenos podataka sa komunikacijom paketa (packett switched) 216
7.4. RAZLOZI ZA UMREŽAVANJE 216
7.5. VRSTE RAČUNARSKIH MREŽA PREMA PROSTORU KOJI OBUHVATAJU 218
7.5.1. Lokalna računarska mreža (LAN) 218
7.5.2. Regionalna računarska mreža (WAN) 219
7.6. PRISTUP UMREŽAVANJU 219
7.6.1. Mreže ravnopravnih računara 219
7.6.2. Serverske mreže 220
7.7. STANDARDNE TOPOLOGIJE 222
7.8. PASIVNA MREŽNA OPREMA 223
7.8.1. Koaksijalni kabl 224
7.8.2. Kabl sa upredenim paricama 225
7.8.3. Optički kablovi 226
7.8.4. Strukturno kabliranje 227
7.9. AKTIVNA MREŽNA OPREMA 227

7.9.1. Ripiter (Repeater) 227
7.9.2. Hab (Hub) 228
7.9.3. Mrežni most (Bridge) 228
7.9.4. Svič - skretnica (Switch) 228
7.9.5. Ruter - usmerivač (Router) 229
7.9.6. Mrežni prolaz (Gateway) 230
7.9.7. Bezbedonosna barijera (Firewall) 231
7.9.8. Mrežna kartica 231
7.9.9. Modem 232
7.10. ETHERNET 232
7.11. BEŽIČNA MREŽNA KOMUNIKACIJA 233
7.11.1. Komponente WLAN-a 234
7.11.2. Princip rada WLAN-a 235
7.11.3. Bluetouth 236
7.12. ISDN (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK) 236
7.13. ADSL 237
7.14. PROTOKOLI 238
7.14.1. OSI model 239
7.14.2. Internet model (TCP/IP) 241
7.15. ZAKLJUČAK 242
7.16. KLJUČNI TERMINI 244
Pitanja za ponavljanje 246

8. INTERNET 247
8.1. UVOD 249
8.2. RAZVOJ INTERNETA 249
8.3. TCP/IP SKUP PROTOKOLA 250
8.4. IP ADRESA 251
8.5. POVEZIVANJE NA INTRENET 253
8.6. SISTEM IMENA DOMENA 254
8.7. PROBLEMI I OGRANIČENJA TCP/IP SKUPA PROTOKOLA 257
8.8. INTERNET SERVISI 259
8.8.1. Elektronska pošta 259
8.8.2. Telnet servis 260
8.8.3. Protokol za prenos podataka 261
8.8.4. Diskusione grupe 261
8.8.5. Servis za trenutnu razmenu poruka 262
8.8.6. Internet telefonija 262
8.8.7. Video konferencija 262
8.9. WORLD WIDE WEB 263
8.9.1. HTTP - Protokol za slanje hiperteksta 264

8.9.2. HTML - jezik za označavanje hiperteksta 265
8.9.3. Web čitač 265
8.10. WEB PRETRAŽIVAČ 267
8.11. UPRAVLJANJE INTERNETOM 267
8.12. INTRANET I EKSTRANET 268
8.13. ZAKLJUČAK 269
8.14. KLJUČNI TERMINI 270
Pitanja za ponavljanje 272

9. BEZBEDNOST I RIZICI 273
9.1. UVOD 275
9.2. RAČUNARSKI KRIMINAL 275
9.2.1. Krađa preko računara 276
9.2.2. Softverska piraterija i zakoni o intelektualnoj svojini 277
9.2.3. Intelektualna svojina i pravo 278
9.3. ZLONAMERNI SOFTVER 279
9.3.1. Virusi 280
9.3.2. Trojanski konji 281
9.3.3. Crvi 282
9.3.4. Antivirusna zaštita 282
9.4. HAKERISANJE I ELEKTRONSKI UPADI 284
9.5. BEZBEDNOST - SMANJENJE RIZIKA 284
9.5.1. Ograničenja fizičkog pristupa 285
9.5.2. Lozinke 285
9.5.3. Mrežne barijere 286
9.5.4. Kriptografske tehnike - šifrovanje/dešifrovanje 287
9.5.5. Bekapi i druge bezbedonosne mere 288
9.6. BEZBEDNOST, PRIVATNOST, SLOBODA I ETIKA 289
9.7. SOFTVERSKE GREŠKE 290
9.8. VOJNE PRIMENE 291
9.3. ZAKLJUČAK 292
9.10. KLJUČNI TERMINI 293
Pitanja za ponavljanje 295

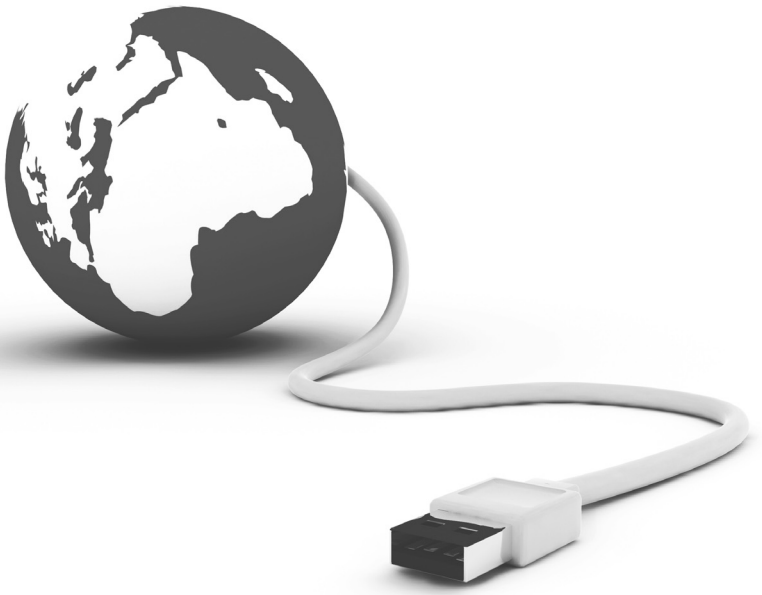
10. INFORMACIONO KOMUNIKACIONI SISTEMI 297
10.1. UVOD 299
10.2. KRATAK PREGLED EVOLUCIJE TEHNOLOGIJA ZA RAD 299
10.3. POSLOVNE ORGANIZACIJE KAO SISTEMI 302
10.3.1. Lanac vrednosti organizacije 302
10.3.2. Organizacija kao poslovni sistem 303

10.4. INFORMACIONO KOMUNIKACIONI SISTEMI 304
10.4.1. Informaciono komunikacione tehnologije u poslovnim sistemima 305
10.4.2. Poslovni IKT sistemi za obradu transakcija 306
10.4.3. Informacioni sistem za planiranje resursa 307
10.4.4. Automatizovani infomracioni sistemi za dizajn i proizvodnju 308
10.4.5. Interoranizacijski informacioni sistem 309
10.4.6. Internacionalni informacioni sistem 309
10.5. INFORMACIONE TEHNOLOGIJE I UPRAVLJANJE POSLOVNIM SISTEMOM 310
10.5.1. Funkcije i uloge menadžera 310
10.5.2. Informacioni sistem za upravljanje 312
10.5.3. Izvršni informacioni sistemi 315
10.5.4. Perspektivni informacioni sistemi 316
10.5.5. Strateški informacioni sistemi 317
10.6. PLANIRANJE RAZVOJA INFORMACIONIH SISTEMA 318
10.7. LIČNA I DRUŠTVENA ODGOVORNOST U INFORMACIONOM DOBU 319
10.8. ZAKLJUČAK 320
10.9. KLJUČNI TERMINI 321
Pitanja za ponavljanje 322

11. ELEKTRONSKO POSLOVANJE 323
11.1. UVOD 325
11.2. RAZVOJ ELEKTRONSKOG POSLOVANJA I ELEKTRONSKE TRGOVINE 325
11.3. TEHNOLOŠKA INFRASTRUKTURA E-TRGOVINE 330
11.3.1. Uticaj Interneta na razvoj e-trgovine 331
11.3.2. Neki tehnički zahtevi za e-trgovinu 333
11.4. SERVIS I I MODELI E-TRGOVINE 337
11.4.1. Faze razvoja e-trgovine 340
11.4.2. Poslovni modeli e-trgovine 343
11.4.3. Primarni poslovni modeli i modeli prihoda e-trgovine 348
11.4.4. Etički aspekt e-trgovine 351
11.5. ZAKLJUČAK 352
11.6. KLJUČNI TERMINI 353
Pitanja za ponavljanje 354

LITERATURA 355

1. RAZVOJ RAČUNARA



Kroz razumevanje kratke istorija i trendova razvoja savremenih računara, fundamentalnih razlika između računara i drugih vrsta mašina, odnosa između hardvera i softvera, osnovnih klasa savremenih računara i njihove upotrebe i kako Internet i informacione tehnologije utiču na primenu računara, studenti će naučiti šta je računar, šta sve može da uradi i kako utiče na socijalni i etički aspekt savremenog društva.

1.1. UVOD

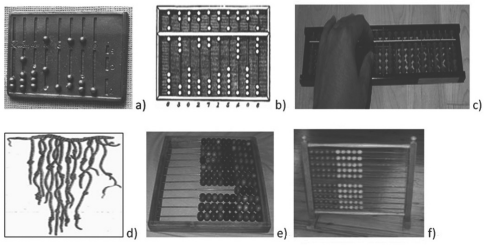
Među značajnijim pronalascima 20. veka svakako su mobilna telefonija, Internet, svetska mreža (WWW[1]) i video konferencije. Ove tehnologije su izmenile procese razvoja drugih proizvoda i način rada savremenog čoveka. Tokom vremena razvijan je širok spektar alata i tehnika od mehaničkih alata za računanje – *Abacusa,* preko mehaničkih i elektro-mehaničkih kalkulatora do prvih elektronskih i savremenih mikroprocesorskih digitalnih računara.

Na evoluciju savremenog računara presudno su uticale revolucionarne tehnološke promene – od telegrafskog releja, preko elektronske cevi i tranzistora do otkrića integrisanih kola i savremenih mikroprocesorskih čipova velikog stepena integracije (VLSI) koji su omogućili proizvodnju moćnih računara različitih veličina i performansi, vrlo fleksibilnih za raznovrsne primene kreiranja, skladištenja, obrade i distribucije podataka i informacija. Osnovni cilj razvoja i primene savremenih sistema informaciono komunikacionih tehnologija (IKT)[2] u poslovnim sistemima je unaprediti poslovne procese i što efikasnije i prikladnije odgovoriti na zahteve potrošača, klijenata, partnera.

Masovna primena IS u životu i radu savremenog čoveka ostavlja duboke etičke i druge posledice na pojedinca i društvo u celini.

1.2. ISTORIJA RANOG RAZVOJA RAČUNSKIH ALATA I MAŠINA

Abacus je najstariji (4.000 godina p.n.e u Vavilonu) mehanički alat za računanje, a koristili su ga azijski narodi za aritmetičke operacije. Etimološki reč *abacus* datira iz 1.387, a znači računanje na *peščanoj* podlozi, (lat. *abakos*, hebrejski *ābāq* - pesak). Različite varijante *abacusa* (Slika 1.1) korišćene su u: Mezopotamiji (2700-2300 BC), starom Egiptu, Perziji, Grčkoj, Rimu (a), Kini (b), Indiji, Japanu (c), Koreji, Americi (*Inca Guipu-(d)*), Rusiji (e), a koristi se i danas (f).



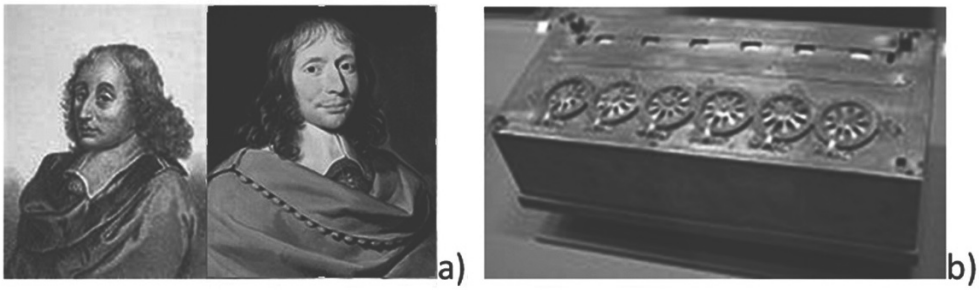
Slika 1.1 Različiti tipovi *abacus*

1 *World wide web* – sistem međusobno povezanih hipertekst dokumenata (HTTP) dostupnih preko Interneta

2 Standardni naziv ***IKT (****ICT****) sistem*** se često zamenjuje sa ***IS -informacioni sistem***

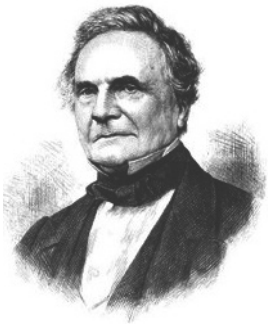
Prvi originali izrađivani su od glinenih, ili kamenih pločica koje su pomerane u pesku, na drvenoj kamenoj, ili metalnoj tabli. Danas se *abacus* dizajnira u drvenom okviru sa po 10 kuglica nanizanih na 10 redova paralelno postavljenih žica (Slika 1.1f), a koriste ga trgovci u Kini, Japanu, Africi, Indiji itd.

Blaise Pascal (1623-1662), (Slika 1.2a), francuski matematičar, fizičar i religijski filozof, (1642) je konstruisao mehanički kalkulator, koji radi sa osmocifrenim brojevima. Primarno izvanredan matematičar, Paskal se posebno zalagao u odbrani naučnog metoda. U 18-oj godini života konstruisao mehanički kalkulator nazvan *Paskalin* (Slika 1.2b), koji je mogao sabirati i oduzimati. Iako pretača računarskog inženjerstva, kalkulator je imao je slab komercijalni uspeh, pre svega zbog veoma visoke cene. Usavršavajući uređaj Paskal je ukupno razvio 15 različitih varijanti mehaničkih kalkulatora.



Slika 1.2 *Blaise Paskal* (a) i njegov mehanički kalkulator (b)

Charles Babbage (1791-1871, *Teignmouth*, *Devonshire*, *UK*), britanski matematičar i pronalazač, (Slika 1.3a), kojeg sa pravom smatraju *ocem računara*, dao je fundamentalno rešenje osnova savremenih digitalnih računara. Kao profesor matematike na Univerzitetu u Kembridžu, dizajnirao je i izgradio mehaničke računarske mašine na principima prihvaćenim u modernim elektronskim računarima.



Slika 1.3a *Charles Babbage*

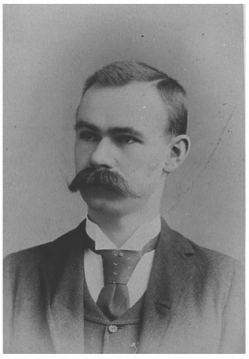
U toku 1820-ih počeo je razvoj Diferencne mašine (*Difference Engine*) - mehaničkog uređaja koji može izvršavati jednostavne matematičke operacije, ali je nije završio (1823), zbog nedostatka finansijskih sredstava. Međutim, 1991 godine britanski naučnici su rekonstruisali Diferencnu mašinu, sledeći *Babbage*-ove detaljne crteže i specifikacije. Mašina je radila bez zastoja, automatski računajući isključivo sabiranje brojeva sa tačnošću do 31 cifre, što je dokazalo kvalitet *Babbage*-ovog dizajna. Početkom 1830-e *Babbage* je počeo razvoj svoje Analitičke mašine (*Analitical Engine*), koja je dizajnirana da izvršava mnogo kompleksnije proračune. Ovaj uređaj je bio namenjen za izvođenje bilo kog računa sa tačnošću do 20 cifara, ali ga pronalazač

nikada nije izgradio. Mašina predstavlja prvi pokušaj izrade digitalnih računara, a programirala se pomoću bušenih kartica. Knjiga *Economy of Machines and Manufactures*, koju je *Babbage* objavio 1832. inicirala je razvoj nauke, danas poznate kao operaciona istraživanja.

Slika 1.3b Ledi *Lovelace*

Augusta Ada King (1815-1852), *Ledi Lovelace,* ćerka Lorda Bajrona, interpretator i promoter *Babbage*-ovih vizionarskih radova (1823.), poznata je pre svega po opisu njegove *Analitičke mašine*, (Slika 1.3b). Danas se smatra "prvim programerom", pošto je napisala program, tj. manipulaciju simbola prema pravilima, za mašinu koja nije bila izgrađena. Prognozirala je širu primenu računara od samog računanja, na šta su se usmeravali svi njeni savremenici, uključujući i samog *Babbage*-a. Za 9 meseci u periodu od 1842-1843, prevela je memoare italijanskog matematičara *Luigi Menabrea* o *Analitičkoj mašini*, ali je dodala skup primedbi koje su duže od samog prevoda, uključujući *Sekciju G* koja kompletno i detaljno opisuje računanje *Bernulijevih* brojeva sa *Analitičkom mašinom*. Istoričari razvoja računarstva smatraju ovaj opis *prvim računarskim programom* na svetu. Pristup Ledi Lovelace takođe otkriva neke mogućnosti analitičke mašine koje ni sam autor nije predviđao. U čast Ledi Lovelece nazvan je kompjuterski jezik *Ada*, kreiran u Ministarstvu odbrane SAD, 1980. Takođe, vojni MIL-STD-1815 je dobio broj po godini njenog rođenja, a hologramski znak *Microsoft* autentičnih proizvoda sadrži njenu sliku.

Herman Hollerith (1860-1929), nemačko-američki statističar (Slika 1.4), razvio je sistem kodovanja podataka na bušenim karticama i mehanički tabulator na bazi bušenih kartica, da bi brže izvlačio statističke podatke iz miliona sirovih podataka. Patent je korišćen u SAD 1890. godine za popis stanovništva, a program se svodio na prebrojavanje, čime su izbegnute greške čitanja, a obezbeđena je praktično neograničena memorija za pristup. Po nagovoru *John Shaw Billings*-a razvio je mehanizam za pravljenje električnog trigera (okidača) - brojača za snimanje informacija. Koristio je ključnu ideju da se podaci mogu numerički kodirati. Zapazio je da, ako se brojevi mogu izbušiti na specificiranim lokacijama na kartici, u poznatim redovima i kolonama, kartice se mogu mehanički računati i sortirati.

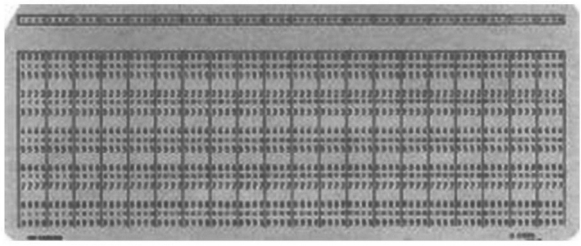


Slika 1.4 *Herman Hollerith*

Hollerith je osnovao statistički biro, *Tabulating Machine Company* (1896) i proizvodio prvi mehanizme za čitanje bušenih kartica i mašine za bušenje kartica upravljane sa tastaturom, koji su omogućavali veštom operateru bušenje 200-300 kartica

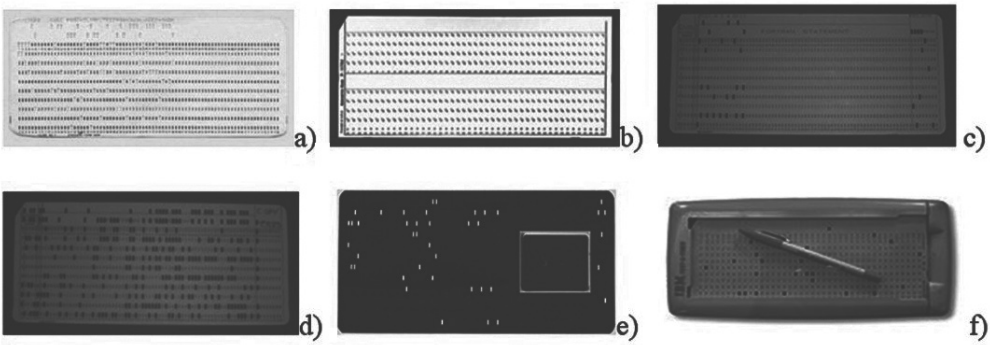
po satu. Ove uređaje i bušene kartice koristili su statistički biroi širom sveta. Prvi popis stanovništva (1880.) u SAD radio je 8 godina, a 1890. samo jednu godinu. Razvio je ožičeni panel za tip tabulatora iz 1906, koji je omogućavao izvršavanje različitih poslova bez reinženjeringa mašine, što je prvi korak prema programiranju. Ovi pronalasci su bili temelj savremene industrije procesiranja informacija.

Njegova prva kompanija, sa tri druge kompanije je preteča IBM-a (1924). U IBM-u je razvijen (1906) prvi tabulator sa automatskim unosom podataka, koji je izbacivao 150 kartica/minuti. U narednim godinama IBM je razvijao seriju mašina tipa IBM: 301 (1928), 401 (1933), 405 (1934), 497 (1949). IBM (*Hollerith*) kartice su komad čvrstog papira, koji sadrži digitalne informacije predstavljene prisustvom ili odsustvom rupica u predefinisanim lokacijama, (Slika 1.5). Korišćene su u 19. i početkom 20. veka u tekstilnoj industriji i drugim industrijskim granama, a tokom 20.veka za unos, procesiranje i skladištenje podataka. Prvi savremeni računari koristili su bušene kartice za *offline* unos programa i podataka.



Slika 1.5 Tipična prazna bušena kartica

Tokom vremena su razvijeni različiti formati bušenih kartica, pokriveni brojnim standardima (Slika 1.6): standardna 5081 (nije IBM-ova) kartica (a), *Hollerith* format, *Remington-Rand* UNIVAC 90-karakterni format (b), IBM 80-kolonski format na bazi programskog jezika *Fortran* (c), binarna bušena kartica (d), IBM elektrografička kartica, aperturna kartica (e), IBM 51-kolonski format, IBM ručno bušena prenosna kartica (f), IBM 96-kolonski format i drugi.



Slika 1.6 Različiti formati bušenih kartica

Alan Turing (1912-1954), otac savremene računarske nauke (Slika 1.7), definisao je prvi principe modernih računara. Formulisao je formalni koncept algoritma i računarstva sa *Turingovom mašinom*. Sa *Turingovim testom*, napravio je značajan i karakteristično provokativan doprinos razvoju debate o veštačkoj inteligenciji: *da li će ikada biti moguće izmisliti mašinu koja je svesna i može misliti*. Tokom 1948. prelazi na Mančesterski univerzitet, gde počinje razvoj *MARC I*, među prvim istinskim računarima u svetu. Tokom II svetskog rata radi u *Bletchley Park*-u, britanskom centru za razbijanje šifara, a jedno vreme je bio rukovodilac *Hut8* sekcije za kriptoanalizu Nemačke mornaričke šifre. Tokom 1942. je razvio tehniku *Turingismus* ili *Turingery* za razbijanje nove Nemačke tzv. *Lorenzove* šifre, uključujući metod *bombe* (Slika7a), elektromehaničke mašine koja je otkrila algoritam nemačkog šifarskog uređaja *Enigma* (Slika 7b). *Bomba* je pretraživala korektnost podešavanja *Enigme* (redosleda i podešavanje rotora itd.), koristeći pri tome fragmente otvorenog teksta.

Slika 1.7 *Alan Turing*

a)

b)

Slika 1.7 *Turing*-*Welchman*-ova bomba (a) i šifarski uređaj *Enigma* (b)

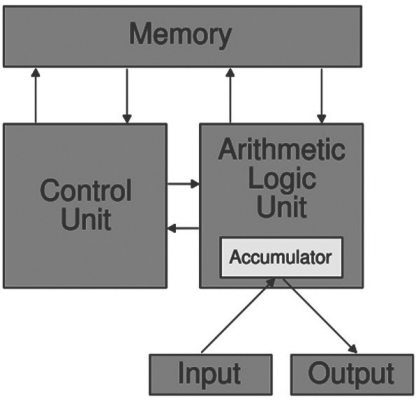
Po oceni kriptoanalitičara i saradnika *Jack Good*-a, njegov najveći doprinos je upravo dizajn *bombe*, gde je iskoristio ideju da se može efektivno koristiti logički teorem iz koga se sve može izvući dedukcijom. Takođe je uveo svoj tim kod *Max Newman*-a za razvoj računara *Kolos*, prvog programabilnog elektronskog računara u svetu, čija je brzina omogućavala primenu kriptoanalitičkog metoda *brutalne sile* za proboj dnevno izmenjivanih šifara. Od 1945-47 Turing radi u *National Physical Laboratory*, gde dizajnira *Automatsku računarsku mašinu* (ACE). U radu 1946. predstavlja prvi kompletan dizajn računara sa uskladištenim programom u V. Britaniji. Programom je nazvao niz naredbi zapisan u memoriji sa nizom simbola. Izradio je i softver za prvi realni računar *Manchester Mark* I.

Turing je identifikovao problem veštačke inteligencije i predložio eksperiment danas poznat kao *Turingov test*, kao pokušaj definisanja standardne mašine nazvane "*sentien*". Ideja se zasnivala na tome da se za računar smatra da "misli" ako može prevariti ispitivača da pomisli da računar vodi konverzaciju sa čovekom.

Slika 1.8 *John von Neumann*

John von Neumann (1903-1957), rođen kao *Neumann János Lajos,* mađarsko-američki matematičar, (Slika 1.8), dao je veliki doprinos u brojnim oblastima nauke: teoriji skupova, funkcionalnoj analizi, kvantnoj mehanici, teoriji igara, računarskoj nauci, numeričkoj analizi i drugim oblastima matematike.

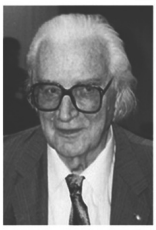
Generalno se smatra jednim od najuspešnijih matematičara 20. veka. Bio je pionir primene teorije operatora u kvantnoj mehanici, ključna figura u razvoju teorije igara, koncepta celularnih automata i univerzalnih konstruktora. Između 1926-30 radi kao docent na Berlinskom Univerzitetu, a 1930 emigrira u SAD, gde radi kao profesor matematike na Institutu naprednih studija, Prinstonskog Univerziteta od njegovog formiranja 1933 do kraja života.



Slika 1.9 *John von Neumann*-ova arhitektura računara

Radeći na hidrogenskoj bombi, razvio je simulaciju na digitalnim računarima za hidrodinamičke proračune. Pošto je korišćenje liste potpuno *slučajnih* brojeva u ENIAC mašini bilo suviše sporo, *Von Neumann* je razvio način generisanja *pseudoslučajnih brojeva*, korišćenjem metoda među-kvadrata (*middle-square method*). U nekompletnom radu *First Draft of a Report on the EDVAC,* kao konsultant na projektu EDVAC, opisao je arhitekturu računara, gde su podaci i programi uskladišteni na jedan memorijski prostor, (Slika 1.9).

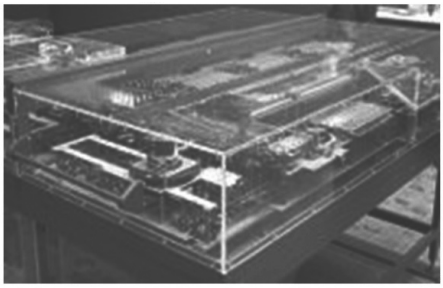
Razvio je koncept računara opšte namene sa mogućnošću modifikovanja programa. Jednomemorijska arhitektura računara postala je standard, nasuprot *Hardvarskoj arhitekturi* računara gde su podaci i programi skladišteni na različitim memorijskim prostorima. Gotovo svi savremeni desktop kućni računari, mikroračunari, mini računari, *mainframe* računari koriste arhitekturu jedinstvene memorije.



Slika 1.10 *Konrad Zuse*

Konrad Zuse (1010-1995), nemački inženjer i pionir računarstva, kao prvi pokušaj izrade računara, konstruisao je uređaj Z1–binarni, elektromehanički kalkulator sa ograničenim programiranjem i instrukcijama na bušenoj traci. Uređaj nije radio dobro zbog nedovoljno precizno

izrađenih mehaničkih delova. Tokom II Svetskog rata (1940), izradio je Z2 računar na bazi telefonskih releja, a godinu dana kasnije, na bazi rashodovanih telefonskih releja konstruiše Z3, 64-bitni, programabilni kalkulator sa memorijskom i aritmetičkom jedinicom, (Slika 1.10).


b).

a).

Slika 1.10 *Z*adnja strana Z1 računara (b) i reprodukcija Z1 (c)

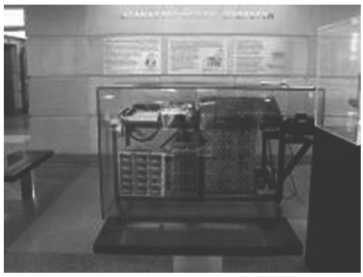
Njegov svetski najveći uspeh bio je konstrukcija funkcionalnog, prvog, programom kontrolisanog, kompletiranog *Turing*-ovog računara – Z3 (1941), gde se program skladištio na izbušenoj traci. Dizajnirao je prvi programski jezik na visokom nivou, *Plankalkül*, (1948), što je samo teoretski doprinos, pošto nije implementiran u toku njegovog života. Osnovao je prvu kompaniju za proizvodnju računara 1946, a prvi proizvod je bio računar Z4, drugi u svetu komercijalni računar, iznajmljen kompaniji *ETH* u Cirihu 1950. Kasnih 60-tih *Zuse* sugeriše koncept *računarskog prostora*, ili računarstva baziranog na univerzumu.

1.3. RAZVOJ MAŠINA ZA OBRADU INFORMACIJA

1.3.1. Razvoj prvih realnih računara

Iako je Ledi *Lovelace* predvidela da će *analitička mašina* jednog dana komponovati muziku, naučnici i inženjeri su dizajnirali i izgradili prvi računar koji stvarno radi i izvršava ponovljive matematičke računske operacije, čitav vek kasnije. Na ovom razvojnom putu značajni su primeri nekoliko tipova računarskih mašina.

Konrad Zuse je kompletirao prvi programabilni digitalni računar opšte namene (1939). Mašina je izrađena na bazi električnih releja za stvaranje binarnih stanja (imanema električnog impulsa) i automatizaciju procesa inženjerskih proračuna.



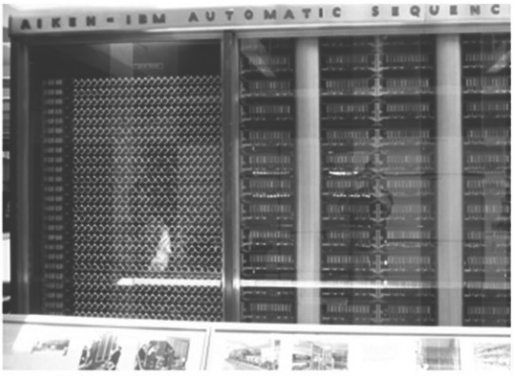
Slika 1.11 Kopija ABC računara u *Durham* Centru *Iova* Državnog Univerziteta

Profesor John Atenassof, sa *Iova* Državnog Univerziteta (SAD), razvija elektronski digitalni računar ABC (*Atanasoff-Berry Computer*), u nastojanju da reši duge i složene diferencijalne jednačine, (Slika 1.11). Univerzitet i IBM su zanemarili ovaj pronalazak („*IBM nikada neće biti zainteresovan za elektronske računske mašine*“).

Alan Turing i tajni tim matematičara i inženjera Britanske vlade u isto vreme, pred II svetski rat, rade na razbijanju nacističke vojne (*Lorencove*) šifre. Tim je kompletirao računar (1943), po nekim istoričarima prvi elektronski digitalni računar specijalne namene. Ovaj računarski sistem je uspešno razbio *Lorencovu* šifru i omogućio prisluškivanje nemačkih vojnih tajnih poruka do kraja rata.

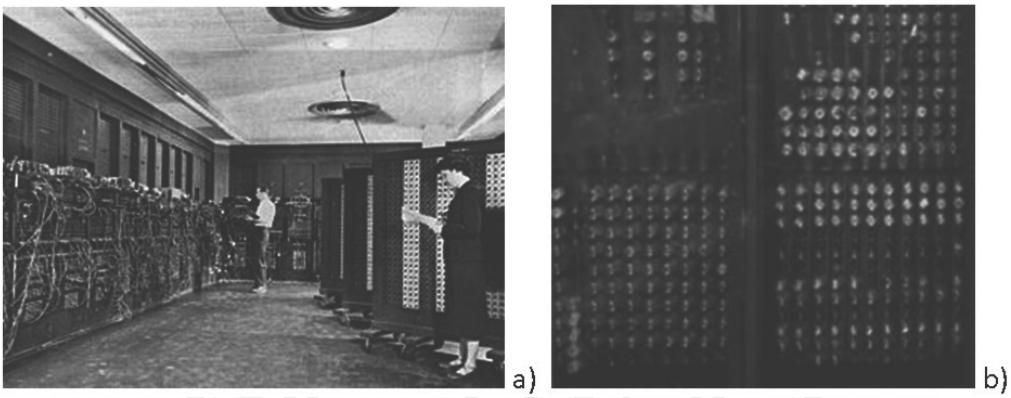
Howard Hathaway Aiken (1900-1973), profesor sa Harvarda (Slika 1.12), bio je pionir računarstva i prvi inženjer u razvoju IBM Harvard MARK I računara (Slika 1.12a). Konstruisao je elektromehanički računarski uređaj - ASCC (*Automatic Sequence Controlled Calculator*), za numeričko rešavanje diferencijalnih jednačina. Ovaj uređaj je kasnije nazvan Harvard MARK I i smatra se prvim elektro-mehaničkim računarom opšte namene, sa kompletiranim Turingovim konceptom računara. Inspirisan Diferencnom mašinom, a uz pomoć *Grace Hopper*-a i donacije IBM-a od $1 milion, kompletirao je računar MARK I 1944. Nastavio je razvoj računara MARK II, zatim MARK III sa nekim elektronskim komponentama i MARK IV koji je bio prvi potpuno elektronski računar sa oko 18000 elektronskih cevi, magnetnom disk memorijom i memorijom od magnetnih jezgara.

Slika 1.12 *Howard Aiken*



Slika 1.12a Leva strana MARK I računara

John Mauchly i *J. Presper Eckert* na Universitetu Pensilvania, SAD, konstruišu *ENIAC* (***E**lectronic **N**umerical **I**ntegrator **A**nd **C**omputer*) u toku II Svetskog rata, (Slika 1.13). *ENIAC* je prvi elektronski, digitalni, kompletirani *Turing*-ov računar opšte namene, velike brzine i sa mogućnošću reprogramiranja i rešavanja brojnih računskih problema: Specifično je namenjen za računanje tabela trajektorija za nove topove armije SAD, (1943). Računar je posle nadgradnje memorije 1946, radio neprekidno od 1947 do 1955.



Slika 1.13 ENIAC računar (a) i pogled na vakumske cevi (b)

ENIAC je sadržavao 17.468 vakumskih cevi, 7.200 kristalnih dioda, 1.500 releja, 70.000 otpornika, 10.000 kondenzatora i oko 5 miliona ručno lemljenih spojeva. Težio je 27 tona, sa dimenzijama (2,6x0,9x26)m, zauzimao prostor od 63m^2 i imao potrošnju od 160kW. Ulazni podaci su unošeni preko IBM čitača kartica, a na izlazu je korišćen IBM bušač kartica. Za skladištenje podataka korišćen je kružni brojač sa 10 položaja; za svaki bit je korišćeno 36 cevi, od kojih 10 dualnih trioda za pravljenje flip-flopova kružnog brojača. Aritmetika se izvršavala brojanjem impulsa sa kružnim brojačem i generisanjem nosećih impulsa ako se brojač blokira; 20 desetocifarnih akumulatora je moglo izvršavati 5.000 operacija sabiranja ili oduzimanja u sekundi. Mašina je mogla računati 500 puta brže od postojećih elektro-mehaničkih kalkulatora, približno brzini savremenih džepnih kalkulatora (100.000 izračunavanja u sekundi). Pouzdanost računara bila je niska, zbog otkaza nekoliko cevi dnevno, uglavnom u prelaznom periodu zagrevanja ili hlađenja uređaja. Najduži period rada bez otkaza trajao je oko 5 dana. ENIAC je bio jedinstveno rešenje i nije repliciran zbog niza nedostataka, koje dizajn nije uključivao, npr., nije mogao skladištiti program. Ovo rešenje je ponudio *John von Neumann*, u *First Draft of a Report on the EDVAC kao* konsultant u izradi naslednika ENIC računara – EDVAC.

Slika 1.14 UNIVAC 1108

EDVAC računar je imao veću primarnu i sekundarnu memoriju od prethodnih rešenja; koristio je binarni brojni sistem i serijsku aritmetičko-logičku jedinicu (ALU). Posle II Svetskog rata počeo je razvoj *UNIVAC I* (***UNI**versal **A**utomatic **C**omputer*) mašine – prvog komercijalnog računara opšte namene. UNIVAC, linija *mainframe* računara krenula je proizvodnjom UNIVAC I mašine 1951 godine. Izgradili su ga konstruktori ENIAC i EDVAC računara. Primarno je namenjen za statistički biro SAD, koji je investirao razvoj i proizvodnju, a korišćen je za obradu podataka sa predsedničkih izbora u SAD, 1952. Glavna memorija se sastojala od rezervoara tečne žive koji je implementirao linijske memorije sa kašnjenjem (*delay line memory)*, aranžirane u 1000 binarnih reči, svaka od po 12 alfanumeričkih karaktera. UNIVAC I je neprekidno poboljšavan i razvijena je serija ovih mašina: UNIVAC II (1958) i UNIVAC III (1962), poslednja od serije originalne mašine. Zatim je razvijena serija UNIVAC 110x računara sa vakumskim cevima. Sa UNIVAC 1100/2200 serijom računara počinje proizvodnje 36-bitnih tranzistorskih računara (*Sperry Rand Ltd,* 1962), čiji je naslednik (1964) UNIVAC 1108, (Slika 1.14).

Ovo je prva multiprocesorska mašina, sa mogućnošću proširivanja do tri CPU i do dve ulazno/izlazne kontrolne jedinice (IOC). Računar je imao glavnu memoriju sa 8 portova za 262.144 binarne reči; razdvojene instrukcije za svaki CPU i po jednu magistralu za svaki IOC. Neki modeli 1108 serije su omogućavali korišćenje ASCII karaktera. Razvijene su serije UNIVAC 1100/10 do 1100/90 koja je uvedena 1982, kao i drugi modeli ovog računara. UNIVAC 1107 računar radio je sa *batch*-orijentisanim operativnim sistemom EXEC II, tipičnim za rane 1960-te godine. Računar UNIVAC 1107 bila je prva 36-bitna mašina, orijentisana na procesiranje binarnih reči i sa arhitekturom bliskom onoj serije računara "1100." Radio je sa OS *EXEC II* , drugom generacijom OS orijentisanih na *batch* fajlove, tipično za period od 1960-65 godine. UNIVAC 1108 je radio sa OS EXEC II i *EXEC 8,* koji omogućava simultano upravljanje aplikacijama u realnom vremenu, deljenje resursa u vremenu i rad *batch* fajlova u pozadini. Prihvatao je programe pisane u COBOL-u, dok je preimenovan u OS1100 i OS2200, sa kompatibilnosti unazad (prihvatanjem verzija ranijih programa). Dostupan *Sistem 80* iz serije malih *mainframe* računara je radio sa OS/3 operativnim sistemom, a *UNIVAC 9000* serije prvi je radio sa originalnim *TSOS* operativnim sistemom (razvijen u RCA), a kasnije sa originalnim UNIVAC *VS/9* operativnim sistemom. *UNIVAC* je godinama bio brend računar više proizvođača računarske opreme: *Eckert-Mauchly Computer Corporation.* U Tabeli 1. prikazane su osnovne karakteristike relevantnih ranih digitalnih računara, razvijenih tokom 1840-tih.

Tabela 1. Uporedne karakteristike ranih digitalnih računara 1940-ih

Naziv	Prvi put operativan	Numerički sistem	Računarski mehanizam	Programabilnost	*Turing* kompletiran
Zuse Z3 (Nemačka)	Maj 1941	Binarni	Elektro-mehanički	Program kontrolisan sa bušenom filmskom trakom	Da (1998)
ABC (USA)	Leto 1941	Binarni	Elektronski	Nije programabilan—jednonamenski	Ne
Kolos (UK)	Januar 1944	Binarni	Elektronski	Program kontrolisan sa *patch* kablovima i prekidačima	Ne
Mark I – IBM (USA)	1944	Decimalni	Elektro-mehanički	Program kontrolisan sa 24-kanalnom papirnom bušenom trakom	Da (1998)
ENIAC (USA)	Novembar 1945	Decimalni	Elektronski	Program kontrolisan sa *patch* kablovima i prekidačima	Da
***Manchester Small-Scale Experimental Machine* (UK)**	Juni 1948	Binarni	Elektronski	Program uskladišten u memoriju *Williams-ove* CRT cevi	Da
Modifikovan ENIAC (USA)	Septembar 1948	Decimalni	Elektronski	Program kontrolisan sa *patch* kablovima i prekidačima plus primitivni ROM programabilni mehanizam koji koristi tabelu funkcija kao program ROM-a	Da
EDSAC (UK)	Maj 1949	Binarni	Elektronski	Program uskladišten u živinu memorijsku liniju za kašnjenje	Da
Manchester Mark I (UK)	Oktobar 1949	Binarni	Elektronski	Program uskladišten u memoriju *Williams-ove* CRT cevi i magnetsku disk memoriju	Da
CSIRAC (Australija)	Novembar 1949	Binarni	Elektronski	Program uskladišten u živinu memorijsku liniju za kašnjenje	Da

U razvoju računarskih mašina, razvijani su sa promenljivim uspehom i *analogni računari*. Dok digitalni sistem koristi diskretne nivoe električnog napona kao kodove za simbole, a manipulacija ovim simbolima je metoda operacija digitalnog računara, elektronski analogni računar manipuliše sa fizičkim veličinama napona ili struje. Tačnost analognih računara je uglavnom ograničena tačnošću opreme za očitavanje, generalno do 3 ili 4 značajne cifre. Druga ograničenja, kao što su šum, nelinearnost, temperaturni koeficijent i parazitni efekti, zajedno su uticali na stagnaciju razvoja analognih računara i doveli do dominacije digitalnih računara.

1.3.2. Evolucija digitalnih računarskih sistema

Hardver digitalnih računara razvijan je brzo posle ovih ranih dana računarskog sistema. Istoričari razvoja računara su definisali 6 generacija u evoluciji računara. *Elektronske cevi* koje su korišćene u prvim računarima dovele su do ubrzanja evolucije digitalnih računara. *Tranzistori* zamenjuju elektronske cevi počevši od 1956. (*računari 2. generacije*), zatim tranzistori i štampane veze, kada se računari počinju masovnije koristiti na univerzitetima i među naučnicima. Od sredine 60. godina tranzistore zamenjuju *integrisana kola* (*računari 3. generacije*), koja su omogućila povećanje pouzdanosti, smanjenje dimenzije, veću brzinu, veću efikasnost i niže cene. Razvoj integrisanih kola LSI (*large scale integration*) i VLSI (*very large scale integration*) doveo je do mikroračunarske revolucije (1970). *Intelovi* inženjeri su konstruisali prvi *mikroprocesor* (1971). Javljaju se popularni mali računari za personalnu upotrebu - *Apple* i *Commodore.* Dolazi do ubrzanog razvoja stonih - desktop računara, koji ipak nisu u potpunosti zamenili velike računare – *mainframe* i super računare, koji takođe doživljavaju promene.

1.3.2.1. Računari prve generacije

Računari 1.G, razvijani 1950-ih (1951-58), izgrađeni su na bazi vakumskih elektronskih cevi. Tipičan predstavnik je UNIVAC I, a poznatiji su: *EDSAC (Maurice Wilkes, 1949), BINAC (Eckert's* i *Mauchly's Electronic Control Company -1949), Whirlwind* i *(J.Forrester, 1949), SEAC (Samuel Alexander* i *Ralph Slutz, 1950), SWAC (Harry Huskey, 1950), IAS (Institute of Advanced Study, 1952)* i *IBM 701, 1952*. Mašine su bile velike, skupe i nepouzdane; zahtevale su klimatizacijui i obučeno osoblje za rad i programsko upravljanje. Bili su dostupni velikim organizacijama i državnim agencijama, ali su postali i nezamenljivi alat za naučnike, inženjere i druge profesionalce.

Računari 1.G su koristili mašinski jezik za programiranje. Podaci i instrukcije su unošeni preko bušenih kartica, a dužina reči do 40 bita (IAS). Imali su spore ulaze i izlaze. Koristili su nekoliko tipova memorija i na kraju razvoja magnetnu primarnu memoriju sa feritnim jezgrom. Tehnologija za izradu memorija postepeno je poboljšavana i zaslužuje posebnu pažnju. Cevi punjene živom činile su „linije sa kašnjenjem" i korišćene za in-

terne memorije velike brzine u računarima EDSAC, BINAC, SEAC i dr. U računarima *Manchester baby*, SWAC, IAS i IBM 701 korišćena je elektronska memorija od dvodimenzionalne pravougaone površine binarnih cifara uskladištenih u CRT (*Cathode Ray Tube*). U bubanj memoriji (*drum*) podaci su skladišteni elektromagnetskim poljem na površinu metalnog cilindra. Poslednje otkriće u istoriji računara IG napravio je *Jay Forrester* pronalaskom memorije sa magnetskim jezgrom, tzv. memorije sa feritnim jezgrom, koja je testirana u računaru 1953, a uvedena u upotrebu u prvoj simulaciji neuronske mreže 1954.

1.3.2.2. Računari druge generacije

Funkcionalna zamena elektronskih vakumskih cevi sa tranzistorom, razvijenim 1948, omogućila je razvoj računara 2.G (1958-64). Tranzistor je mogao izvršiti sve funkcije kao vakumske cevi, transformišući električni naboj kroz tanki silicijumski poluprovodnički sloj. Prva primena tranzistora u računaru registrovana je 1956., kada počinje 2.G računara, znatno manjih, pouzdanijih i jeftinijih od računara 1.G. Istovremeno sa razvojem hardvera, razvija se i poboljšava softver računara, pa su računari postali mnogo lakši i brži za programiranje i širu upotrebu u poslovnim sistemima, inženjerskim poslovima i naučnim istraživanjima.

Tranzicija računara 1.G u 2.G računara nije bila nagla i trajala je oko dve godine (1954-56), uključujući razvoj tehnologije dizajna i programskih jezika. Tehnologija poluprovodničkih dioda i tranzistora činila je osnovu elektronskih prekidača pa je vreme prekidanja svedeno na oko 0,3 mikrosekunde. Ovu tehnologiju koristili su računari, kao što je TRADIC i TX-0, izgrađeni 1954. Korišćena je superiornija primarna memorija sa feritnim jezgrom i magnetni diskovi i trake za sekundarnu memoriju i značajnije je povećana brzina rada. Jedna od značajnijih inovacija bili su jedinica sa pokretnim zarezom za računanje realnih brojeva i registri indeksa za kontrolu radne petlje. Uvedeni su viši programski, asemblerski jezici kao što FORTRAN (*Formula Translator*, 1956), ALGOL (1958) i COBOL (*Common Business-Oriented Language*, 1959), koji su zamenili dugi i teški, šifrovani binarni kôd (*Gersting* 35) sa rečima, rečenicama i matematičkim formulama.

Prvi računari sa tranzistorskom tehnologijom bili su rani super računari IBM 7030 i LARC (*Livermore Atomic Research Computer*) firme *Sperry-Rand*, razvijeni za istraživanja u oblasti atomske fizike. Koristili su primitivni tip paralelnog procesiranja. Značajnije komercijalne mašine ove generacije su IBM 704, 709 i 7094 korišćene su u poslovnim organizacijama, univerzitetima i državnim institucijama. U računar IBM 7094 uvedeno je ulazno/izlazno (I/O) procesiranje. Računari 2.G sadržavali su štampače, mag-

Slika 1.15 Računar 2. G

netske trake i diskove za skladištenje, memorije i uskladištene programe, (Slika 1.15). Uskladišteni program tj. instrukcije za rad računara smeštene u internoj memoriji i novi programski jezici omogućili su rentabilnost upotrebe računara za poslovne sisteme i laku izmenu namene računara unošenjem novog seta programskih instrukacija. Važan primer je računar IBM 1401, široko prihvaćen u industriji. Računar 2.G *Gersting* 218 korišćen je za obradu finansijskih informacija sve do 1965.

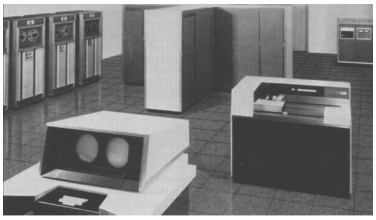
1.3.2.3. Računari treće generacije

Uspeh sovjetskog satelitskog programa 1950-ih, inicirao je ubrzan razvoj još manjih i bržih računara u SAD. Tako su istraživači razvili tehnologiju pakovanja stotine tranzistora u jedno *integrisano kolo* (IC), ili mali silicijumski *čip*. Do sredine 1960-ih, računari zasnovani na tranzistorima, zamenjeni su sa manjim, moćnijim mašinama 3.G. (1963-1972), izgrađenim na bazi IC. IC kola su brzo zamenila rane tranzistore iz istih razloga, zbog kojih su tranzistori zamenili vakumske cevi:

- *Pouzdanosti*: IC su otpornija na greške, pošto su se čipovi mogli rigorozno testirati pre svake upotrebe;
- *Veličine*: jedan IC čip je mogao zameniti celo strujno kolo, što je omogućilo izgradnju znatno manjih računara;
- *Brzine*: manji računari su postali neuporedivo brži od prethodnih, jer elektroni u IC čipu imaju znatno kraću distancu kretanja;
- *Efikasnosti*: IC čipovi troše znatno manje energije, imaju manju disipaciju toplote, a računar manju ukupnu potrošnju električne energije;
- *Cene*: masovna proizvodnje jeftinijih čipova, veća dostupnost računara.

Rapidni progres računarske industrije, ilustruje *Moore*-ov *zakon* (direktor Intela, 1965), koji je veoma tačno predvideo da će se procesorska snaga silicijumskog čipa po istoj ceni udvostručavati svakih 18 meseci u naredne dve decenije.

Do razvoja računara 3. G dovelo je nekoliko najznačajnijih inovacija - otkrića IC, poluprovodničke memorije, mikroprogramiranja, različitih obrazaca paralelnog procesiranja, uvođenja operativnih sistema (OS) i deljenja vremena. Razvoj IC je tekao postepeno od niskog stepena integracije (SSL) sa 10 elemenata po čipu do srednjeg stepena integracija (MSI) sa 100 elemenata po čipu, i razvoja višeslojnih štampanih ploča. Funkcionalni paralelizam, trend u računarima 3. G, prvi put je primenjen u računaru CDC6600 (*Seymour Cray,* 1964) sa 10 miliona instrukcija u sekundi (Slika 1.16), koji je sadržavao 10 funkcionalnih jedinica koje rade simultano i 32 nezavisne memorijske banke. Računar



Slika 1.16 *Seymour Cray CDC6600* računar

je imao brzinu od 1 milion pokretnih zareza u sekundi (1 MFlops). CDC7600, prvi *Cray*-ov vektorski procesor sa brzinom od 19 MFlopsa razvijen je 1969. Ovi računari su koristili kombinovani programerski jezik (CPL) iz 1963., koji je 1967. prerastao u osnovni kompjuterski programski jezik – BCPL (*Basic Computer Programming Language*).

Problem zagrevanja tranzistorskih računara rešen je razvojem *silikonskih* IC (1958, *Jack Kilby, Texas Instruments*), u nauci poznata kao *poluprovodnička IC*, koja su omogućila veliko smanjenje dimenzija računara. Proizvedeni su i prvi metaloksidni poluprovodnik za obradu podataka (čije su glavne komponente bile osnov za otkriće mikroprocesora 1971), zatim 8-bitna ALU (aritmetičko-logička jedinica) i akumulator. Ova tehnološka rešenja iskoristio je IBM za tranziciju sa tranzistora na IC i sa bušenih kartica na elektronske računarske sisteme, serijom IBM System/360. Operativni sistemi su omogućili rad računara sa više različitih programa odjednom, sa centralnim programom koji monitoriše i koordinira memoriju računara, (HONEY WELL-6000 serija). Na bazi DEC računara, razvijen je UNIX operativni sistem (1969, *Kenneth Thompson* i *Dennis Ritchie*, *AT&T Bell Laboratories)*, prvi moderan, široko prihvaćen OS koji je omogućavao korisniku da alocira resurse računara u toku rada umesto u fazi dizajna.

1.3.2.4. Računari četvrte generacije

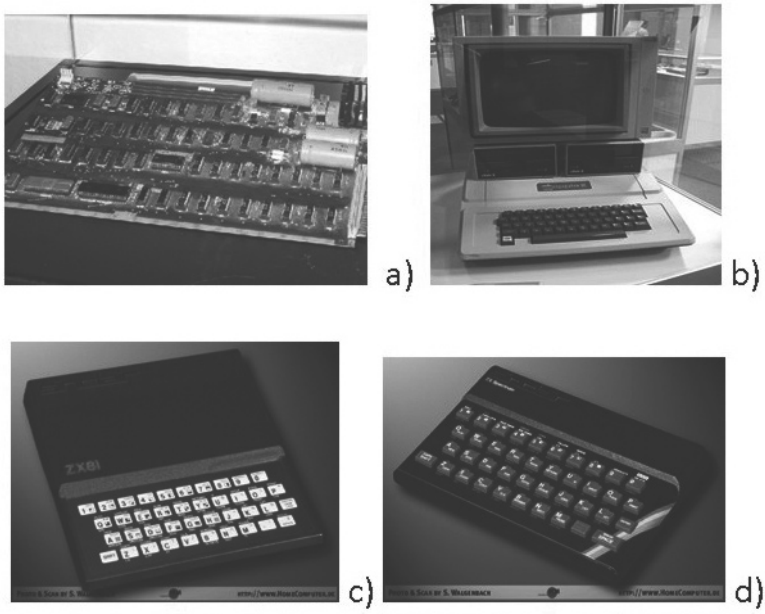
Prvi mikroprocesor, razvijen 1971 u Intelu i označava početak razvoja računara 4.G (1972-1984). Mikroprocesori su izazvali radikalnu promenu u izgledu, kapacitetu i dostupnosti računara, (Slika 1.17).

Slika 1.17 *Intel* mikroprocesor 8742 8-bitni (a) i serija *Intel* procesora (b).

Mikroprocesorska revolucija počela je kasnih 1970-ih, pojavom jeftinih računara veličine klasične mehaničke pisaće mašine, kao što su računari *Apple, Tandy i Commodore*. Novi računari, nazvani *personalni*, preuzeli su većinu poslova *mainframe* i super računara iz perioda *institucionalnog računarstva* (1950-60tih) – upotrebe velikih računara u državnim institucijama i velikim organizacijama. Međutim, moćni veliki računari su takođe tehnološki evoluirali i njihova proizvodnja i upotreba za specifične zadatke nije prestala do danas. Od kasnih 1950-tih odnos troškova i efektivnosti računara porasla je 100 miliona puta, računarska moć - 100.000 puta, a cena je opala za 1000 puta.

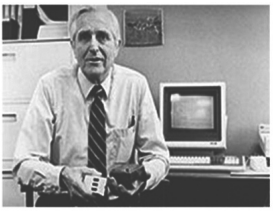
Računari 4.G koristili su tehnologiju visokog stepena integracije (LSI) sa 1000 elemenata po čipu i vrlo visokog stepena integracije (VLSI) sa 10.000 i više elemenata po čipu. Ovaj razvoj je omogućio ugradnju celog procesora u jedan čip, ili za jednostavniji računarski sistem ugradnju celog računara sa procesorom, glavnom memorijom i I/O kontrolerima, u jedan čip. Memorija sa feritnim jezgrom zamenjena je sa poluprovodničkom. Na bazi ovih tehnologija razvijena je serija računara sa vektorskim procesiranjem i *pipelining* tehnikom, sa velikom brzinom rada i paralelnom arhitekturom (*Cray1, Cray X-MP i Cyber205*), gde je stotina procesora mogla raditi na različitim delovima jednog programa, ali su uglavnom ostajali u eksperimentalnoj fazi.

Došlo je do razvoja i novih, viših programskih jezika kao što su FP (*functional programming*), PROLOG (*programming in logic*), sa kojima su programeri mogli ostaviti mnogo detalja za kompajlere ili operativni rad sistema. Razvijeni su alternativni programski jezici PASCAL i C, koji postaje jezik programiranja UNIX OS za računar DEC PDP 11. Ubrzo jer došlo do razvoja više super računarskih centara u SAD. Tipični predstavnici ove generacije računara su *Apple I i Apple II* sa A i B disketom i monitorom (Slika 1.18a,b) i *IBM PC. Apple II* (1977) koristio je *BASIC* programski jezik, displej od 24 linije x 40 kolona i primarnu memoriju od 4100 karaktera, po ceni od $1.298. *IBM (PC)* 5150 (1981) računar je imao modularni dizajn i RAM memoriju od 16.000 karaktera, po ceni od $1.265. Od 1981-1982. izlaze *ZX81* sa primarnom memorijom od 8-16KB i *Spectrum* sa 48KB, (Slika 1.18c,d).



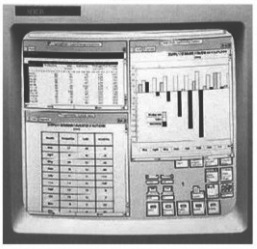
Slika 1.18 Apple I (a) i Apple II (b), ZX81 (a), SPECTRUM (b)

Doug Engelbart's (1925) je osmislio *human-computer interaction* - GUI (*graphical user interface*) i razvio *hypertext*. Prvi je uveo u upotrebu kursor kontrolisan mišem i *multiple windows* - WIMP (*windows, icons, menus and pointers*), (Slika 1.19).

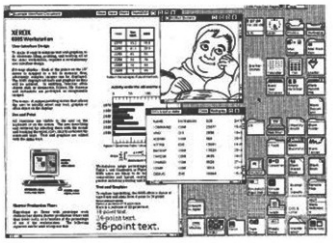


Slika 1.19 *Doug Engelbart*

Na drugoj strani *Steve Jobs* (1955) je u razvoju *Macintosh* (1984) primenio GUI, *ikone* i razvio *desktop* – radnu površinu, upotrebu miša i drugih *pointing devices*, kao i *Double click* i *Click-and-drag* funkcije za podršku pokazivačima, (Slika 1.20).



a)



b)

Slika 1.20 *Steve Jobs,* Macintosh računar (1984)(a) i Mac GUI (b)

13.2.6. Računari pete generacije

Računari 5. G razvijeni su u periodu od 1984-1990, (Slika 1.21). Projekat 5. G računara iniciralo je japansko Ministarstvo međunarodne trgovine i industrije (1982), sa ciljem izrade računara za širu upotrebu sa performansama super računara i korišćenjem kapaciteta veštačke inteligencije. Slični projekti su pokrenuti u SAD-MCC (*Microelectronics and Computer Technology Corporation)*, Engleskoj (*Alvey*) i Evropi - ESPRIT (***E**uropean **S**trategic **P**rogram of **R**esearch in **I**nformation **T**echnology*). Umesto težišta na povećanje broja logičkih elemenata u jednom CPU kod 3. i 4. G, računari 5. G su usmerili pažnju na povećanje broja CPU. Većina projekata nije uspela, potrošena su ogromna sredstva bez očekivanih rezultata, jer su jeftinije radne stanice (npr., *SUN* i *Intelx86*) ubrzo premašile brzinu računara sa paralelnom arhitekturom. Računarske tehnologije su dostigle superiornije paralelno procesiranje uvođenjem sistema, kao što je *Sequent Balance* 8000, koji je povezivao do 20 procesora na jedan zajednički memorijski modul.

Slika 1.21 Primer radne stanice 5. generacije

Ova mašina je bila konkurentna računaru *DEC VAX-780* u kontekstu opšte namene UNIX sistema i svaki procesor je radio na različitim poslovima korisnika. S druge strane, *INTEL IPSC-I* ili *Hypercube (najveći sa 128 procesora)*, kako je nazvan, spajao je svaki procesor sa svojom memorijom i koristio mrežni interfejs za povezivanje procesora. Pri kraju 5. G uvedena je tehnika *Data parallel* ili *SIMD*, gde su svi procesori radili po instrukcijama jedne kontrolne jedinice. Poluprovodnička memorija je postala standard, dolazi do veće primene individualnih korisničkih radnih stanica i do široke primene računarskih mreža LAN i WAN tipa i razvoja distribuiranog računarskog okruženja. Razvija se RISC (*Reduced Instraction Set Computer*) tehnologija interne organizacije CPU, sa manje instrukcija, a RAM memorija postaje znatno jeftinija. Raste računarska moć komparativno jeftinijih servera i radnih stanica i povećava se naučna vizuelizacije po kvalitetu i kvantitetu.

1.3.2.5. Računari šeste generacije

Računari 6. G razvijani su u periodu od 1990 do danas. U ovom periodu tehnologija računara je tesno povezana sa paralelnim procesiranjem, ali i sa boljim razumevanjem algoritama za potpunije korišćenje paralelne arhitekture. Iako su vektorski sistemi još uvek u upotrebi, procenjuje su da će u budućnosti dominirati paralelni sistemi. Međutim već ima rešenja koja kombinuju paralelno-vektorsku arhitekturu. U toku je projekat *Fujitsu Corporation* za izgradnju sistema sa više od 200 vektorskih procesora. Drugi cilj ove generacije računara je da se postigne brzina reda Teraflopsa, tj. 10^{12} aritmetičkih operacija u sekundi, što se može postići izgradnjom sistema sa više od 1000 procesira. Savremeni procesori su konstruisani kao kombinacija RISC arhitekture, *pipelinig* i paralelnog procesiranja. Mrežna tehnologija se širi veoma brzo, posebno WAN mreže i WLAN – bežične lokalne mreže. Primeri računara 6. G su brojni. *Apple* je uveo *iPod* - digitalni muzički plejer 23.10.2001. Do 9. aprila 2007. g. prodato je 100 miliona jedinica. *iPod classic, portabl media* plejer uveden 2001, na raspolaganju su modeli od 80 i 160 GB*. iPod nano*, (Slika 1.22) portabl media plejer uveden 2005, sa dva modela od 4 i 8 GB. *iPod shuffle,* digitalni audio plejer uveden 2005, sa modelom od 1, 2 i 4 GB*. iPod touch, portabl media* plejer uveden u septembru 2007, sa modelima od 8, 16 i 32 GB.

Slika 1.22 *iPod Nano*

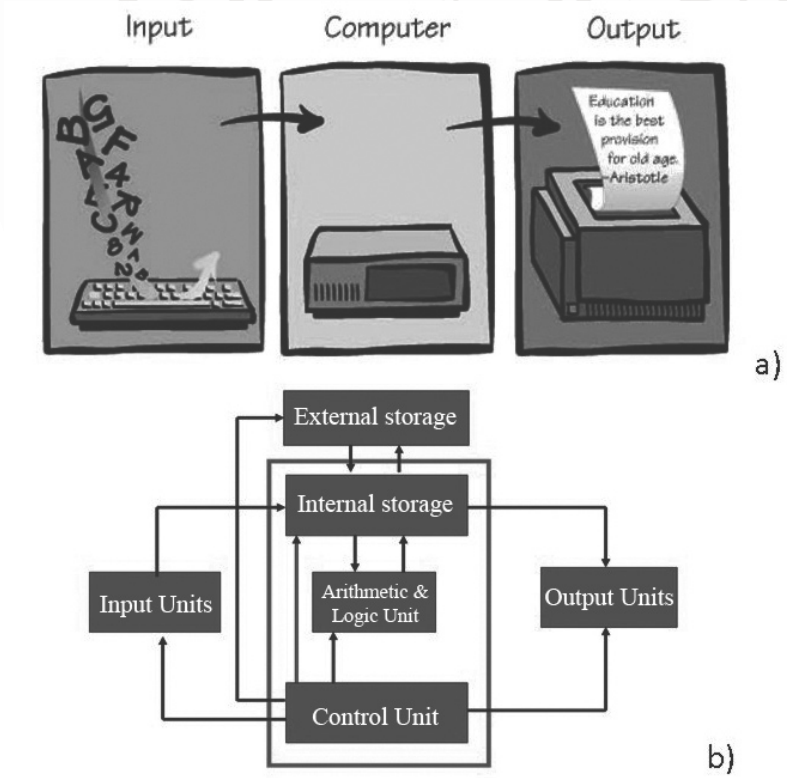
Steve Jobs je januara 2007 objavio *iPhone* – konvergenciju Internet-omogućenog pametnog telefona i *iPod*. *iPhone* kombinuje 2,5GHz GSM i EDGE celularni telefon sa *Apple*-ovim Mac *OS X* i *Safari* web brauzerom i navigacijom. Ima 3,5 inča displej, osetljiv na dodir (*touch screen*), 4 (499$) ili 8 GB (599$) memoriju, *Bluetooth* i *WiFi* (b i g). *iPhone 3G* uveden je 11.07.2008, sa 3.G umrežavanjem i GPS navigacijom.

Osnovne karakteristike razvoja računara 1.G do danas su: povećanje brzine (radnog takta), povećanje kapaciteta primarne i sekundarne memorije, povećanje širine magistrale, paralelno procesiranje, niža cena, manje dimenzije i manja potrošnja.

1.4. SAVREMENI RAČUNARSKI SISTEM

Savremeni računar je višenamensko, prilagodljivo sredstvo gotovo neograničene namene: vrši brojne matematičke operacije, lansira interkontinentalne balističke rakete, upravlja mašinama, atomskom centralom itd.

Iako je razvoj računara tekao iz istorijske perspektive relativno dugo, svaki današnji računar i dalje sledi osnovni plan Analitičke mašine C. *Babagge*-a. Savremeni računar je mašina koja menja informacije iz jednog oblika u drugi, uzimajući neke informacije na ulazu i dajući druge informacije na izlazu (Slika 1.23a).



Slika 1.23 Generička funkcija (a) i blok šema računarskog sistema (b)

Svaki računar se u osnovi može posmatrati kao jedan *sistem* sa *ulaznim veličinama*, *procesima* koji transformišu ulazne veličine u izlazne i *izlaznim* veličinama. U računarskom sistemu ulazi su ulazni podaci koje unose korisnici računara; centralna jedinica (CPU) koja procesira, kontroliše i transformiše ulazne podatke u izlazne, vrši procesiranje ili obradu (u crvenom okviru), a izlazne informacije na monitoru, štampaču ili zvučniku su - izlazne veličine računarskog sistema, (Slika 1.25b).

Kako informacije mogu imati različite i brojne forme, računar postaje neverovatno raznovrstan alat. Zavisno od ulaznih podataka isti računar se može upotrebiti za potpuno različite zadatke. Višenamenska upotreba računara se zasniva na *hardveru, programu (softveru)* i *operacijama* računarskog sistema. Međutim, fleksibilnost namene računara krije se više u *programu* nego u hardveru računara.

Hardver računarskog sistema čine sve fizički opipljive komponente kao što su čvrsti diskovi, jedinice za napajanje, kućište računara, monitor, štampač i Slika Hardver računara obuhvata *interne* i *periferijske* komponente. Interne komponente uključuju CPU – procesor, čipove – kontrolere i memorije, matičnu ploču, posebne ekstenzione kartice (zvučna, video, mrežna, memorijska, ...), konektore (serijske, paralelne, video, audio, USB, mrežne, telefonske, ...), hladnjake (pasivni i aktivni) i izvor napajanja – ispravljač. Periferije obuhvataju memorijske uređaje za skladištenje (HD, CD, DVD, USB, fleš memorije, …), izlazne uređaje (štampače, monitore, zvučnike,…).

Pod *programom* ili *softverom* računarskog sistema podrazumevaju se fizički neopipljive komponente, odnosno, instrukcije koje upravljaju hardverom i vrše transformacije nad prikupljenim ulaznim podacima, sa ciljem da se dobiju željene izlazne informacije. *Program* računara je opšti termin koji se koristi za opisivanje skupa računarskih programa, procedura i dokumentacije koji izvršavaju neke zadatke u računarskom sistemu. Program računara obuhvata: s*istemske programe* (OS), koji skriva kompleksnost hardvera od korisnika, a*plikativne programe* sa kojim korisnici interaktivno rade putem interfejsa*, kompajlerske programe* koji prevode tekst pisan u jednom računarskom jeziku (izvornom kôdu) u drugi ciljni jezik (izvorni kôd) i druge *uslužne* programe. Program kontroliše svaki proces u računarskom sistemu od početka do kraja. Izmenom programa računar se pretvara u različite alate, pa je tipičan savremeni računar alat opšte namene. Primena programa u računarskom sistemu podrazumeva ispravan rad hardvera.

Osnovne operacije koje računarski sistem izvršava su:

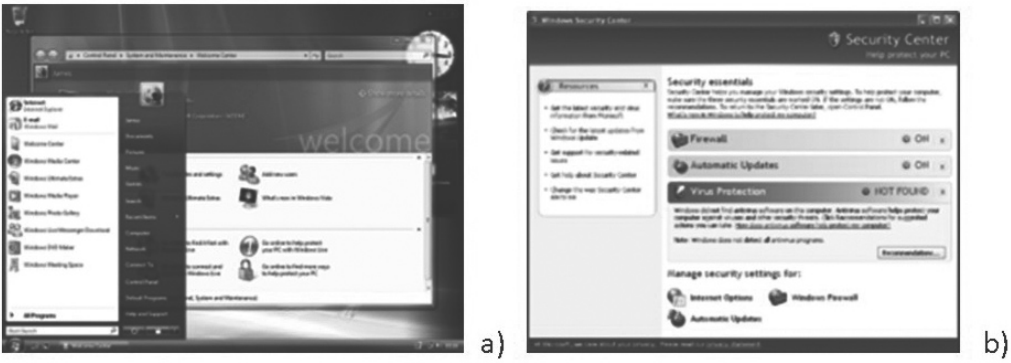
- ulazne operacije (podaci i instrukcije),
- aritmetičke operacije (sabiranje, množenje, ...),
- logičke operacije (AND, OR, NOT,…),
- izlazne operacije (video, štampa, zvuk, ...) i
- skladištenje i čuvanje podataka (podaci i programi).

1.5. RAZVOJ PROGRAMA

Operativni sistem (OS) upravlja resursima računara i obezbeđuje korisnicima interfejs za pristup ovim resursima. Procesira sistemske podatke i ulazne podatke koje unosi korisnik i odgovara tako što alocira i upravlja zadacima i internim resursima kao neki servis korisnicima i programima sistema. Operativni sistem izvršava bazične zadatke kao što su kontrola i alokacija memorija, određivanje prioriteta zahteva za servisima sistema, kontrola ulaznih i izlaznih uređaja, upravljanje fajl sistemom (sistemom datoteka) i omogućava lakše umrežavanje računara.

Uobičajeni savremeni desktop OS su *Linux, Mac OS X, Microsoft Windows i Solaris*. *Mac, Linux* i *Windows* imaju serverske i personalne varijante. Sa izuzetkom Microsoft *Windows*, dizajn ovih OS inspirisan je ili direktno nasleđen iz *Unix* operativnog sistema razvijenog u *Bell* laboratorijama početkom kasnih 1960-tih i inicirao razvoj brojnih operativnih sistema, kao što su *Palm OS, Windows Mobile, Familiar Linux, The Ångström Distribution* i *iPhone OS* koji se nalaze u mobilnim uređajima.

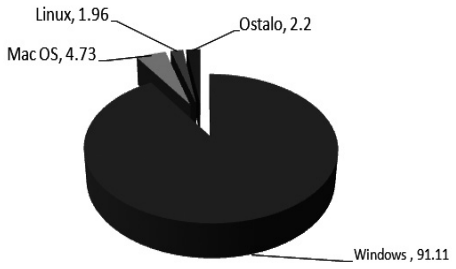
Microsoft Windows je ime za nekoliko familija operativnih sistema. Microsoft je prvi put uveo operativni sistem pod imenom *Windows* u novembru 1985. kao dodatak MS-DOS i odgovor na porast interesovanja za GUI interfejs (*graphical user interfaces*). Zatim su sledili OS: ***Win 3.0 i Win 3.1***, 1990/92, 16/32-bitni OS; ***Win 3.11***, Win 95, Win 98, Win Me, 32-bitni OS; ***Win NT***, 64-bitni OS i ***WIN XP,*** Windows Server. Poslednja klijentska verzija Windows je *Windows Vista*, 64-bitni OS, a serverska verzija je *Windows Server 2008.* Na Slici 1.24 Prikazan je ekran *Windows Vista* OS (a) i *Windows Security Center Windows* XP OS (Slika 1.24b).



Slika 1.24 Ekran *Windows Vista* OS (a) i *Security Center Windows* XP SP2 OS (b)

Mac OS X je linija grafičkih OS koju je razvio, reklamira i prodaje kompanija *Apple*, naslednik originalnog *Mac OS* iz 1984. Serverska verzija, *Mac OS X Server*, po arhitekturi je vrlo slična desktop varijanti, ali obično radi na *Macintosh* serveru. Uključuje upravljanje radnom grupom, administrativne softverske alate, agente za transfer pošte, *Samba* server*, LDAP* server*, DNS (Domain Name Server)* i druge.

Linux OS, sličan *Unixu*, je najpoznatiji primer besplatnih OS sa otvorenim izvornim kôdom, koji se slobodno može modifikovati, koristiti i redistribuirati. Ime dolazi od *Linux kernel,* kojeg je razvio *Linus Torvalds* (1991)*.* Sistemski uslužni programi (*utilities*) i biblioteke obično dolaze iz *GNU operativnog sistema*, objavljenog 1983. (*Richard Stallman*). Zato se Linux često naziva GNU/Linux OS.



Slika 1.25 Zastupljenost *Windows, Linux, Mac* i drugih OS na svetskom tržištu

Linux OS je pre svega poznat po upotrebi u serverima. Podržavaju ga kompanije kao što su *Dell*, *Hewlett-Packard, IBM, Novell, Oracle Corporation, Red Hat* i *Sun Microsystems.* Koristi se kao OS u brojnim varijantama računara uključujući desktop i super računare, sisteme za video igre (npr., *PlayStation 3*) i ugrađen je u razne uređaje kao što su mobilni telefoni, ruteri i dr. Istraživanje zastupljenosti različitih OS na tržištu u maju 2008. pokazuju dominaciju *Windows OS*, (Slika 1.25).

Aplikativni programi, nasuprot sistemskim, koriste kapacitete računara direktno i potpuno za zadatak koji korisnik želi da izvrši. Termin *aplikativni* odnosi se na sam program i njegovu implementaciju. Tipični primeri aplikativnih programa su tekst procesori (*word processors*), pregledne tabele (*spreadsheets*), medija plejeri i dr. Više aplikativnih programa često se vezuju u jednu celinu i nazivaju se aplikativni paketi (*application suite*). Tipični primeri su *Microsoft Office* i *OpenOffice*, koji povezuje tekst procesor, *spreadsheet* i nekoliko drugih posebnih aplikacija. Posebne aplikacije u paketu obično imaju korisnički interfejs koji omogućava korisniku lakšu primenu i da nauči kako se koristi svaka aplikacija (npr, *Visio* u *MS Office*). Često sve aplikacije u paketu imaju zajedničke funkcije, npr. u *Excel*-u može biti ugrađen tekst procesor.

Uobičajene programske aplikacije su za: procesiranje teksta, pretraživanje Interneta, slanje e-pošte i drugih poruka Internetom, reprodukciju multimedijalnih sadržaja, kompjuterske igre i za programiranje. Većina programa je pisana za prosečnog korisnika. Programi pisani za uslužne zadatke korisnika (*User-written software*) prilagođavaju sisteme da zadovolje specifične potrebe korisnika. Ovi programi uključuju templejte za tabele, makroe tekst procesora, naučne simulacije, grafičke i animacione skriptove. Korisnici sami razvijaju ove programe.

Većina personalnih računara je standardizovano tako da kupljeni programi rade sa malo, ili bez prilagođavanje (*castomization*) za određeni računar. Takođe, većina savremenih PC je korisnički nadogradiva, posebno klase desktop računara i radnih stanica. Krajnji korisnici lako mogu zameniti primarnu memoriju, uređaje za masovno skladištenje, čak i matičnu ploču i CPU jedinicu (procesor). Ipak, ova nadogradivost nije beskonačna, zbog brzih tehnoloških promena i životnog ciklusa sistemskih programa. Nadogradnja PC i zamena starih delova novim, delimično se oslanja na nove verzije komercijalno dostupnih OS, koji na neki način zahtevaju i podstiču nabavku novog hardvera. Može se reći da proizvođači sistemskih programa *planiraju* postepeno zastarevanje računarskog hardvera.

1.6. TIPOVI SAVREMENIH RAČUNARA

Savremeni čovek radi sa različitim tipovima računara: super računarima, *mainframe*, radnim stanicama, PC desktop, prenosnim (*notebook*), džepnim (*palmtop*) i ugrađenim računarima. Iako su sve ove vrste računara bazirane na istoj tehnologiji, mašine imaju značajne razlike. Računari se mogu klasifikovati u različite kategorije na osnovu više kriterijuma. Uobičajena podela računara je na bazi *računarske moći* na: super računare, *mainframe* računare, mini računare - servere, radne stanice, mikro računare (PC) i ugradive računare.

1.6.1. Super računari

Za brojne istraživačke zadatke i intenzivne proračune zahteva se velika računarska moć (brzina rada i kapacitet primarne memorije). Za takve zadatke koriste se najmoćniji računari tzv. *super računari*. Super računari (*npr., SiliconGraphics-Cray*), koriste skupu, najmoderniju tehnologiju za simulacije i modelovanje kompleksnih fenomena, kao što su hemijske reakcije, nuklearne eksplozije, vremenska prognoza, hemijski i fizički procesi, kosmička istraživanja, vojne potrebe, kriptoanaliza i dr., (Slika 1.26).

a)

b)

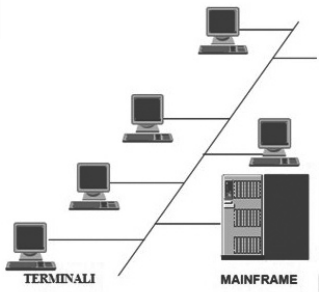
Slika 1.26 Super računar u NASA (SAD) (a), *Cray-2* najbrži računar na svetu od 1985 -1989 (b)

Danas je teško odrediti razliku između *super* i *mainframe* računara. Super računari su najčešće prilagođeni određenom korisniku (kastomizovani); usmereni su na procesorsku snagu i izvršavanje jednog zadatka. *Mainframe* računari su namenjeni za izvršavanje brojnih operacija sa podacima, uključujući manja računanja, obezbeđuju dosta veliku procesorsku snagu i usmereni su na protok podataka.

1.6.2. Mainframe računari

Mainframe računare, vrlo skupe mašine sobne veličine, danas koriste samo velike organizacije, za kritične aplikacije i obradu masovnih podataka kao što su podaci sa glasanja, razni statistički podaci, poslovni podaci ERP, finansijske transakcije itd. Sam termin potiče od prvobitnog izgleda - velikih metalnih sanduka ili okvira, a kasnije da bi se razlikovao od manje moćnih PC računara. Ime se često odnosi na računare kompatibilne sa arhitekturom uspostavljenom u toku 1960-tih, tačnije *IBM System/360* serijom, uvedenom prvi put 1965. Većina glavnih karakteristika *mainframe* računara iz 1960-tih, i dalje se razvija i usavršava. Savremeni *mainframe* računari su znatno manjih dimenzija, koštaju oko 1 milion $, veličine su rashladnog uređaja i obavezno rade u aklimatizovanim prostorijama, (Slika 1.27).

a)



b)

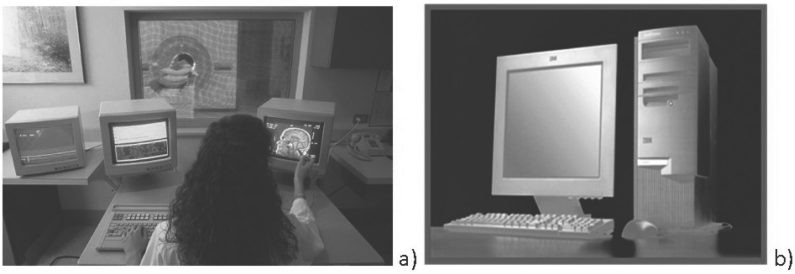
c)

Slika 1.27 *Mainframe Honeywell-Bull DPS 7* oko 1990 (a) i šema veze računara i terminala (b), terminal u turističkoj agenciji (c)

Brzina *mainframe* računara je reda miliona operacija u sekundi i mogu lako i brzo upravljati i procesirati veliku količinu podataka. *Mainframe* računari su višekorisnički - komuniciraju sa korisnicima koristeći tehniku deljenja resursa u vremenskoj domeni (*time sharing*). Omogućavaju konkurentnu obradu aplikacija i upravljanje sa više od 1000 transakcija. Ulaz podataka i izlazne informacije izvršavaju su preko desktop terminala, koji nemaju ugrađene procesore, ili prenosivih terminala za unos podataka - PDET (*portable data entry terminals*), priručnih uređaja koji kombinuju tastaturu i displej i transformišu informacije od i prema računaru. Primeri PDET su čitač bar koda, merač gasova, optički čitač oznaka, uređaj za optičko prepoznavanje karaktera, skener, grafička tabla i čitač magnetnih kartica. *Mainframe* računare koriste uglavnom velike organizacije kao što su državne institucije, aviokompanije, banke i dr.

1.6.3. Serveri

Za brojne savremene aplikacije klasa *miniračunara* – manjih i jeftinijih od *mainframe*, ali moćnijih od PC računara, odnedavno je zamenjena *serverima* – računarima dizajniranim da obezbede programe i druge resurse ostalim umreženim računarima, (Slika 1.28a).


a) b)

Slika 1.28. Tipičan primer klijent-server režima rada (a) i tipične radne stanice (b)

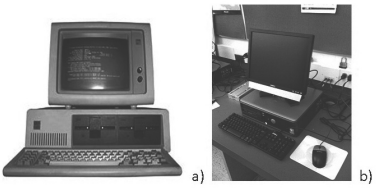
Iako se gotovo svaki savremeni računar može koristiti kao server, neki računari su specifično dizajnirani za serverske funkcije - skladištenje i obezbeđivanje velike količine podataka i deljenje drugih resursa umreženim korisnicima. Tako se, veliki računar posvećen samo bazi podataka može nazvati *server baze podataka*; *fajl serveri* upravljaju velikim skupom fajlova; *web serveri* procesiraju web stranice i web aplikacije itd. Ove funkcije razlikuju servere od *mainframe* računara, koji su generalno namenjeni za izvršavanje brojnih zadataka. Kada su personalni računari preuzeli ulogu stvarnog procesiranja podataka, neki *mainframe* računari su dobili ulogu servera. Većina manjih servera su, u stvari, personalni računari namenjeni za skladištenje podataka drugih personalnih računara. U drugim slučajevima brojni mali računari (u suštini specijalizovani PC) dizajnirani su da vrše serverske funkcije u *klaster* režimu – najčešće paralelnoj, ali i hijerarhijskoj, ili mrežnoj vezi malih računara, zavisno od postavljenih zadataka.

1.6.4. Radne stanice

Termin *miniračunari* nastao je u vreme kada je većina računara bila veličine radnog stola slično *mainframe* računarima. Za naučnu analizu obimnih podataka i druge slične aplikacije *miniračunari* su zamenjeni savremenim *radnim stanicama* – desktop računarima visokih performansi, namenjenih masovnim i intenzivnim proračunima. Koriste ih naučnici, inženjeri, analitičari, dizajneri računarski animatori i dr. Iako većina radnih stanica može podržati simultan rad više korisnika, praktično ih koristi samo jedno lice u dato vreme. Sam naziv *radna stanica* različito se tumači. Mnogi nazivaju radnom stanicom sve desktop i terminalne računare, (Slika 1.30b). Kako se povećava računarska moć savremenih 32 ili 64-bitnih desktop računara, to se razlika između radnih stanica i moćnih desktop računara individualnih korisnika sve više gubi. Najčešće su povezane na veliki računarski sistem i namenjene su za zahtevnije aplikacije kao što su 3D-grafika, dizajn, projektovanje i Slika Mogu imati moćniji hardver koji se ne nalazi u običnim personalnim računarima. Koriste OS koje normalno upotrebljavaju *mainframe* računari, obično jednu od varijanti UNIX-a.

Radne stanice imaju procesore i grafički displej visokih performansi, lokalno skladištenje velikog kapaciteta, mrežne kapacitete i operativne sisteme za više zadataka (*multitasking operating system*). Radne stanice se još uvek koriste za dizajnirane pomoću računara (*computer-aided design*), intenzivne naučne i inženjerske proračune, procesiranje slika, modelovanje arhitekture, računarsku grafiku za animacije i filmske vizuelne efekte.

1.6.5. Personalni računari (PC)



Slika 1.29 Personalni računar *IBM* (1981) *5150* (a) i *Dell OptiPlex* PC (b)

Termin *mikroračunari,* uveden sa pronalaskom čipa procesora u LSI tehnologiji, danas je praktično anahronizam. Ova kategorija savremenih računara naziva se *personalni računari*, a uključuje sledeće klase računara: stoni (*desktop PC*), prenosni (*laptopm, notebook)* i priručni *(*PDA, *palmtop, IPod, iPhone itd.)*

Personalni računari (PC) su namenjeni za individualnu primenu, kao što je obrada teksta, računovodstvo, igre i dr. Savremeni PC, daleko su moćniji od nekadašnjih *mainframe* računara u vreme njihove dominacije. Termin PC (*Personal Computer*) ima dva značenja: IBM kompatibilni personalni računar i personalni računar opšte namene za jednog korisnika. Oba značenja se ravnopravno koriste, a pravo značenje se otkriva iz konteksta. Termin PC se često koristi samo za računare koji koriste Microsoft Windows OS. Gotovo dve prethodne decenije termini *personalni* i *desktop* računar imali su isto značenje, jer su praktično svi PC računari bili desktop tipa, (Slika 1.29).

Kapaciteti PC veoma su povećani uvođenjem mikroprocesora i razvojem CPU u jednom čipu. Tokom 1980-tih razvijeni su PC za kućnu upotrebu, a savremeni PC nemaju tehničkih razlika za kućnu i poslovnu upotrebu. Broj instaliranih PC u svetu dostigao je do juna 2008. jednu milijardu, a do 2014 očekuje se još jedna milijarda kupljenih PC. Najveća tržišta su SAD, EU i Japan na koja otpada 58% instaliranih PC. Do 2013 očekuje se duplo veći broj instaliranih računara na novim tržištima, sa 70% druge milijarde PC računara u svetu. Očekuje se da oko 180 miliona PC (16% postojećih PC u svetu) bude zamenjeno, a 35 miliona rashodovano u toku 2008. Broj instaliranih PC raste godišnje za oko 12%.

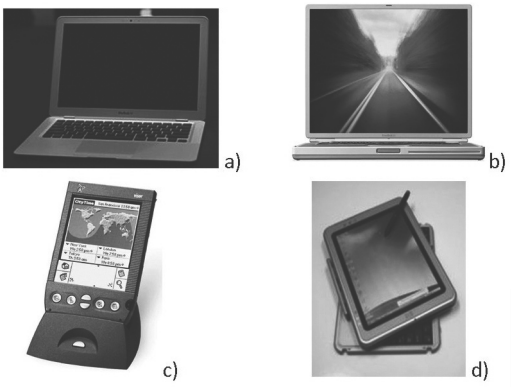
Najčešće korišćeni operativni sistemi u PC su *Microsoft Windows*, *Mac OS X* i *Linux*, dok su najčešći CPU mikroprocesori kompatibilni sa x86 procesorom. Savremeni PC često imaju ugrađeni modem brzine 56 Kbps za konekciju na Internet. Prvi vlasnici PC računara su morali pisati svoje aplikativne programe za izvršavanje specifičnih zadataka, dok savremeni PC korisnici imaju na raspolaganju veliki broj komercijalnih i besplatnih aplikativnih i uslužnih programa koji se lako instaliraju. Aplikativni programi za PC uključuju procesore teksta, *spreadsheets*, bazu podataka, igre i brojne uslužne programe.

1.6.5.1. Klase personalnih računara

Stoni (desktop) računar je nezavisni personalni računar (PC), nasuprot manjim oblicima PC kao što je mobilni *laptop* računar. Termin 'desktop' se odnosio primarno na horizontalno orijentisano kućište sa monitorom postavljenim na kućište računara radi uštede prostora na stolu korisnika. Većina savremenih desktop računara imaju odvojene ekrane i tastature, a proizvode se u raznim oblicima kućišta, počevši od *tower* (vertikalno orijentisanog), do malih kućišta koja se mogu skloniti iza LCD monitora (Slika 1.30).

Slika 1.30 Primer desktop računara sa *tower* kućištem i LCD monitorom

Prenosni računari nisu vezani za stolove i imaju najbrži razvoj u kategoriji PC. Naravno, sam termin *prenosni* je relativan. Prvi prenosni računari težili su oko 9 kg i bili smešteni u čvrstom koferu sa izdvojenom tastaturom i malim displejom sličnim TV ekranu. Savremeni prenosni računari tipa *Laptop,* namenjeni za mobilni rad, teški su oko 2-3 kg i često se nazivaju *notebook* računari, a performanse su im gotovo identične desktop računarima sa kojima se mogu spajati i koristiti nedostajuće performanse. Primeri ovih računara su: *laptops*, *notebooks i tablet PC*, (Slika 1.31).



Slika 1.31 *Apple*-ov poslednji Mac *MacBook Air* (a), najtanji svetski notebook *Macworld* 2008 (b), *Handspring Visor Prim* (c), *HP Compaq tablet PC* (d)

Tablet PC je *notebook*, mobilni računar oblika knjige, proizveden početkom 90-tih (*Pen Computing Ltd*.) kao *PenGo TabletComputer*. Kasnije ga popularišе i *Microsoft*. Ovaj računar poseduje *touchscreen,* ili koristi *graphics tablet/screen hybrid* tehnologiju koja omogućava korisniku da radi sa računarom sa štapićem (*stylus*), digitalnim perom, ili pritiskom prsta, umesto tastature ili miša.

Interfejsni hardverski uređaji potrebni za rad računara, kao što su paralelni i serijski portovi, grafičke kartice, zvučne kartice i dr., obično su integrisani u jednu jedinicu. Većina prenosnih računara sadrži bateriju za autonomni mobilni rad. U cilju optimizacije utroška energije, težine i prostora, laptop računari obično dele RAM sa video kanalom, što smanjuje performanse u odnosu na ekvivalentni desktop PC. *Režim hibernacije* obezbeđuje duže trajanje baterije i autonomni rad od 1 -8 časova i čuva sve aktivne podatke koji su bili na desktopu pre hibernacije, ako nije završena funkcija *shutdown,* što su važne karakteristike kod prenosnih (Laptop i dr.) računara. Jedan od ključnih nedostataka prenosnih računara je što se relativno malo mogu dograđivati u odnosu na originalni dizajn. Neki se uređaji mogu priključiti spolja preko portova, uključujući USB.

Priručni računari *(handheld computers*) su namenjeni za mobilni rad. Primeri su PDA (*Personal Digital Assistant*), *Palmtop, IPod* i *iPhone* uređaji. Bez obzira na veličinu, svi priručni računari su izvedeni na bazi sličnog mikroprocesora kao desktop računari, ali su komparativno skuplji. Osnovni nedostatak im je nemogućnost nadogradnje i povećanja performansi. *Ultra-mobilni PC* (UMPC) je *tablet PC* sa malim faktorom forme. Uređaj je razvijen udruženim naporom *Microsoft, Intel i Samsung-a* i dr. kompanija, (Slika 1.32a). Savremeni UMPC tipično ima sledeće karakteristike: *Windows XP Tablet PC Edition* 2005, *Windows Vista Home Premium Edition,* ili *Linux* operativni sistem i niskonaponski Intel *Pentium* ili *VIA C7-M* procesor, brzine do 1 GHz.

Priručni, *džepni* računari mogu da rade sa alternativnim OS, kao što su *NetBSD* ili *Linux* i imaju većinu funkcija modernih desktop PC računara, a neki uključuju karakteristike mobilnih telefona. *Microsoft* usaglašeni džepni PC (PDA tipa) mogu se koristiti sa drugim uređajima kao što su prijemnici, čitači bar kodova, RFID[3] čitači i video kamere. U toku 2007, sa pojavom *Windows Mobile 6*, Microsoft je ukinuo ime džepni računar i zamenio ga sa *Windows Mobile Classic*. Uređaji sa integrisanim mobilnim telefonom i *touchscreen*-om naziva se *Windows Mobile Professional*. Na Slici 1.32b prikazan je primer džepnog računara.

Konvergencija uređaja koji kombinuju funkcije personalnog računara i digitalnog video rekordera dovela je do razvoja tzv. *kućnog bioskop PC* (*Home theater PC)* - (HTPC). Uređaj je spojen sa TV ili monitorom, a koristi se kao digitalni foto ili muzički plejer, TV prijemnik ili digitalni video rekorder. Ovaj se uređaj često naziva *medija centrom* ili *medija serverom*. Uređaj se može kupiti prekonfigurisan sa zahtevanim hardverom i softverom i dodatnim programiranjem TV kanala u PC, ili se može izgraditi od diskretnih komponenti kao što su *Windows Media Center*, *GB-PVR, SageTV*, *Famulent* ili *Linux-MCE*. Na slici 1.32c. prikazan je desktop video sistem *Amiga 2000* sa CPU uređajem na desnoj strani i VCR-om ispod monitora.

a)

b)

c)

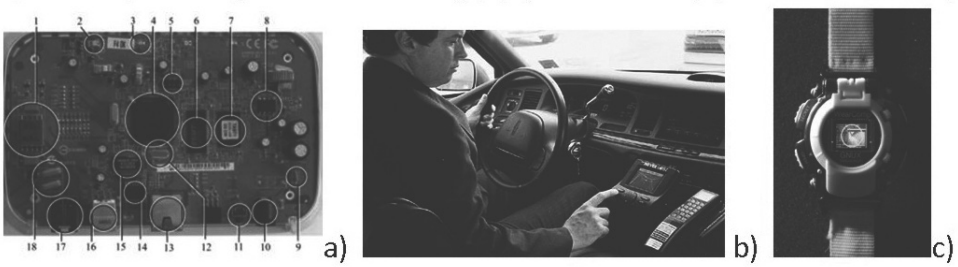
Slika 1.32 *Samsung Q1 UMPC* (a), O[2] džepni *PC* (b) i *Amiga 2000* **video** sistem (c)

1.6.6. Ugradivi i namenski računari

Svi računari nisu dizajnirani za opštu namenu. Neki računari su strogo namenski i izvršavaju specifične zadatke od kontrole temperature do upravljanja velikim građevinskim mašinama, ili kontrolu rada srca. Za razliku od desktop PC, ugrađeni računari imaju program koji se ne može menjati (učitan u mikroprocesor tzv. *firmware*), namenjen za upravljanje specifičnom mašinom, ili jednom funkcijom te mašine. Sva potrošačka

3 RFID – *Radio Frequency Identifier* (radio frekventni identifikator)

elektronika od električne četkice za zube do automobila i industrijskih mašina, sadrži ugrađene savremene *mikroračunare*. Na Slici 1.33 prikazan su primeri ugrađenih računara u: mrežni uređaj ruter, gde su 4-mikroprocesor, 6-RAM, a 7-fleš memorija, (a); automobil (b) i ručni časovnik (c).



Slika 1.33 Primeri ugrađenih računara

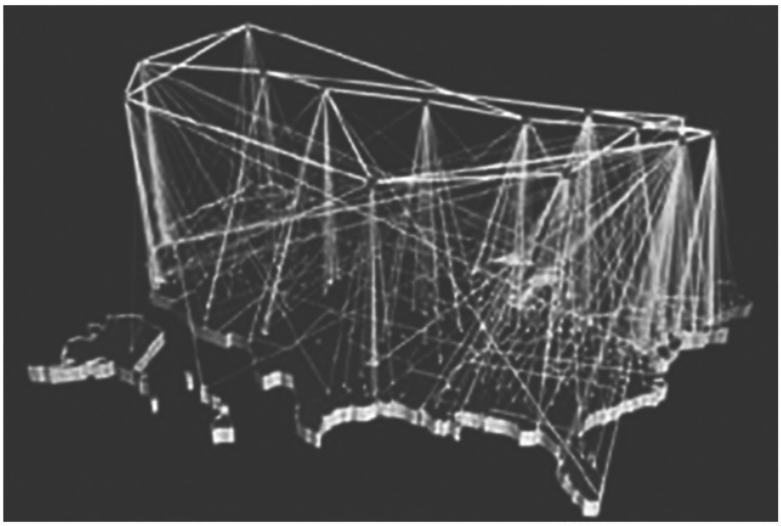
Za ugrađene računarske sisteme obično se koriste sporiji i jeftiniji CPU od onih u PC, ali generalno treba da izvršavaju samo jednu funkciju. Primeri ugrađenih računara su uređaji za: kontrolu temperature i vlažnosti, monitorisanje rada srca, monitorisanje kućnog protivprovalnog sistema itd.

1.7. UMREŽAVANJE RAČUNARA I INTERNET REVOLUCIJA

Paralelno sa razvojem mikroračunarske revolucije odvijala se *revolucija umrežavanja računara*. Početkom 1990-tih, razvojem desktop PC, javlja se potreba međusobnog povezivanja računara i deljenja resursa moćnijih servera u prvim lokalnim mrežama – LAN **(***Local-Area Networks*). Kada se umreži klaster servera, LAN mreža može zameniti skupe moćne računare i druge resurse (*mainframe* tipa*).* Računarske mreže su, ipak, pre posrednici koji povezuju korisnike, nego samo spojeni računari koji povećavaju sve performanse.

Prednost elektronskih komunikacija i deljenja resursa, umnožavaju se umrežavanjem LAN mreža u veće mreže. Razvoj telekomunikacionih tehnologija dalje je omogućio umrežavanje računara u gradske – MAN (*Metropolitan Area Networks*) regionalne – WAN (*Wide Area Networks*) mreže. Udaljeni računar se mogao povezati na mrežu putem telefonske parice pomoću *modema* – elektronskog uređaja koji moduliše binarne računarske podatke u analogni signal kompatibilan sa telefonskim sistemom i demoduliše analogni signal u binarni za unos u računar. Veliki poslovni sistemi, banke i državne organizacije iskoristile su prednosti tehnologije udaljenog umrežavanja i

izgradile postepeno novi sistem komunikacije informacija. Međutim, u isto vreme većina individualnih korisnika i dalje koristi računar kao alat za računanje, skladištenje informacija i proizvodnju papirnih dokumenata, više nego kao sredstvo za komunikaciju. Grupa vizionarskih naučnika i inženjera, finansijski podržana od vlade SAD, razvila je eksperimentalnu mrežu ARPANET 1969., koja će uskoro postati globalna svetska WAN mreža – skup manjih mreža, poznata kao Internet, (Slika 1.36).



Slika 1.36 Kompjuterski generisana 3-D mapa glavnih Internet konekcija u SAD

1.7.1. Internet revolucija

Pojava Interneta radikalno menja način upotrebe računara. U prvoj fazi razvoja Internet je predmet naučnoistraživačkih i akademskih studija i nekih državnih organizacija. Za rad preko Interneta bilo je potrebno poznavanje posebnih kodova. Tek 1990-tih, razvojem Internet programa i drugih tehnologija, došlo je do naglog skoka korišćenja Interneta. Prvo su programi za slanje e-pošte (e-*mail*) povezali obične korisnike preko Interneta, bez potrebe poznavanja kompleksnih kodova. Najveća promena u korišćenju Interneta nastaje ranih 1990-tih, razvojem svetskog komunikacionog protokola – WWW (*World Wide Web*), popularnog *Weba*. Web je doveo do transformacije Interneta - od prenosa samo tekstualnih poruka u multimedijalno okruženje za prenos slika, animacija, zvuka i videa zajedno sa tekstualnim sadržajima. Milioni korisnika dnevno se vežu na Web pomoću Web pretraživača (*browsers*) – programa koji u suštini služe kao navigacioni prozor na Webu. Protokol HTTP (*Hipertext Transfer Protocol*) povezuje milione web stranica preko hipertekst linkova, čineći tako Web masovnim, globalnim, stalno obnov-

ljivim skladištem multimedijalnih informacija. U 1994. oko 3 miliona korisnika bilo je povezano na Internet, da bi se taj broj 7 godina kasnije popeo na 400 miliona. Statistike pokazuju da su Internet korisnici mlađeg uzrasta, obrazovaniji i bogatiji od ostalog dela stanovništva. Upotreba Interneta raste neuporedivo brže od TV, radija i drugih prethodnih komunikacionih tehnologija. Tome je veoma doprineo razvoj e-trgovine preko Interneta i Weba. Veliki uspeh Interneta, dakle, nije toliko tehničke prirode, koliko je značajan sa humanog aspekta i uticaja Interneta na društvo i pojedinca.

Kako Internet osvaja svet, sve više organizacija prepravljaju svoje IKT sisteme, bazirane na *mainframe* ili PC računarskim sistemima u *Intranet sisteme* – privatne interorganizacijske mreže na bazi Internet tehnologija. Intranet oponaša Internet po načinu na koji korisnici prenose, dele i skladište informacije u organizaciji. Veliki broj istraživača predviđa da će personalni računar uskoro postati uglavnom interfejs-kapija (*gateway*) za povezivanje na Intranet i Internet, gde će se nalaziti svi računarski resursi. Nekoliko organizacija (*IBM, Sun i HP*) razvija i promoviše računare dizajnirane da funkcionišu kao mrežni terminali. Neslaganje je samo u tome, *šta* sve ovi računari treba da uključuju, *koliko* treba da rade bez podrške servera i *kako* ih nazvati. U opticaju su nazivi *mrežni računari, NCs, tanki klijenti, mrežni PC i Windows terminali*. Ovi računari imaju dve zajedničke karakteristike: *manje koštaju* od tipičnog PC, jer sadrže manje hardvera i lakše ih je održavati, pošto se glavni deo programa skladišti na serveru i omogućavaju korisniku da interaktivno šalje i prima informacije. Slično TV, mrežni računar (NC) je dizajniran da prima informacije sa svakog mesta, ali za razliku od TV, NC omogućava interaktivni rad korisnika. Razvojem savremenih bežičnih komunikacionih protokola i tehnologije (*Blootouth*, IC), savremena domaćinstva i poslovni sistemi već mogu povezati i neprekidno monitorisati desetinu uređaja na Internet: računar, telefon, TV, stereo uređaj, protivprovalni sistem sa video nadzorom i čak brojne kuhinjske uređaje. Bez sumnje, Internet tehnologije će igrati važnu ulogu u životu ljudi 21. Veka.

1.8. RAČUNARI U SVAKODNEVNOM ŽIVOTU

Za manje od životnog veka čoveka, računar je evoluirao od masivnog, skupog i nepouzdanog računara tipa kalkulatora (MARC I, ENIAC) do savremenog, moćnog računara, različitih veličina i karakteristika, neuporedivo jeftinijeg, bržeg i pouzdanijeg. Koliko je bilo teško pionirima računarstva predvideti tehnološki razvoj računara, toliko je teško danas predvideti uticaj računara na razvoj ljudske zajednice u celini. Tako je osnivač IBM sr. *Thomas Whatson* izjavio da će *„celom svetu biti potrebno svega 5 računara*“ (1953)! Prosečan korisnik računara danas treba da o računarima: razume *osnovne koncepte,* poznaje mogućnosti *primene* i razume *implikacije* korišćenja računara na pojedince i ljudsku zajednicu.

Osnovno razumevanje koncepata računarske i Internet tehnologije zahteva se zbog dosad neviđeno brzih promena hardvera i softvera računara, koji se menjaju svake 2-3 godine, a Internet tehnologije još brže, zahvaljujući povećanju stepena integracije u mikroprocesorskom čipu i proporcionalnom povećanju procesorske snage. Ipak, razumevanje ovog fenomena i osnova računarske i Internet tehnologije moguće je zato što se većina ključnih koncepata računarstva ne menja sa razvojem računara i računarskih mreža. Poznavanjem ovih osnovnih koncepata korisnici mogu lakše pratiti i razumeti sve kompleksne promene u ovoj oblasti.

Raznovrsnost aplikativnih programa čine savremeni računar fleksibilnim za obavljanje različitih zadataka, pa opšta računarska pismenost nije dovoljna za upotrebu računara u svakoj životnoj situaciji. Brojne aplikacije su veoma specifične, ali su sledeće toliko fleksibilne da ih mogu koristiti gotovo svi korisnici i o njima treba da imaju osnovna znanja:

- *Obrada teksta i stono izdavaštvo* su kritične veštine za svakog korisnika koji pismeno komunicira. Programi za stono izdavaštvo transformišu pisani tekst u obrađenu i vizuelno uređenu publikaciju.
- *Tabelarni pregledi (spreadsheets*) *i druge numeričke aplikacije* su personalne računarske aplikacije koje sa statističkim programima pomažu da se analiziraju i posmatraju brojčani podaci sa različitih pogleda.
- *Baze podataka,* glavna aplikacija u *mainframe* računarima, koriste se i u PC (npr. *Access* u Windows OS). Sa funkcijom pretraživanja korisnici mogu pronalaziti bilo šta u bazama podataka na Internetu.
- *Računarska grafika* omogućava proizvodnju i manipulisanje sa svim vrstama grafike, uključujući dijagrame, crteže, digitalne fotografije i 3-D animacije.
- *Multimedija* omogućava razvoj potencijalnih kreativnih sposobnosti umetnika i amatera svake vrste. Moderni desktop računari i multimedijski programi mogu kombinovati audio, video, tekstualne i grafičke sadržaje, dajući novu dimenziju računarskim komunikacijama. Interaktivni multimedijski dokumenti na brojnim web stranicama omogućavaju korisnicima raznovrsna istraživanja.
- *Telekomunikacije i umrežavanje* su ulazna vrata u svet e-pošte, diskusionih grupa, web izdavaštva i deljenja brojnih baza podataka na Internetu. Ako se postojeći trend održi, komunikacije na velike daljine mogu postati jedna od najvažnijih funkcija računara.
- *Veštačka inteligencija* je grana nauke o računarima koja istražuje korišćenje računara u zadacima koji zahtevaju inteligenciju, imaginaciju i dubinski uvid, a koje tradicionalno izvršavaju ljudi, a ne mašine. Donedavno akademska disciplina istraživača i filozofa, danas se istraživanja u ovoj oblasti isplaćuju sve većom komercijalnom primenom, počevši od aplikacija za prepoznavanje govora do sofisticiranih ekspertnih sistema.

- *Rešavanje opštih problema* pomoću računara vrši se uglavnom sa programskim aplikacijama koje su pisali profesionalni programeri. Za problema koji se ne mogu lako rešavati komercijalno raspoloživim aplikacijama, zahteva se programsko prilagođavanje. Programski jezici nisu aplikacije, nego alati koji omogućavaju izradu i kastomizaciju programskih aplikacija.
- *Zabavu* od kompjuterskih igara različitih nivoa kompleksnosti, do raznovrsnih muzičkih sadržaja i filmova, omogućavaju savremeni računari i Internet u neverovatnom obimu.

Na Slici 1.35 prikazani su primeri nekih primena savremenih računara: kompjuterski upravljan displej sistem u sali za sastanke (a), ugrađeni računar u automobil sa elektronskom kartom i navigacijom (b) i eksperimentalna lutka – robot (c).

a)

b)

c)

Slika 1.35 Primeri primene računara

Socijalne i etičke implikacije računara brze, su duboke i nepovratne. Čovečanstvo ju zakoračilo u *informaciono doba* – doba deljenja znanja i integracije sistema gde su kvalitet informacija i brzina odlučivanja odlučujući parametri. Tradicionalni poslovi *industrijske ere* nestaju, a pojavljuju se novi, automatizovani poslovi sa savremenim tehnologijama. Za ove duboke, suštinske promene odgovorni su računari više od svih ostalih tehnologija, koje utiču direktno ili indirektno kroz otkrića u telekomunikacijama, genetičkom inženjeringu, medicini i atomskoj fizici, ali koja su nezamisliva bez upotrebe moćnih računara. Najveće promene u svakodnevnom životu doneli su rezultati razvoja veštačke inteligencije, multimedija i robotike. Međutim, ništa manje nije značajno razumeti sve potencijalne faktore rizika od nastupajućih promena u društvenom i ličnom životu, koje donose savremene Internet i druge odnosne tehnologije, kao što su: ugrožavanje privatnosti, visokotehnološki kriminali i teškoće održavanja bezbednosti informacija, zaštita intelektualne svojine u digitalnom okruženju, neizbežni *bagovi* u razvoju kompleksnog softvera, automatizacija i dehumanizacija rada, zloupotreba informacija za ostvarivanje političke i ekonomske moći, prevelika zavisnost od kompleksnih tehnologija, zamagljivanje fizičke realnosti sa virtuelnom i stvaranje još veće zavisnosti ljudi od računara i Interneta i pojava bio-digitalne (nano) tehnologije, gde istraživači pokušavaju da razviju računar koji umesto elektronike koristi biološke ćelije kao noseću tehnologiju.

Na kraju, teško je predvideti kakav će sve uticaj imati računarske i Internet tehnologije na tradicionalne kulture koje su evoluirale hiljadama godina bez računara.

1.9. ZAKLJUČAK

Dok osnovni koncept računara datira iz 19. veka sa planom Analitičke mašine C. *Babagge*-a, prvi realni računari razvijeni su tek tokom 1940-tih. Od ovog vremena računari su evoluirali neverovatno brzo, postajući konzistentno sve manji, brži, efikasniji, pouzdaniji i jeftiniji. Istovremeno, ljudi su ispitali sve interesantne i korisne načine da uposle računare za rešavanje opštih problema i zadataka.

Savremeni računari, kao i njihovi preci, su mašine za obradu informacija dizajnirane da transformišu informacije iz jednog u drugi oblik. Kada računar radi, hardver prihvata ulazne podatke nekog spoljnog izvora, transformiše ih sledeći softverske instrukcije i proizvodi izlazne informacije koje mogu koristiti ljudi ili druge mašine.

Savremeni računari se proizvode u svim oblicima i veličinama sa specifičnim tipovima razvijenim za posebne zadatke. *Mainframe* i super računari obezbeđuju znatno veću računarsku moć i brzinu nego male desktop mašine, ali su i znatno skuplji. Deljenje resursa računara u vremenskoj domeni omogućava konkurentan rad više korisnika povezanih preko terminala na ove velike računare. Na drugom kraju spektra *mikroprocesorski* tipova računara, serveri, radne stanice, personalni računari i brojne vrste priručnih uređaja, obezbeđuju dovoljnu računarsku moć širokom krugu korisnika koji nemaju potrebe za moćnim mašinama – *mainframe* i super računarima. Mikroprocesori se ne koriste samo u računarima opšte namene, nego se ugrađuju u brojne uređaje, automobile i sve veću listu drugih proizvoda.

Umrežavanje računara povećalo je vrednosti i moć računarskog sistema, omogućilo deljenje resursa sa drugim računarima i olakšalo elektronsku komunikaciju sa drugim korisnicima računara. Neke računarske mreže su lokalne za određenu zgradu ili poslovni sistem; druge spajaju korisnike na udaljenim geografskim lokacijama. Globalna svetska mreža – Internet je skup računarskih mreža koje spajaju računare poslovnih sistema, javnih institucija i pojedinaca širom sveta. E-pošta obezbeđuje za stotine miliona ljudi trenutne web kapacitete. Sa web pretraživačima, isti Internet korisnici imaju pristup milionima web stranica na WWW. Web je distribuirana mreža međusobno povezanih multimedijalnih dokumenata, zasnovana na HTTP protokolu. Web je postao vitalni centar e-trgovine i drugih oblika e-poslovanja i zabave.

Računari i IKT su promenili svet brzo i nepovratno, čineći život lakšim i produktivnijim. Aplikacije personalnih računara kao što su procesori teksta, *spreadsheets*, grafika, multimedija i baze podataka, postaju sve popularnije kod individualnih korisnika. Rastuće tehnologije kao što su veštačka inteligencija nude neslućene mogućnosti za nove aplikacije. Međutim, računari i Internet tehnologije istovremeno ugrožavaju privatnost, bezbednost i potencijalno način života savremenog čoveka. Ulaskom u informaciono doba deljenja znanja i integracije sistema, budućnost čoveka zavisiće od sposobnosti razumevanja i korišćenja računara na produktivan i pozitivan način.

1.10. KLJUČNE REČI

Analitical Machine (Analitička mašina) - mašina (C. Babbage) dizajnirana da izvršava kompleksne proračune bilo kog računa sa tačnošću do 20 cifara, ali nikada nije izgrađena; predstavlja prvi pokušaj izrade digitalnih računara, a programirala se pomoću bušenih kartica.

Application Program (Aplikativni program) - alat koji omogućava primenu računara za specifične namene i čini savremeni računar fleksibilnim za obavljanje različitih zadataka.

Firmware - hibridna simbioza hardvera i softvera, gde se softver ne može menjati i reprogramirati (npr. EPROM).

Computer hardware (Hardver računara): opipljive fizičke komponente računarskog sistema.

Integrated circuit (Integrisano kolo) - silicijumski čip sa stotinama hiljada integrisanih tranzistora i drugih elektronskih elemenata (dioda, otpornika, kondenzatora,...).

Internet: globalna svetska WAN mreža brojnih LAN, MAN i WAN mreža.

Intranet: organizacijska mreža zasnovana na Internet tehnologiji.

Computer output (Izlaz računara) - svi interfejsni uređaji između CPU i korisnika koji transformišu računarske izlaze u oblik čitljiv za korisnika, drugi računar, uređaj ili izvršnu mašinu.

Laptop računar: prenosni računar namenjen za terenski rad, sa autonomnim baterijskim napajanjem i performansama gotovo identičnim desktop računarima.

***Mainframe* računar**: računar povećanih performansi za konkurentan rad više učesnika, namenjen za velike organizacije i sa terminalima za učitavanje/ isčitavanje podataka bez procesora (dumb).

Micro computer (Mikro računar) - istorijska kategorija računara, koja se danas odnosi na brojne tipove personalnih računara (desktop, laptop, palmtop, iPod, iPhone,...).

Microcomputer revolution (Mikroračunarska revolucija) - nastala u računarskoj tehnologiji razvojem mikroprocesora početkom 1970-tih, zahvaljujući visokom stepenu integracije elemenata u silicijumskom čipu.

Moor law *(Moor*-ov zakon) - Intelov suosnivač Gordon E. Moore 1965; opisuje trend u istoriji razvoja računarskog hardvera - broj tranzistora u IC raste eksponencijalno, udvostručavajući se i povećavajući procesorsku snagu svakih 18 meseci po istoj ceni čipa.

Network computer (Mrežni računar) - računar dizajniran da funkcioniše kao mrežni terminal, interfejs-kapija (gateway) za povezivanje na Intranet i Internet, gde se nalaze svi računarski resursi; ima više naziva - NCs, tanki klijenti, mrežni PC i Windows terminal.

Designated computer (Namenski računar) - kategorija računara namenjenih za specifične aplikacije (npr., ugrađeni računari, grafički dizajn) sa prilagođenim specifičnim performansama.

Notebook computer (prenosivi računar) - opšti naziv za prenosne računare od laptopa do džepnih računara.

Personal Digital Assistant (Personalni digitalni pomoćnik) - (PDA) priručni računar namenjen za personalnu upotrebu, sa Internet pretraživačem i touch screen ulazno/izlaznim interfejsom.

Data (Podatak) - deo informacije koji sam za sebe ne donosi novo znanje korisniku.

Handheld computer (Priručni računar) - palm top, handheld ili PDA računar malih dimenzija namenjen za ličnu upotrebu.

Program – softverski proizvod, neopipljivi deo računarskog sistema koji štiti korisnika od kompleksnosti računara i upravlja radom hardvera; deli se u tri glavne kategorije: sistemskih, aplikativnih i kompajlerskih programa.

High Performance Computer (Računar visokih performansi) - super računar sa velikom brzinom rada, primarnom i sekundarnom memorijom i specifičnom RISC arhitekturom koja obezbeđuje visoke performanse računara za masovne proračune.

Workstation (Radna stanica) - računar sa boljim performansama od personalnog računara, namenjen za individualne korisnike (istraživače, naučnike, inženjere u razvoju) koji rešavaju zahtevne zadatke.

Server - moćniji računar od personalnog (PC) desktop računara namenjen tipično za lokalne mreže klijent-server tipa, sa resursima koje deli više klijenata u mreži.

Embaded computer (Ugradivi računar): centralna procesorska jedinica (CPU) ugrađena u neki predmet, mašinu ili alat, čiji izlaz predstavlja pogonsku funkciju tog objekta.

Computer Input (Ulaz računarskog sistema) - svi interfejsni uređaji (tastatura, miš, audio, video ulazi) između korisnika i CPU koji transformišu ulazne informacije u oblik čitljiv za računar – binarne podatke.

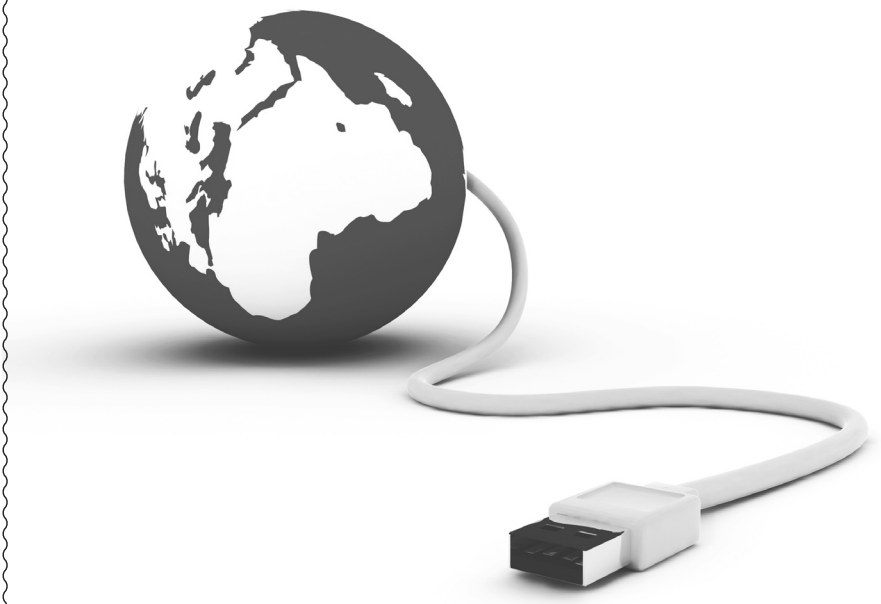
Time-sharing (Vremensko deljenje resursa) - standardna funkcija kod mainframe, serverskih i savremenih PC računara, koja omogućava da se nekoliko programa prividno izvršava u isto vreme (simultano) i konkurentan rad više korisnika; zahteva da računar prekine tekući zadatak u CPU, dobrovoljno ili hardverski (*hardware interrupt*).

Web browser (Web pretraživač) - aplikativni program namenjen za pretraživanje web stranica na Internetu, koji radi sa standardnim HTTP protokolom.

PITANJA ZA PONAVLJANJE

- ☑ Pod kojim nazivom je poznat prvi računar od 4000 godina pre nove ere?
- ☑ Kako se zove tvorac prvog računara iz XIX veka (analitička mašina)?
- ☑ Kako se zove britanski matematičar, koji je definisao principe modernih računara, tvorac je algoritama i dekripter?
- ☑ Ko je patentirao unos podataka na bušenim karticama za elektromehanički računar, korišćen za popis stanovništva u SAD 1890 godine?
- ☑ Koji je naučnik XX veka definisao računar opšte namene, koji ima ulaz, izlaz, kontrolnu i aritmetičku logiku i memoriju?
- ☑ Koje su osnovne funkcije računarskog sistema?
- ☑ Koje su osnovne kategorije softvera?
- ☑ Koje su osnovne karakteristike računara prve generacije?
- ☑ Koje su osnovne karakteristike računara druge generacije?
- ☑ Koje su osnovne karakteristike računara treće generacije?
- ☑ Koje su osnovne karakteristike računara četvrte generacije?
- ☑ Šta označava skraćenica GUI?
- ☑ Koje komponente GUI je Macintosh uveo 1984?
- ☑ Koja imena su imali Windows OS u toku razvoja?
- ☑ Koje su osnovne karakteristike *Mainframe* računara?
- ☑ Koje su osnovne karakteristike super računara?
- ☑ Šta su serveri?
- ☑ Koje su osnovne namene personalnih računara?
- ☑ Navedite osnovne tipove prenosivih računara?
- ☑ Za šta su namenjeni ugradivi računari?

2. HARDVER RAČUNARA



Posle čitanja i razumevanja ovog poglavlja studenti će biti sposobni da uopšteno objasne principe na kojima računari skladište i manipulišu informacijama, da opišu osnovnu strukturu i organizaciju računara i diskutuju bazične funkcije i interakcije glavnih internih hardverskih komponenti računara, uključujući različite tipove memorija i uređaja za skladištenje.

2.1. UVOD

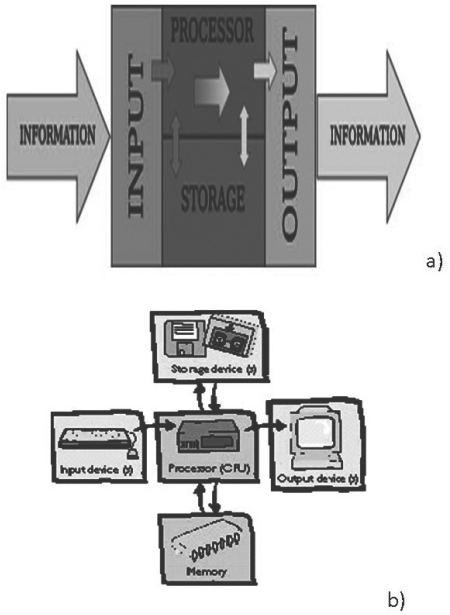
Za razumevanje rada računara, običan korisnika ne mora znati sve tehničke detalje. Dovoljno je znati odgovore na pitanja: "kako računar radi ono što radi", i to objasniti sa osnovnim, ne-tehničkim rečnikom. Korisnici zainteresovani za dublje tehničke detalje mogu lako naći dodatne informacije u priloženoj literaturi i na web stranicama.

Hardver računarskog sistema obuhvata dve glavne grupe fizičkih komponenti: samog računara–CPU (centralne procesorske jedinice) koje su opisane u ovom poglavlju i periferijskih uređaja, detaljnije opisanih u 3. poglavlju ovog udžbenika.

Da bi korisnik razumeo osnovne funkcije hardvera računara, potrebno je znati šta računar stvarno radi i kako upisuje i očitava podatke sa čvrstog diska.

2.2. OSNOVNE FUNKCIJE RAČUNARA

U suštini računar izvršava samo četiri osnovne funkcije (Slika 2.1): prima ulazne informacije iz fizičkog okruženja, obrađuje informacije izvršavajući aritmetičko-logičke operacije nad ulaznim informacijama, proizvodi izlazne informacije za okruženje - korisnike, druge računare ili mašine i skladišti informacije u memorijske uređaje.

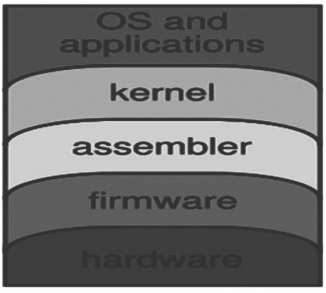


Slika 2.1 Blok dijagram (a) i ilustracija osnovnih funkcija računarskog sistema (b)

Sa aspekta funkcionalnosti računara i generičke definicije sistema, računar je – *sistem*. Svaki *računarski sistem* sadrži hardverske komponente – fizičke delove računara, koji su specijalizovani za izvršavanje svake od navedenih funkcija. Računarski hardver je platforma za procesiranje informacija i na osnovu tog kriterijuma deli se na:

- *Ulazne uređaje*: tastature (*keyboards*), uređaje za pokazivanje (miš, *touchpad, touchpen*), skenere, čitače bar kodova, mikrofone, koji primaju ulazne informacije iz okruženja i predstavljaju interfejs između korisnika i CPU računara;
- *Procesor (CPU):* „mozak" računara koji procesira informacije izvršavajući aritmetičke proračune i logičke operacije i donosi osnovne odluke na bazi poređenja vrednosti informacija, a obuhvata mikroprocesor, matičnu ploču, primarnu memoriju (RAM), jedinicu za napajanje i dodatne namenske (ekspanzione) kartice;
- *Izlazne uređaje:* monitore koji u okruženje šalju vizuelne izlazne informacije, štampače (printere) – štampane informacije i zvučnike -tonske informacije;
- *Memorije i uređaje za skladištenje* informacija: memorija računara često se naziva *primarna memorija*, *glavna memorija* ili samo *memorija*, najčešće RAM (*Random Access Memory*) tipa, a koriste se za skladištenje programa i podataka kojima CPU neposredno treba da pristupi; uređaji za skladištenje uključuju čvrsti disk – HD (*Hard Drive*) koji se često naziva *interna sekundarna* ili *on-line* memorija, zatim CD, DVD, USB i drugi *spoljni sekundarni uređaji za skladištenje*-ZIP diskovi, magnetne trake i fleš memorije, koji su istovremeno ulazni i izlazni uređaji, u zavisnosti da li se informacije učitavaju ili se očitavaju.

Kombinacija ova četiri tipa komponenti čini hardverski deo računarskog sistema. Naravno, računarski sistem je nekompletan bez *programa* ili *softvera,* koji daje instrukcije hardveru šta treba da radi. Konceptualni dizajn i fundamentalna operativna struktura računarskog sistema u kompjuterskom inženjeringu naziva se *arhitektura računarskog sistema*, koja sadrži funkcionalni opis zahteva, posebno za brzinu i interne veze i implementaciju dizajna za različite delove računara. Ovo se najviše odnosi na interno funkcionisanje CPU i brzinu pristupa adresama memorije računara. Tipična vizija arhitekture računara prikazuje se serijom apstrakcionih slojeva: *hardver, firmware, assembler, kernel, operativni sistem i aplikacije*, (Slika 2.2).



Slika 2.2 Tipična vizija arhitekture računarskog sistema

CPU i primarna memorija su glavne hardverske komponente koje učestvuju u svim računarskim operacijama. Periferijske uređaje računarskog sistema čine ulazni i izlazni uređaji i sekundarni uređaji za skladištenje informacija. Pošto je svaka komponenta računarskog hardvera dizajnirana za transport, ili transformaciju informacija, potrebno je razumeti kako računar zapisuje informacije.

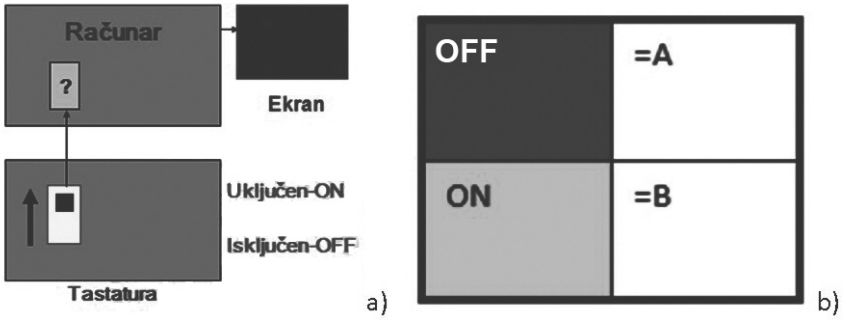
2.3. BINARNI BROJNI SISTEM

Pojam *informacija* teško se jednoznačno definiše pošto ima više značenja, od kojih su šire prihvaćene dve:

1. *Informacija je svaka komunikacija skupa podataka koji imaju vrednost za primaoca, informiše ga i povećava njegovo znanje*. Ova definicija pravi razliku od podataka saopštenih putem TV, novina, računara i drugih izvora koji primaocu ne donose nova znanja. Dakle, svaki korisnik individualno primenjuje lična merila za definisanje informacije iz obimnog skupa nepovezanih podataka.
2. *Informacija je svaka komunikacija podataka bez obzira ima li ili nema vrednost za primaoca.* Prema ovoj generičkoj definiciji komunikacione teorije informacija može biti u bilo kojoj formi: reč, broj, slika, zvuk, simbol – sve što se može preneti komunikacionim kanalima.

Kako računar generalno transformiše sirove ulazne podatke koji nemaju vrednost za korisnika u tekućem obliku, u izlazne informacije koje imaju vrednost za korisnika, čini se da više odgovara prva definicija informacija. Ovakav pristup, takođe, ističe ulogu računara u procesiranju podataka poslovnih procesa. Međutim, kako izlazna informacija može biti ulaz u drugi računar, teško je primeniti personalna merila o vrednosti tog izlaza, pa je objektivnije i opštije primeniti drugu definiciju informacija. U tom smislu, u ovom udžbeniku obe definicije su primenjene ravnopravno, a iz konteksta se vidi na koju se definiciju konkretno odnosi.

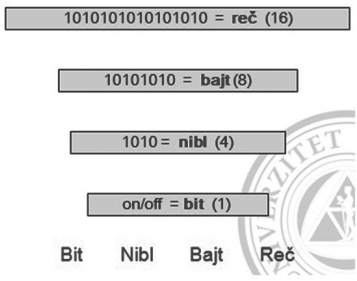
U računarskom okruženju informacije se zapisuju, prenose i skladište u *digitalnom* odnosno *binarnom* obliku; sačinjene su od diskretnih jedinica koje se mogu računati i deliti na manje jedinice. Računar ne razume reči, brojeve, slike, muzičke note ili slova i ne može procesirati informacije bez deljenja u manje jedinice. Tačnije, računar može prepoznati samo informacije razložene do nivoa *bita*. Bit (***Bi**nary Digi**t***) je najmanji deo digitalne informacije i može imati vrednost samo *dva* stanja – **1** i **0**, za razliku od digitalnog signala koji može imati bilo koju vrednost. Priroda i fizičko okruženje su puni binarnih stanja, na primer: ima-nema, uključen-isključen, crno-belo, da-ne, visok-nizak itd. Računar se u krajnjoj aproksimaciji može predstaviti matricom finih prekidača. Ako se zamisli da je memorija računara za upisivanje informacija skup mikroskopskih prekidača (*on/off*) realizovanih, na primer, magnetskim česticama sa polovima N-S, lako je razumeti da računar procesira informacije bit po bit. Svaki prekidač skladišti sićušni deo informacija. Na primer, jednostavni dizajn 1-bitnog računara može se predstaviti jednim strujnim prekidačem koji signalizira CPU jedinicu po jedno binarno stanje u svakom trenutku. To stanje CPU prikazuje specifičnim simbolom na ekranu CPU (Slika 2.3a). Zavisno od položaja prekidača, na ekranu će biti prikazano, recimo **A** ako je prekidač isključen, a **B** ako je uključen (Slika 2.3b).



Slika 2.3 Jednostavan dizajn jednobitnog računara

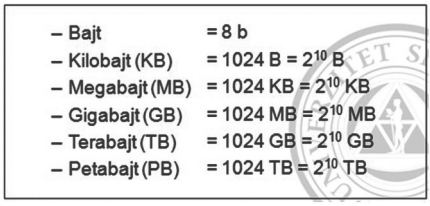
U računaru se bitovi (b) grupišu u veće binarne jedinice: nibl – 4 bita=4b, 1 bajt =1B=8 bita ili dva nibla i binarna reč – 16 bita ili 2 bajta (Slika 2.4). Skup od 8 bita ili 1B može predstaviti 2^8=256 brojeva između 0 i 255. Ako su svi prekidači na **Off** vrednost je 0, a ako su svi – **On** vrednost je 255. Veći brojevi od 255 predstavljaju se sa više bajta. Reč od 2 bajta (2B) može predstaviti 2^{16}=65.536 (0 do 65.535) vrednosti. Brojni sistem koji predstavlja sve brojeve sa kombinacijom dve cifre naziva se *Binarni brojni sistem.* Baš kao i dekadni (decimalni) brojni sistem na osnovi 10 kojeg svakodnevno koristimo, binarni sistem ima jasna, konzistentna pravila za sve aritmetičke operacije. Računar memoriše u primarnu memoriju (RAM) u jednom trenutku celu binarnu reč. Po dužini binarne reči koje se mogu odjednom memorisati u jednu liniju RAM memorije, računar se naziva: 8-bitni, 16-bitni, 32-bitni ili 64-bitni.

Međutim, pokušaj da se nauči kako računar radi na osnovu ispitivanja operacija računara na nivou bita, isto je što i utvrđivanje izgleda čoveka na osnovu ispitivanja individualnih ćelija. Na sreću, ljudi mogu koristiti računare bez razmišljanja o binarnoj prezentaciji. Međutim, većina korisnika računara treba da ima osnovno razumevanje međusobnih odnosa binarnih jedinica za kvantizaciju podataka, (Slika 2.5). Skraćenice K, MB, GB, TB opisuju kapacitet memorije i uređaja za skladištenje, a koriste se i za označavanje veličine fajla (datoteke) u fajl sistemu računara. Fajl računara je organizovani skup informacija, uskladištenih u čitljivom obliku za računar. Na primer, tekst od 20-ak stranica uskladišten je u fajl veličine od oko 75KB prostora na fizičkom disku. Da bi se izbegla konfuzija brzina rada računara – transfera podataka, označava se u **Mbps** (megabita/sekundi), a ne MB.

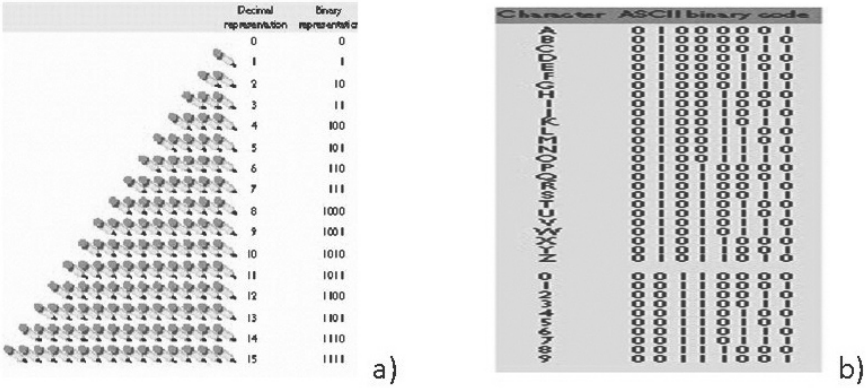


Slika 2.4 Binarni brojni sistem

Sa binarnim brojnim sistemom mogu se zapisivati brojevi, tako što se kodiraju svi brojevi kombinovanjem samo dve binarne cifre - 1 i 0. Decimalni brojevi se mogu konvertovati u binarne i obrnuto. Savremeni računari sadrže program koji automatski konvertuje decimalni brojni sistem u binarni i obrnuto, što praktično znači da je procesiranje binarnih brojeva potpuno sakriveno od korisnika. Primer decimalne i binarne reprezentacije brojeva dat je na Slika 2.6a.



Slika 2.5 Odnosi osnovnih binarnih jedinica



Slika 2.6 Decimalna i binarna reprezentacija brojeva (a) i ASCII kôdovi (b)

Međutim, savremeni računari rade jednako sa tekstom i brojevima. Da bi se reči, rečenice i paragrafi učinili razumljivim za binarna kola računara, programeri su morali razviti kodove koji predstavljaju svako slovo, broj i specijalni karakter kao jedinstven niz bita. *Kodiranjem* binarnih informacija mogu se predstaviti slova, interpunkcijski i drugi karakteri, ili uopšte bilo kakvi signali ili informacije koje se konvertuju u binarnu formu. Najčešće korišćeni kôd u računarstvu je ***ASCII (****American Standard Code for Information Interchange),* koji ima 256 jedinstvenih znakova i predstavlja svaki karakter sa jedinstvenim 8-bitnim kodom. U ASCII kodu mogu se predstaviti 256 jedinstvenih karaktera: 26 slova engleskog alfabeta (velikih i malih), 10 cifara (0-9), (Slika 2.6b) i različitih specijalnih karaktera. Kako ASCII kod nije mogao predstaviti slova drugih svetskih jezika (npr., Grčki, Hebrejski, Arapski i dr.), razvijen je noviji - ***Unicode*** kodni sistemi koji podržava 65.000 jedinstvenih karaktera, što je više nego dovoljno za sve glavne svetske jezike. U Tabeli 2.1 prikazane su uporedne vrednosti kodiranja karaktera osnovnih kodnih sistema koji se primenjuju u računarskoj tehnici: *decimalni, heksadecimalni, oktalni, binarni i ASCII*.

Tabela 2.1 Tabela konverzija kôdnih sistema

DECIMAL	HEX	OCTAL	BINARY	ASCII	MEANING
57	39	071	0011 1001	9	Nine
58	3A	072	0011 1010	:	Colon
59	3B	073	0011 1011	;	Semi-colon
60	3C	074	0011 1100	<	Less than
61	3D	075	0011 1101	=	Equals
62	3E	076	0011 1110	>	Greater than
63	3F	077	0011 1111	?	Question mark
64	40	100	0100 0000	@	Commercial at
65	41	101	0100 0001	A	Uppercase A
66	42	102	0100 0010	B	Uppercase B
67	43	103	0100 0011	C	Uppercase C
68	44	104	0100 0100	D	Uppercase D
69	45	105	0100 0101	E	Uppercase E
70	46	106	0100 0110	F	Uppercase F
71	47	107	0100 0111	G	Uppercase G
72	48	110	0100 1000	H	Uppercase H
73	49	111	0100 1001	I	Uppercase I
74	4A	112	0100 1010	J	Uppercase J
75	4B	113	0100 1011	K	Uppercase K
76	4C	114	0100 1100	L	Uppercase L
77	4D	115	0100 1101	M	Uppercase M
78	4E	116	0100 1110	N	Uppercase N
79	4F	117	0100 1111	O	Uppercase O
80	50	120	0101 0000	P	Uppercase P
81	51	121	0101 0001	Q	Uppercase Q
82	52	122	0101 0010	R	Uppercase R
83	53	123	0101 0011	S	Uppercase S
84	54	124	0101 0100	T	Uppercase T
85	55	125	0101 0101	U	Uppercase U

Primer: Binarni broj - 01010011 je decimalni **-** 83, ASCII – S, a heksadecimalni - h53 ili 0x53 ili $53_{1.}$

Grupe bita mogu, takođe, predstaviti boje i zvukove sa kojima savremeni računari rade, kao i bilo koju vrstu informacije koju računari mogu procesirati (temperaturu, pritisak i slika), kvantitativnim, senzorskim merenjem u okruženju. Pored načina na koji računari predstavljaju podatke – informacije iz okruženja, važno je razumeti kako računar skladišti programe. Računar, takođe, skladišti programe kao kolekciju bita. Na primer, kôd 01101010 može značiti instrukciju za računar da *doda dva broja*.

Računar koristi *Binarni brojni sistem* za upisivanje programa, podataka instrukcija na fizički (čvrsti) disk. Sačuvani (memorisani) programi i podaci se smeštaju kao skupovi bita na fizičkom disku, a programske instrukcije se predstavljaju u binarnom zapisu kao odgovarajući kôdovi instrukcija, (Slika 2.7).

Slika 2.7 Binarni zapis na fizičkom disku

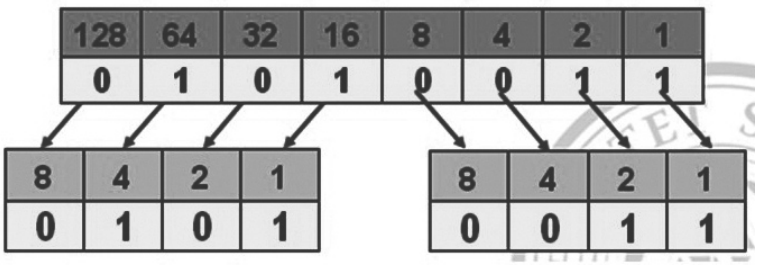
Korišćenjem dva binarna simbola (0 i 1) mogu se predstaviti svi ulazni brojevi, slova i drugi karakteri u računarski sistem i nad njima se mogu vršiti proizvoljne aritmetičke operacije. Bilo koji binarni broj se takođe, konvertuje u dekadni, sumiranjem proizvoda binarnih cifara i njihovih *težinskih faktora*, **2^n, n=0, 1, 2, ...m. Primer**: Decimalni broj 19 se predstavlja u binarnom brojnom sistemu sa 00010011 (Slika 2.8).

Slika 2.8 Konverzija decimalnog u binarni broj

Osnovni nedostatak binarnog zapisa brojeva je predugačak zapis i preveliko trošenje memorije računara. Zato se koriste drugi, kraći brojni sistemi. U računarskim sistemima najčešće se koristi *heksadecimalni (hex)* brojni sistem koji ima 16 cifara: **0,1,2,3,4,5,6, 7,8,9,A,B,C,D,E,F.**

Primeri: 0100 0001 b = 41 h, a 1010 0111 b = A7 h.

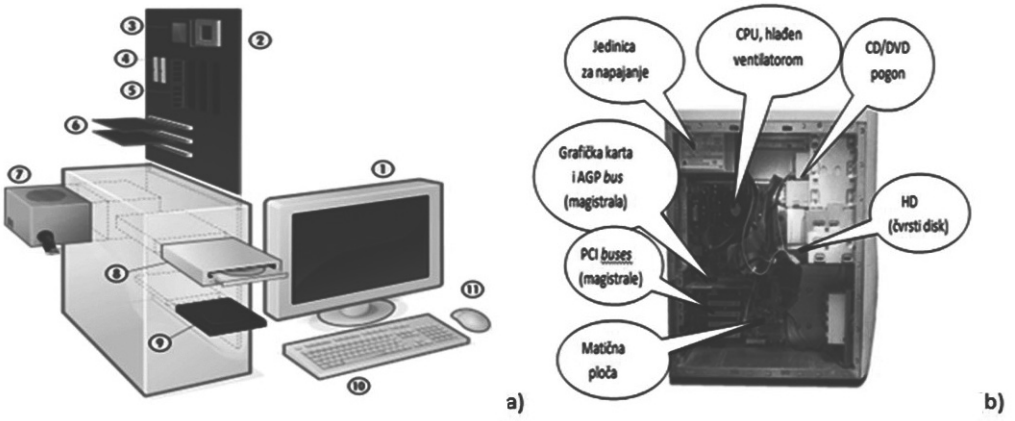
Konverziju binarnog u *hex* zapis vrši računar. Za određivanje *hex* vrednosti treba podeliti bajt u 2 nibla i ponderisati ponovo svaki nibl sa desna na levo (Slika 2.9).



Slika 2.9 Konverzija binarnog u hex zapis

2.4. HARDVERSKE KOMPONENTE CPU RAČUNARSKOG SISTEMA

Hardver računarskog sistema prikazan je na Slika 2.10 (a): (1) monitor, (2) matična ploča, (3) BIOS (ROM), (4) procesor, (5) primarna memorija (RAM), (6) grafička i zvučna kartica, (7) jedinica za napajanje, (8) pogonska jedinica za CD/DVD, (9) pogonska jedinica za disketu, (10) tastatura, (11) miš i glavne unutrašnje komponente računara (Slika 2.10b). Hardver se mnogo ređe menja nego softver. Mogućnosti računara u najvećoj meri zavise od kvaliteta performansi hardvera.



Slika 2.10 Hardver računarskog sistema

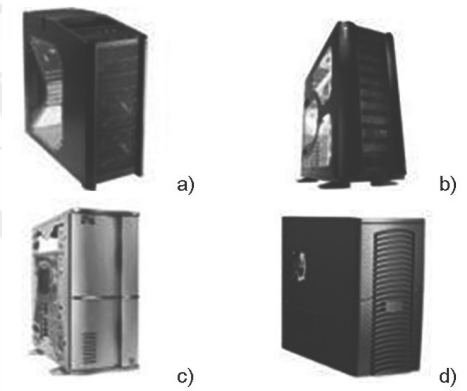
Periferijske jedinice tastatura i miš su, takođe, povezani sa glavnom pločom kablom preko ulazno/izlaznog (I/O) panela na zadnjoj strani računara. Monitor je povezan preko I/O panela kroz port na glavnoj ploči ili na grafičkoj kartici. Nekoliko funkcija, implementiranih sa čipsetom (*chipsets*) može biti integrisano na glavnoj ploči, tipično to su USB i mrežni konektor, ali mogu biti i grafička i zvučna kartica. Grafička i zvučna kartica mogu imati elektromagnetni oklop za zaštitu analognih elemenata od elektromagnetne radijacije u računaru. Za skladištenje velike količine podataka mogu se koristiti dodatni HD instaliran u kućište računara ili eksterni HD u posebnom kućištu.

Hardverski kapaciteti personalnog računara mogu se proširiti dodavanjem ekspanzionih kartica, povezanih na glavnu ploču preko ekspanzione magistrale (*bus*). Neke standardne periferijske magistrale, koje se često koriste za dodavanje ekspanzionih kartica u PC računarima od 2005 godine su PCI i AGP (PCI velike brzine namenjene za grafičke adaptere) i PCI Express. Većina PC računara od 2005 imaju više fizičkih PCI ekspanzionih slotova. Mnogo računara takođe uključuje AGP magistralu i ekspanzione slotove, ali samo nekoliko sadrži obe magistrale.

Savremeni personalni desktop računari (PC) tipično sadrže sledeće interne hardverske komponente u kućištu računara sa jedinicom za napajanje (često se naziva CPU): matičnu ploču (*motherboard*), CPU-centralnu procesorsku jedinicu (procesor), primarnu memoriju (RAM), video (grafičku) karticu, čvrsti disk (*hard disc*), optički disk (CD RW, DVD-ROM ili DVD W), tastaturu i miš i monitor.

2.4.1. Kućište računara

Kućište računara je struktura koja sadrži glavne komponente računara, obični izrađena od čelika, aluminijuma ili plastike, mada se mogu koristiti i drugi materijali, kao što su drvo, pleksiglas i dr. Kućišta mogu imati različite veličine i faktore forme, koji su uglavnom određeni faktorom forme glavne ploče, pošto je najveća komponenta računara. Danas je najpopularniji faktor forme kućišta desktop računara *ATX* kućište, mada *microATX* i *mali faktori forme* postaju vrlo popularni za različite namene. Kompanije kao što su *Shuttle* Inc. i *AOpen* promovišu mala kućišta od kojih *FlexATX* odgovara najčešće korišćenoj glavnoj ploči. *Apple Computer* je proizveo Mac Mini računar, koji je sličan po veličini standardnom pogonskom kućištu CD ROMa. Na Slici 2.11 prikazani su neki tipovi popularnih ATX kućišta računara: *900 midtower (a), Armor VA 8000BWS (b), VA3400SWA (c), Wizard ULT31850 TL (d)*.



Slika 2.11 Kućišta računara

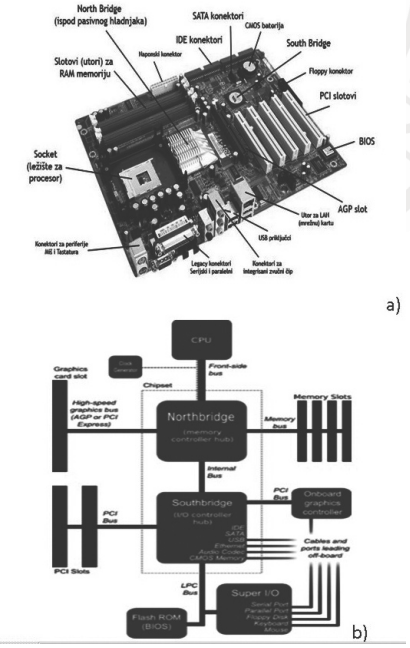
Napajanje računara obezbeđuje jedinica za napajanje (p*ower unit*), (Slika 2.12), koja vrši konverzija naizmeničnog (AC) u istosmerno (DC) napajanje – AC 220 V u DC 3,3 V, 5 V i 12 V. Ima sopstveno hlađenje, a glavna karakteristika jedinice za napajanje je njena snaga, koja se izražava u vatima (W).

Slika 2.12 Tipična jedinica za napajanje PC računara

2.4.2. Matična ploča

Glavna ploča je osnovni deo računara koja povezuje sve komponente računara u jednu funkcionalnu celinu. Memorijska kartica, grafička kartica i procesor su instalirani na glavnoj ploči: procesor preko *socket* utičnice, a RAM memorija preko ekspanzione *slot utičnice*. Slot 1 utičnica predstavlja fizičku i elekričku specifikaciju konektora za spajanje Intelovih mikroprocesora, uključujući *Celeron, Pentium II i Pentium III*, za procesore sa jednim i dva jezgra.

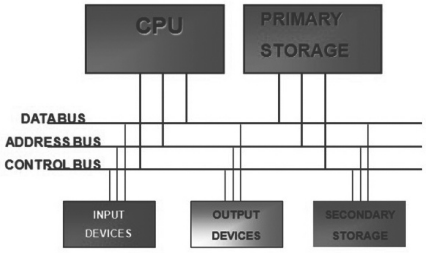
Matična ploča (*motherboard*), ili glavna, ili sistemska ploča povezuje sve komponente računarskog sistema i glavno je strujno kolo u PC računaru koje omogućava komunikaciju između svih delova računara. Više drugih komponenti je spojeno na glavnu ploču direktno ili indirektno. Od matične ploče zavise performanse i tip procesora koji ploča podržava (AMD, Intel). Matična ploča obično sadrži jedan ili više CPU, integrisanih kola (IC) za podršku koja obezbeđuju interfejs između CPU memorije i I/O periferijskih kola, primarne memorije i CMOS i BIOS kola za inicijalno podizanje (*butovanje*) sistema neposredno posle uključivanja računara. U većini prenosnih i ugrađenih personalnih računara matična ploča sadrži gotovo sve ključne komponente računara, a često može da sadrži jednu ili više periferijskih magistrala i fizičkih konektora za proširivanje hardverskih kapaciteta. Matična ploča može da uključuje integrisane komponente kao što kontroleri za zvuk, grafiku, LAN čip, USB priključak, *flopy* kontroler i dr. (Slika 2.13a). Blok šema savremene matične ploče prikazana je na Slici 2.13b.



Slika 2.13 Sastavne komponente matične ploče i blok šema

2.4.3. Centralna procesorska jedinica

Ključne funkcionalni blokovi računarskog sistema prikazane na dijagramu na Slici 2.14, sa glavnim magistralama (*buses*) za komunikaciju podataka, adresa i kontrolnih informacija u računarskom sistemu.

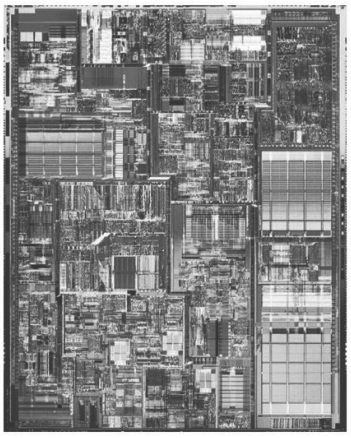


Slika 2.14 Ključni funkcionalni blokovi računarskog sistema

Centralna procesorska jedinica ili CPU je komponenta računara koja izvršava jednostavne programske zadatke koji se nazivaju *instrukcije* i transformaciju ulaznih podataka u izlazne informacije. Pojedinačne instrukcije izvršavaju male zadatke, npr., *„pročitaj sadržaj memorijske lokacije x i dodaj mu broj y“*. Većina CPU ima rečnik manji od 1000 različitih instrukcija. Svi računarski programi se sastoje od instrukcija napisanih iz ovog rečnika. Tipični računarski program sadrži milione instrukcija, a CPU može izvršiti milione instrukcija svake sekunde. Kada je program aktivan, brzo izvršavanje instrukcija stvara iluziju neprekidnog kretanja, na isti način na koji filmska tehnika simulira kretanje na bazi sekvenci mirnih slika.

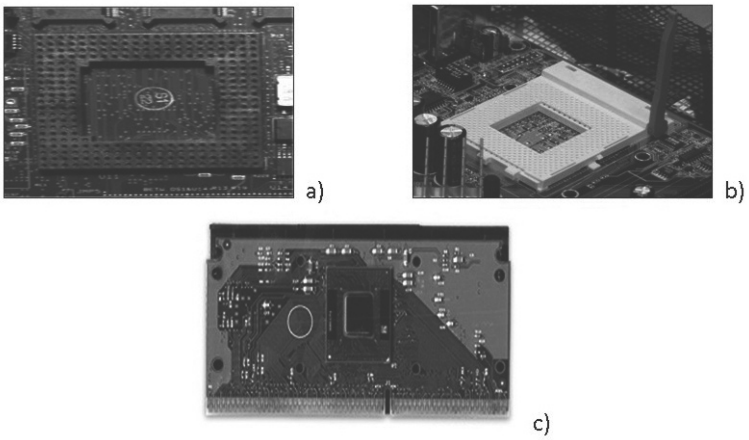
Svaki računar ima barem jedan CPU za interpretaciju i izvršavanje instrukcija u svakom programu za aritmetičke i logičke manipulacije sa podacima i za indirektnu komunikaciju sa svim ostalim delovima računarskog sistema kroz primarnu memoriju (RAM). CPU je izuzetno kompleksan skup elektronskih kola (preko 100 miliona tranzistora i dioda) izgrađenih u jednom silicijumskom čipu koji se uobičajeno naziva *mikroprocesor,* (Slika 2.15).

U starijim računarima ovo kolo je bilo razmešteno na nekoliko štampanih ploča, ali u PC računarima CPU je samo jedno integrisano kolo smešteno sa drugim čipovima i elektronskim komponentama na matičnu ploču. Mikroprocesor se često utiče na glavnu ploču koristeći jednu od više različitih tipova *sockets* utičnica. CPU utičnice (*socket*) i slot (*slots*) utičnice na matičnoj ploči određuju tipove procesora kao i ekspanzionih kartica koje se mogu priključiti na matičnu ploču. Na Slici 2.16 prikazana su dva najčešća tipa *socket* utičnica: (a) LIF (*Low Insertion Force*), (b) ZIF (*Zero Insertion Force*) *PGA/SPGA socket* koja se koristi za *Pentium* i ranije procesore i



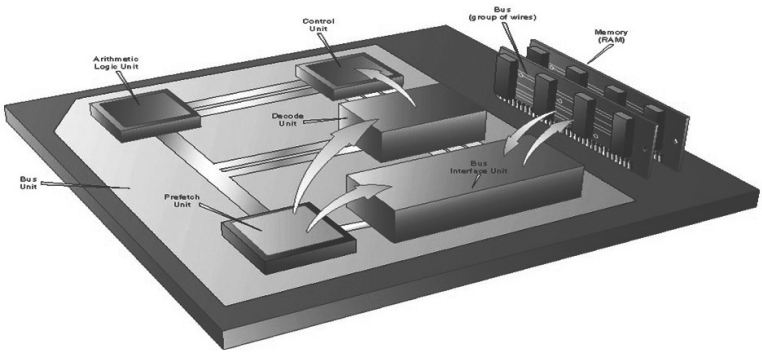
Slika 2.15 Pogled na unutrašnjost procesora

primer procesora za *slot* utičnicu (c) za povezivanje na matičnu ploču. *Slot A* standardna utičnica koja se koristi se za *AMD* procesore, mehanički je identična sa *slot* 1, ali je električni nekompatibilna.



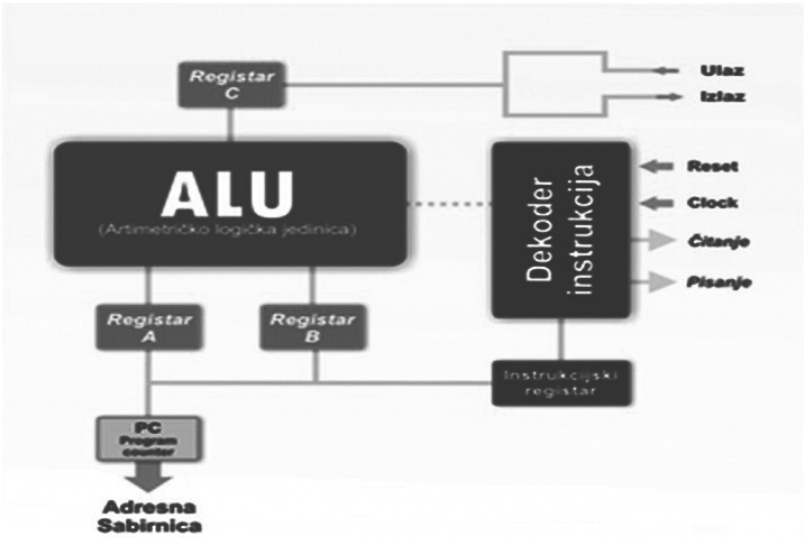
Slika 2.16 Najčešći *socket* tipovi utičnica za procesor i procesor za *slot* utičnicu

IBM kompatibilni PC računari koriste x86 kompatibilne procesore, koje proizvode *Intel, AMD, VIA Technologies* ili *Transmeta*. *Apple Macintosh* računari inicijalno su pravljeni sa *Motorola* 680x0 familijom procesora, zatim su prešli na *PowerPC* seriju sa *RISC* arhitekturom koju su zajedno razvili *Apple Computer, IBM i Motorola*. Od 2006, Apple je ponovo prešao na x86 kompatiblne procesore. Moderni CPU su opremljeni sa ventilatorom za hlađenje spojenog preko hladnjaka. Tipičan CPU sadrži nekoliko funkcionalnih jedinica: *kontrolnu*, *aritmetičko logičku* (**ALU**), *dekoder*, *magistralu* ili **BIU** (*Bus Interface Unit*) koja komunicira podatke, adrese i kontrolne informacije i *prefetch* jedinicu. Ove jedinice rade zajedno na izvršavanju programskih instrukcija, a često se grupišu u izvršnu jedinicu- **EU** (*Execution Unit*) koja sadrži kontrolnu, ALU dekodersku i *prifeč* jedinicu i **BIU**. Funkcionalne veze glavnih komponenti CPU prikazane su na Slici 2.17.



Slika 2.17 Funkcionalne veze glavnih komponenti CPU računara

Aritmetičko logička jedinica CPU (Slika 2.18), koja sadrži registre i akumulatore -najbrže memorijske jedinice računara i najmanjeg kapaciteta obično 32 ili 64 bita, izvršava sve aritmetičke (+, -, /, *) i logičke operacije (negacije, konjukcije, disjunkcije i dr.).



Slika 2.18 Aritmetičko logička jedinica

Sve programske instrukcije se skladište u primarnu memoriju (RAM), koja je obično u čipu izvan CPU. Prvi zadatak CPU je da očita instrukcije iz RAM-a. *Prefetch* jedinica instruiše *bus* jedinicu da očita instrukcije uskladištene u posebnu memorijsku adresu RAM-a. Ove jedinica uzima nekoliko sledećih instrukcija iz RAM-a da obezbedi da je sledeća instrukcija uvek spremna za CPU. Jedinica za dekodiranje uzima instrukciju koju je *prefetch* jedinica očitala i prevodi u oblik pogodan za CPU interno procesiranje. To radi istražujući korake potrebne za kompletiranje instrukcije u kontrolnoj jedinici. Posle operacije *prefetch* i jedinice za dekodovanja vrši se izvršna funkcija u **EU** jedinici. U toku ovog koraka, različiti delovi CPU tako se povezuju da mogu izvršavati željenu operaciju. Ako se, na primer, zahteva dodatna operacija **ALU** jedinica se spaja na set ulaza i izlaza. Ulazi sadrže brojeve koje treba dodati, a izlazi – konačnu sumu. Ako neka instrukcija zahteva da se informacija pošalje izvan memorije, npr., upiše u sekundarnu memoriju, onda je poslednja faza izvršavanja instrukcije povratno upisivanje (*writeback*), u kojem *bus* jedinica upisuje rezultate izvršene instrukcije natrag u memoriju, ili neki drugi uređaj.

Proizvođači CPU koriste više tehnika za otklanjanje uskih grla i povećanje brzine procesiranja. Na primer, na isti način *prefetch* jedinica uzima sledeće verovatne instrukcije koje treba očitati, a CPU unapred učita sledeće verovatne podatke koje treba koristiti u *keš memoriju* (tipa L2 izvan CPU) ili za brži pristup u L1 u samom CPU.

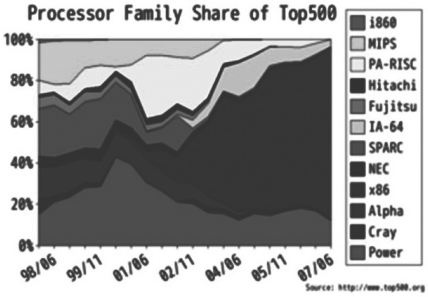
Većina savremenih računara ima kompleksne setove instrukcija koji uključuju i instrukcije koje se retko, ili nikada ne koriste. Istraživači su dokazali da CPU sa kompleksnim setom instrukcija, tzv. **CISC** procesori, rade sporije od procesora dizajniranih za izvršavanje redukovanog seta instrukcija, tzv. **RISC** procesora. Brojni savremeni super računari i desktop PC računari koriste RISC procesore, kao što je *IBM/Motorola PowerPC* procesor, koji se koristi u *Macintosh* računarima, nekim radnim stanicama i brojnim elektronskim uređajima. *Pentium* procesori su CISC tipa, ali su Intelovi inženjeri razvili neke tehnike povećanja brzine rada familije *Pentium* procesora pa su se približili brzini rada *PowerPC* procesora. Takav je Intelov 64-bitni *Itanium* procesor baziran na CISC tehnologiji. Većina RISC procesora i neki napredni CISC procesori koriste tzv. *superskalarnu arhitekturu*. Ovo znači da CPU ima višestruke kanale za instrukcije i sve dok dve sekvence instrukcija ne zavise jedna od druge, mogu simultano (paralelno) izvršavati više instrukcija.

U upotrebi su brojni tipovi CPU, a izbor CPU je važan deo odluke kod izbora računara. Iako ima mnogo razlika u dizajnu CPU, za odluku prosečnog korisnika računara, važna su samo dva faktora: *kompatibilnost* i *brzina* CPU.

Sa svakim CPU nisu kompatibilni svi programi, tj. program pisan jedan procesor ne mora raditi sa drugim procesorom. Svaki procesor (CPU) ima ugrađen set *mikroinstrukcija* – rečnik instrukcija koje procesor može izvršiti. CPU jedinice iz iste familije, generalno su dizajnirane tako da noviji procesor može procesirati sve instrukcije ranijih modela. Ova kompatibilnost CPU naziva se *kompatibilnost unazad*. Na primer, *Pentium 4* procesor je kompatibilan sa prethodnim procesorima: *Pentium III* i *II, Pentium Pro, Pentium 486, 386* i *286*, tako da može raditi sa većinom programa pisanih za ove starije tipove CPU. Međutim, programi pisani za *PowerPC* familiju procesora u *Macintosh* računarima ne mogu raditi sa Intelovim procesorima, koji su ugrađeni u većinu IBM kompatibilnih PC računara i obrnuto – Intelovi procesori ne mogu čitati programe pisane za *PowerPC* procesor. Za prevođenje instrukcija programa pisanih za jedan CPU da bi mogli raditi sa drugim nekompatibilnim CPU, koriste se posebne vrste programa, tzv. *emulacioni* programi (*emulatori*).

Brzina kojom procesor manipuliše informacijama može veoma varirati. Većina aplikacija zahteva brže procesore, npr., statistički programi, programi za grafički dizajn, igre, pa čak i procesori teksta bolje rade sa bržim procesorima. Brzina računara delom je određena brzinom *internog takta* – tajmerskog uređaja koji proizvodi električne impulse za sinhronizaciju operacija računara. Brzina takta računara meri se u MHz (megahercima) i GHZ (gigahercima): 1MHz = 10^6Hz (milion ciklusa u sekundi), a 1GHz = 1000 MHz. Ovu veličinu proizvođači računara obično oglašavaju kao meru brzine rada računara, što nije sasvim tačno. To izgleda kao da brzinu automobila merimo sa brzinom obrtaja motora u minuti. Tako na primer, *Celeron CPU* od 700MHz nije obavezno brži od *Pentium II* procesora sa brzinom od 600 MHz, ili *PowerPC* procesor 4. G sa 500MHz - naprotiv, za neke zadatke je mnogo sporiji. Dakle, brzina takta ne opisuje adekvatno koliko brzo računar može procesirati reči, brojeve ili slike.

Glavne merne jedinice performansi CPU su ***MIPS*** i ***MEGAFLOPS***. *MIPS* označava brzinu takta CPU u milionima instrukcija u sekundi, a predstavljaju ukupan broj instrukcija koje se mogu obaviti u jedinici vremena. Razvoj broja instrukcija u sekundi (IPS/MIPS) i brzine CPU savremenih računara rastao je sa 1 MIPS (1971) -76.383 MIPS (2008). godine. Ova jedinica mere nije toliko od interesa za većinu korisnika, pošto računari obavljaju različite poslove. *Megaflopsi* su mera za milion operacija sa pokretnom decimalnom tačkom koje procesor može da izvrši za jednu sekundu. Na Slici 2.19 prikazana je zastupljenost CPU arhitektura u 500 vrhunskih familija procesora u svetu u periodu od 1998-2007. godine, gde x86 familija procesora uključuje x86-64 familiju.



Slika 2.19 Zastupljenost CPU arhitektura u 500 vrhunskih familija procesora u svetu u periodu 1998-2007.

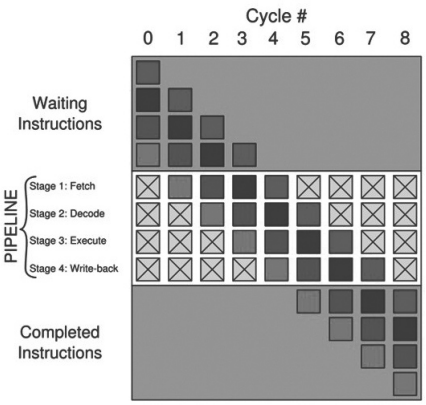
2.4.4. Brzina rada računara

Aplikacije zahtevaju brže mašine u cilju postizanja sve zahtevnijih zadataka korisnika i zadovoljavajućih rezultata. Performanse kvaliteta CPU, koje odlučujuće utiču i na ukupne performanse računara, određene su pored *brzine takta* (*clock speed*) *procesora* i sa *arhitekturom i dužinom reči procesora.*

Arhitektura procesora – dizajn koji određuje kako su individualne komponente procesora vezane u jedinstvenu celinu u jednom čipu, bitno utiče na brzinu *rada računara*. Generalno, noviji procesor može simultano manipulisati više bita nego stari, što ga čini efikasnijim i samim tim bržim u izvršavanju operacija.

Arhitektura procesora savremenih računara može imati dva osnovna seta instrukcija i hardverskih rešenja: *CISC i RISC.* Glavni kraci koje obavlja mikroprogramirani CPU (CISC) su: prihvatanje (*prefetch*) naredbe iz primarne memorije (RAM), dekodovanje naredbe, čitanje podatka iz RAM-a (ako se zahteva u naredbi), izvršenje naredbe i upisivanje rezultata obrade u primarnu ili sekundarnu, periferijsku memorijsku jedinicu.

Ključne tehnike RISC procesora, koje omogućavaju brži rad RISK procesora su *pipelining* (tekuća traka) ***i*** *bit-slice* **(**odrezak bita**).** *Pipelining* je jednostavna tehnika u kojoj počinje prvi korak instrukcije - *prefetching* i dekodovanje pre izvršavanje prethodne instrukcije. Ova tehnika smanjuje vreme obrade programa za polovinu (teoretski i do ¼ vremena CISC CPU) tako što deli proces na 4 autonomna podprocesa. Instrukcije fiksne dužine direktno ugrađene u hardver procesora, omogućavaju da procesor pre nego što završi sa obradom prve instrukcije započinje obradu naredne. Ovi procesori



Slika 2.20 Generički 4-stepeni *pipeline*

zahtevaju veću *keš memoriju* nego CISC procesori. Generalno ovaj procesor smanjuje broj instrukcija u odnosu na CISK procesore, što daje kao posledicu brži rad računara. RISC procesor je osnova *mainframe* i *super* računara. Tehnika *superskalarne* arhitekture uključuje *pipeline* dugih instrukcija i višestruke identične izvršne jedinice. U superskalarnom *pipelining*-u očitava se više instrukcija i prosleđuje do dispečera u *prefetch* jedinici koji odlučuje da li se ili ne instrukcija može izvršiti simultano (paralelno). Ako je odluka pozitivna, instrukcija se šalje u raspoložive izvršne jedinice za simultano izvršavanje. Generalno, što više instrukcija dispečer može simultano poslati očekujućim izvršnim jedinicama, superskalarni CPU je sposobniji da kompletira više instrukcija u datom ciklusu. Na Slici 2.20. ilustrovana je efikasnost *pipeline* koncepta - obojene kockice predstavljaju međusobno nezavisne instrukcije.

Dobro poznate RISC familije su *DEC Alpha, ARC, ARM, AVR, MIPS, PA-RISC, PIC, Power Architecture (*uključujući *PowerPC), SuperH* i *SPARC.*

Bit slicing je tehnika, najčešće korišćena sredinom-1970-ih kroz 1980-te, za konstrukciju procesora iz modula sa manjom dužinom bita. Svaka od ovih komponenti procesira jedno polje ili *slice* bita nekog *operanda* – najkompleksnijeg seta instrukcija kategorizovanog u broj oblasti operacija sa registrima, memorijskim lokacijama, ili neposrednim vrednostima; broj *operanda* (0, 1,2,3 ili više) je eksplicitno specifikovan kao deo instrukcije. Dakle, ne računaju se implicitni *operandi* uskladišteni u registru opšte namene, ili na vrhu *steka*.

Grupisane procesorske komponente tada imaju kapacitet da procesiraju izabranu punu dužinu binarne reči određenog dizajna programa. Ovi procesori obično sadrže ALU od 1, 2, 4 ili 8 bita i kontrolne linije, uključujući obično interni signal za preopterećenje procesora. Na primer, dva 4-bitna ALU mogu se aranžirati jedan pored drugog, sa kontrolnim linijama između njih, da formiraju jednu 8-bitnu ALU jedinicu. Za izvršavanje logičkih operacija koje obezbeđuju podatke i kontrolne signale za regulisanje funkcija komponenti ALU, može se koristiti neki *mikrosekvencer* ili *kontrolni ROM*. Primeri *bit-slice* mikroprocesorskih modula mogu se videti u Intel *3000* familiji, AMD-ovoj *Am2900* familiji, *National Semiconductor IMP-16* i I*MP-8* familiji i *74181* familiji procesora.

Pošto je brzina važan parametar računara, naučnici i inženjeri neprekidno nastoje razviti tehnike za ubrzavanje rada računara. Uobičajena tehnika povećanja brzine rada računara je ugradnja više CPU u jedan računar. Većina savremenih PC računara koriste

CPU sa 4 procesorska jezgra, ili dva CPU sa po 4 procesorska jezgra, što je približno ekvivalentno brzini računara sa 8 procesora. *Mainframe* i super računari standardno koriste na hiljade procesora, koji mogu deliti zadatke i paralelno raditi na tim delovima. Ova vrsta procesiranja naziva se *paralelno procesiranje* i sve više preovlađuje u računarstvu.

Dužina reči procesora označava dužinu binarne reči koju registar procesora skladišti u celini u jednom vremenskom trenutku. Broj bita koje CPU može u isto vreme procesirati tipično iznosi 8, 16, 32 ili 64 bita i naziva se *veličina reči CPU*, a u kolokvijalnom rečniku naziva se, npr., 32-bitni procesor. U Tabeli 2.2 prikazane su poznatije familije CPU, gde se koriste i ko ih proizvodi. Savremene radne stanice i serveri koriste 64-bitne procesore, a većina PC i Macintosh računara koristi 32-bitne procesore. Većina ugrađenih (*embedded*) i namenskih računara još uvek koriste 8-bitne i 16-bitne procesore.

Tabela 2.2 Poznate familije CPU

CPU familija	Dužina reči (bita)	Proizvođač	Upotreba
Itanium	64	Intel	Serveri i radne stanice visokih performansi
Pentium (Celeron, Xenon)	32	Intel	PC i *notebook* (Celeron), radne stanice i serveri (Xenon)
Opteron (kompatibilan sa Intel Pentium)	32/64	Advanced Micro Devices (AMD)	PC i *notebook*
Athion (kompatibilan sa Intel Pentium)	32	AMD	PC i *notebook*
Crusoe (kompatibilan sa Intel Pentium)	32	Transmeta	Prenosivi i ugradni računari
PowerPC (uključujući G3, G4, i G5)	64 (G4) i 32 (G2, G3)	IBM i Motorola	Macintosh računari *notebook* i serveri
SPARC	64	Sun Microsystems	Unix serveri i radne stanice visokih performansi
Xscale	32	INTEL	PDA i priručni računari

Pored tehnike *paralelnog procesiranja* i navedenih performansi CPU, ukupne performanse računarskog sistema mogu se poboljšati i sa *klasterom servera,* koji podrazumeva paralelno vezanje moćnih serverskih računara, koji na taj način simuliraju simultan rad i paralelno procesiranje deljenjem zadataka manje opterećenim i raspoloživim serverima.

2.5. RAČUNARSKE MEMORIJE

Glavni posao CPU je da sledi instrukcije kodirane u programima. Međutim, CPU u isto vreme može manipulisati samo sa jednom instrukcijom i nekoliko podataka. Zato računar mora imati mesto gde će uskladištiti ostatak programa i podataka dok CPU ne bude spreman za njih. Ovo skladište treba da bude što bliže, ili u samom CPU i da omogućava dovoljno brzo učitavanje i očitavanje programskih instrukcija i podataka.

Brzina memorije, ili vreme pristupa CPU jedinice memoriji i očitavanje informacija iz nje zavisi od tipa memorije. Brzina pristupa registru CPU je najveća – praktično trenutna, a keš memoriji nešto manja. Vreme pristupa (*access time*) većini RAM memorija meri se u nanosekundama ($1ns=10^{-9}$ s), a čvrstom disku u – milisekundama ($1ms=10^{-6}$ s), tačnije oko 4-6 ms. Brzina memorije je drugi faktor koji utiče na ukupnu brzinu rada računara. Na Slici 2.21 prikazan je odnos kapaciteta i brzine pristupa glavnim tipovima memorija računara.

Slika 2.21 Brzine pristupa i kapaciteti glavnih tipova memorija računara

Savremeni PC računari sadrže četiri osnovna tipa memorije, koje se u osnovi razlikuju po brzini pristupa i kapacitetu: *CPU registri, keš memorije, primarne (RAM) memorije i sekundarne memorije.*

2.5.1. Registri

CPU Registri su privremene lokacije za među rezultate i tekuće instrukcije u samom procesoru, velike brzine pristupa i malog kapaciteta. *Registri* su osnovni memorijski elementi u CPU računara i predstavljaju najbrže memorije kapaciteta od svega nekoliko bajta. Registri se normalno mere brojem bita koje mogu držati, npr., 8-bitni

ili 32-bitni registri. Registri se obično implementiraju kao fajl registra, ali se mogu realizovati i hardverski korišćenjem individualnih *flip-flop* digitalnih elektronskih kola, memorije magnetnog jezgra (*core memory*) velike brzine pristupa, memorije tankoslojnog filma (*thin film*) i drugih mehanizama. CPU često sadrži nekoliko vrsta registara, koji se mogu klasifikovati prema sadržaju, ili instrukcijama koje se na njima izvršavaju:

Registri opšte namene- **GPR** (*General purpose registar*) privremeno čuvaju podatke i adrese;

Registri za instrukcije – IP (*Instruction pointer registar*), registar posebe namene koji sadrži adresu sledeće instrukcije koju BIU jedinica treba da prenese iz memorije u procesor;

Registar statusa binarne reči procesora – PSW (*Processor Status Word*), koji služi da zapamti nekoliko bitnih osobina poslednjeg rezultata dobijenog iz ALU i da zapamti određena setovanja procesora; sadrži tri tipa: *program counter, instruction registers i program status word*;

Korisnički dostupni registri – UAR (*User-Accessible Registers*) obuhvataju registre podataka i adresne registre;

Registri podataka – DR (*Data Registers*) se koriste za držanja numeričkih vrednosti kao što su celobrojne vrednosti (*Integer*) i vrednosti pokretnog zareza (*floating-point values*); u starijim CPU poznati su kao *akumulatori*;

Adresni registri- AR (*Address Registers***)** memoriše adrese i koriste ga instrukcije koje indirektno pristupaju memoriji;

Uslovni registri - CR (*Conditional registers*) drže tabele istine (*truth values*) koje se koriste za odlučivanje da li neku instrukciju treba ili ne treba izvršiti;

Registar pokretnog zareza - **FPR** (*Floating point registers*) skladišti brojeve pokretnih zareza u većini arhitektura;

Registar konstantnih vrednosti - CR (*Constant registers***)** drži vrednosti koje se samo čitaju kao što su 0, 1 ili *pi* vrednost;

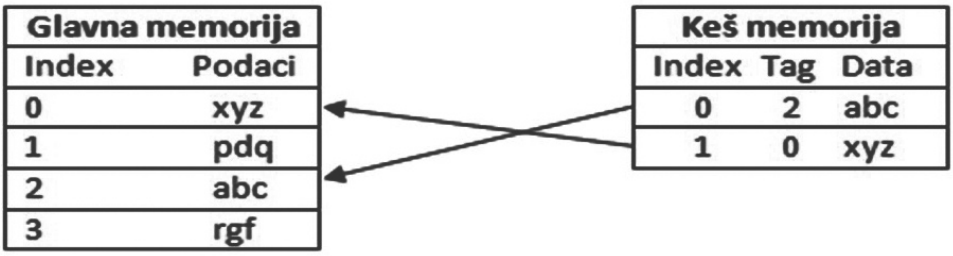
Registri vektora –VR (*Vector registers*) skladišti podatke za vektorsko procesiranje koje vrše SIMD (*Single Instruction Multiple Data*) instrukcije;

Registri koji se odnose na uzimanje informacija iz RAM memorije, čine kolekciju registara za skladištenje, lociranih na posebnim čipovima izvan CPU i generalno nisu arhitekturni registri: *Memory buffer register, Memory data register, Memory address register, Memory Type Range Registers*;

Hardverski registri su slični, ali se nalaze izvan CPU.

2.5.2. Keš memorije

Keš (*cashe****) memorija*** je blok memorija za privremeno skladištenje podataka koji će se ponovo koristiti (Slika 2.22). CPU i HD često koriste keš kao i web pretraživači i web serveri. Keš je sačinjen od skupa ulaza. Svaki ulaz je skup podataka koji su kopija podataka u nekom rezervnom (*backup*) skladištu. Svaki ulaz takođe ima indeks koji specificira identitet podataka u *bekap* skladištu čiji su podaci kopija. Kada se podaci upišu u keš, moraju se upisati i u *bekap* skladište. Sinhronizaciju vremena ovih upisivanja kontroliše politika upisivanja (*write policy*). Keš je nešto većeg kapaciteta, ali manje brzine pristupa od CPU registra i može biti formirana u dva tipa: L1 – interno u procesoru i L2 - brza memorija između CPU i RAM-a, za podatke koje CPU često traži; imaju kapacitet do ≈ 1MB.

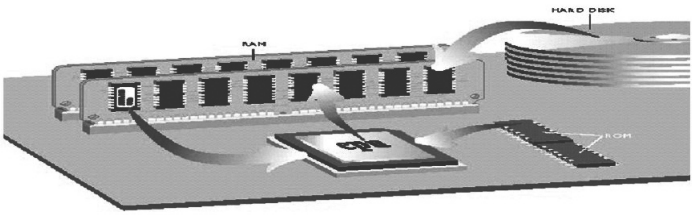


Slika 2.22 Dijagram CPU keš memorije

2.5.3. Primarna memorija

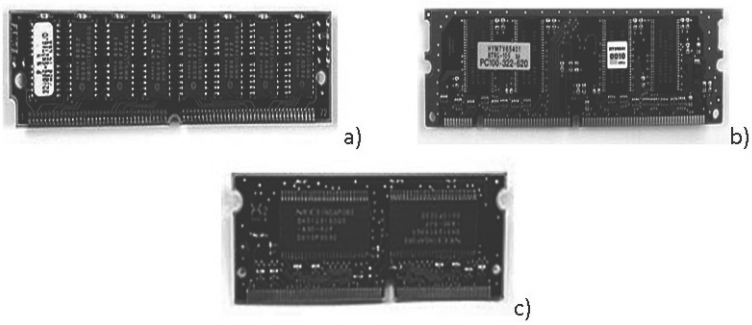
Primarna RAM (*Random Access Memory*) memorija sa slučajnim pristupom je najčešća primarna memorija računara, koja privremeno skladišti programske instrukcije i podatke. RAM je poluprovodnička komponenta tipa r*ead/write* za učitavanje i očitavanje podataka i instrukcija programa koji se upravo izvršava. Računar deli svaki čip RAM-a u više memorijskih lokacija iste veličine. Memorijske lokacije RAM-a imaju jedinstvene adrese, tako da im računar (OS, ulazni uređaj) može odvojeno dati instrukciju, kada je primi od programa, da upiše/očita neku informaciju u/iz bilo koje lokacije RAM-a. Otuda dolazi i ime memorije sa slučajnim pristupom". Informacije uskladištene u RAM-u su, u stvari, obrazac električnog naboja koji teče kroz mikroskopska kola silicijumskog čipa. To praktično znači da računar trenutno zaboravi sve što je zapamtio u RAM-u, kada se isključi napajanje. Zato se RAM naziva nestalna ili promenljiva (*volatile)* memorija jer ne čuva permanentno uskladištene informacije. Naravno, ovaj ozbiljan problem računar prevazilazi sa drugim tipovima memorije za skladištenje informacija koje korisnik ne želi izgubiti posle isključivanja računara. Primer ovog tipa memorije su ROM (*Read Only Memory*) čipovi koji sadrže instrukcije za startovanje računara druge kritične informacije, koje se upisuju u procesu proizvodnje čipa i mogu se izmeniti samo izmenom ROM čipa.

RAM memorija je radna oblast CPU sa kojim radi direktno (Slika 2.23). RAM se može predstaviti milionima osnovnih ćelija za skladištenje, od kojih svaka može memorisati po jedan bajt informacija. Tipičan savremeni personalni računar ima RAM kapacitet reda ~ 256, 512, 1024 MB i 2GB, ali sa manjom brzinom pristupa od keš memorije.



Slika 2.23 RAM memorija

Memorijski čipovi RAM memorije se obično grupišu u nekoliko tipova kola smeštenih u jednu ili dve linije, (Slika 2.24):



Slika 2.24 Tipovi RAM memorije

(a) - ***SIMM*** (*Single In-Line Memory Module*),
(b) - **DIMM** (*Dual In-Line Memory Module*),
(c) - ***SODIMM*** (*Small Outline Dual In-Line Memory Module*).

RAM memorija može biti *dinamička*, koja zahteva osvežavanje sadržaja tokom rada, ili *statička,* koja zahteva stalno napajanje. Bajtovi memorije imaju jedinstvene adrese koje ih jednoznačno identifikuju i pomažu CPU da prati trag uskladištenih podataka. Zato svaki program kojeg treba izvršiti ili podatak kojeg treba modifikovati, moraju biti upisani u memoriju. Većina računarskih sistema koristi memorijski mapirane ulaze/izlaze gde se informacije za ulaz/izlaz skladište u specijalne oblasti memorije. Na primer, informacije koje treba prikazati na ekranu monitora, upisane su u posebnu oblast memorijskih adresa koje neprekidno skenira video grafička ploča.

Proces rada primarne RAM memorije obuhvata sledeće glavne faze:

1. Kada se računar uključi, CPU automatski počinje izvršavati instrukcije uskladištene u ROM memoriji – poslednju konfiguraciju OS, instrukcije za podizanje (*butovanje*) računara do trenutka kada OS preuzima kontrolu rada hardvera. Ovaj *firmware* program u ROM čipu naziva se BIOS (***B**asic **I**nput **O**utput **S**ystem*).
2. Izvršne instrukcije pomažu startovanje sistema i daju instrukcije kako da se učita OS sa diska u memoriju.
3. Kada se izvršne instrukcije učitaju u RAM memoriju, CPU ih može izvršavati.

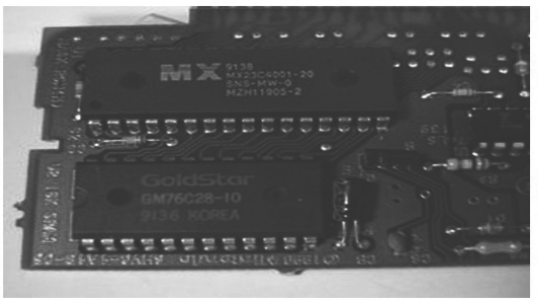
2.5.4. Sekundarne memorije

Sekundarna memorija može biti *on line ili interna* masovna memorija sa podacima i programima, odnosno čvrsti disk (HD) kapaciteta ~ 750 GB za savremene PC, čiji se deo može koristiti za virtualnu memoriju, flopi disk (FD) ili disketa, ili o*ff line (eksterna)* memorija koju čine optički spoljni diskovi i memorijski uređaji (CD, DVD, fleš memorije i dr.).

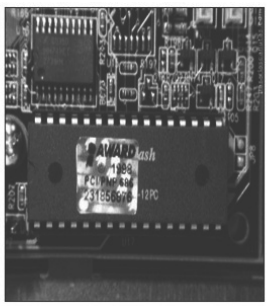
Masovna memorija (HD) je spojena na glavnu ploču preko kabla i može biti instalirana u kućištu računara ili odvojenom kućištu.

2.5.5. Ostale memorije računara

ROM (*Read Only Memory*) predstavlja stabilnu memoriju i često se naziva **BIOS** jer se koristi za BIOS čip, koji permanentno memoriše podatke (Slika 2.25). Po pravilu se u ovu BIOS memoriju upisuju *startup* instrukcije i drugi permanentni podaci. Postoji nekoliko tipova ROM memorije: **PROM**, čiji sadržaj se može upisati samo jedanput; **EPROM**, koji se može brisati ultraljubičastom svetlošću (najčešći BIOS); **EEPROM**, koji se može brisati električnim putem i ***Flash*** memorija koja dozvoljava višestruki upis podataka (BIOS čip).



a)



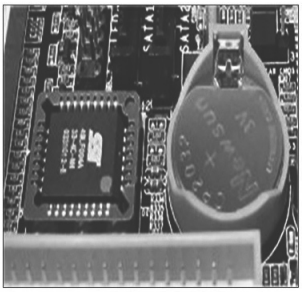
b)

Slika 2.25 ROM memorija (a), Award ROM (BIOS), (b)

Poznati proizvođači su *Phoenix, Award, AMI* i dr. BIOS čip sadrži kodove za butovanje na najnižem nivou, a može se ažurirati sa tehnikom "*flashiranja*", ako je ROM tipa *fleš* memorije. Proverava da li sve komponente glavne ploče rade zajedno. Obezbeđuje ulaze/izlaze na niskom nivou za OS i b*utuje računar* do tačke gde OS preuzima upravljanje rada hardvera.

Na raspolaganju su i brojni drugi tipovi memorija, od kojih većina retko izlazi iz inženjerskih laboratorija. Izuzeci su *CMOS* i *fleš* memorije.

CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) je specijalna vrsta ROM memorije. Troši malu energiju, napaja se baterijom na matičnoj ploči i može pamtiti malo podataka dugi vremenski period. CMOS skladišti osnovne postavke poslednje ispravne konfiguracije, vreme i datum, pasvord za uključivanje napajanja (*Power On*), CMOS pasvord, sekvencu za butovanje diska i tip HD (kod starijih PC), (Slika 2.26). U Macintosh računaru CMOS se naziva *Parametar RAM.*



Slika 2.26 CMOS čip i baterija

Fleš memorije se koriste u telefonima, pejdžerima, prenosivim računarima, PDA itd. Omogućavaju višestruki upis, a sadržaj se čuva i u odsustvu napajanja. Nemaju pokretnih delova i u perspektivi mogu zameniti čvrste diskove (HD). Ograničenja su još uvek manji kapacitet i veća cena po jedinici kapaciteta od HD.

Za regularno podizanje (*butovanje*) sistema do tačke kada operativni sistem preuzme upravljanje hardverom računara posebno su značajne dve hardverske komponente - CMOS i BIOS. Dakle, CMOS i BIOS nisu isto – ali rade veoma blisko! *BIOS* obezbeđuje pokretanje sistema, izvršava ključne funkcije u podizanju (*start up*) sistema – samotestiranju napajanja komponenti računara - **POST** (*Power On Self Test*) i testira i upoređuje sadržaj sa CMOS-a. CMOS trajno skladišti vreme i datum, sadrži konfiguraciju hardvera i drugih parametara podešavanja.

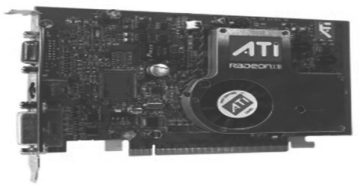
2.6. OSTALE HARDVERSKE KOMPONENTE CPU RAČUNARA

Grafička kartica (video kartica, grafički adapter, video adapter) procesira i renderiše grafičke izlaze iz računara za displej računara – monitor ili VDU (*visual display unit*) i bitan je deo savremenih računara. Grafičke kartice mogu biti realizovane u različitim oblicima:

Integrisana, ugrađena na matičnu ploču kao grafički memorijski čip;

PCI grafička kartica povezana preko PCI slot utičnice na matičnu ploču;

AGP grafička kartica koja se utiče u namenski AGP port veće brzine od PCI porta za 1x, 2x, 4x i 8x;



Slika 2.27 Grafička PCI Express kartica

PCI Express grafička kartica, koja se utiče u namenski PCI slot, četiri puta brži od AGP8x (Slika 2.27).

U starijim modelima PC grafičke kartice su integrisane na glavnu ploču, a u modernim fleksibilnim mašinama spaja se na glavnu ploču preko PCI, AGP ili PCI Express magistrale. Pre IBM kompatibilnih PC računara, personalni računari su imali displej adapter samo za tekst.

Zvučna kartica (audio kartica) je sastavna hardverska komponenta gotovo svih savremenih PC računara. Zvučna kartica prihvata mikrofonski ulaz, a reprodukuje muziku i druge tonove kroz zvučnik ili slušalicu i obrađuje zvuk na različite načine po želji korisnika. Spaja se sa matičnom pločom preko PCI slota.

Značajne hardverske komponente su *sekundarna skladišta masovnih podataka*, odnosno: čvrsti disk, flopi disk (disketa) ili zip drajv, oba sa prenosnim medijima, čitač kartica, pogonsko kućište (*drajv*) optičkog diska (CD, DVD, prenosni mediji), fleš memorije (interna, ili memorijska kartica).

Operativni sistem može biti lociran na svakom od ovih medija, ali se uobičajeno locira na čvrstom disku. Moguće je OS podizati sa CD, ali je rad mnogo sporiji, pa se CD koristi samo za instalaciju OS, demonstracije, ili rešavanje problema.

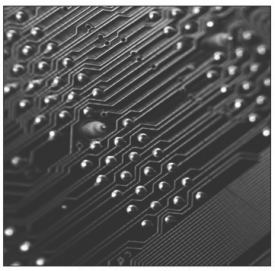
Čvrsti disk (HD) je uređaji za masovno skladištenje programa i podataka ili interna sekundarna memorija. HD skladišti i čuva programe i podatke čak i kada je napajanje isključeno, ali zahteva napajanje za izvršavanje funkcija čitanja i upisivanja u toku upotrebe. Iako su poluprovodničke *fleš memorije* značajnije pojeftinile, preovlađujuća forma masovnih memorija u PC računarima još uvek je elektromehanički HD.

Slika 2.28 *Western Digital* 250 GB čvrsti disk

Pogonsko kućište čvrstog diska je hermetički zatvoren ansambl više glava i ploča diskova, koje je prvi uveo IBM "*Winchester*" disk sistem. Hermetički zatvoreno kućište omogućava korišćenje pozitivnog vazdušnog pritiska u kućištu koje odbija čestice prašine sa površina diskova i povećava pouzdanost.

Ako kontroler HD obezbeđuje proširenje, PC računar se može nadograditi dodavanjem drugog HD ili optičkog diska (DVD-ROM, CD-ROM i dr.). Standardni interfejsi internih sekundarnih memorija su *ATA, Serial ATA, SCSI* i CF+tip II od 2005. Na Slici 2.28 prikazan je tipičan HD savremenih PC računara.

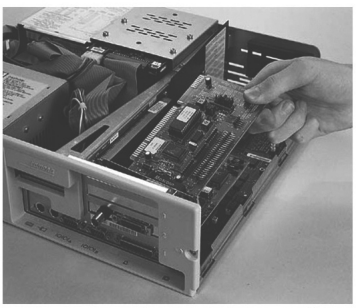
Magistrale (sabirnice) su žične, električne putanje kojim se signali šalju od jednog do drugog dela računara. U desktop računaru, CPU i memorijski čipovi su povezani na matičnu ploču zajedno sa drugim ključnim komponentama. Transport informacija između komponenti vrši se kroz snop bakarnih žičnih provodnika koji se nazivaju magistrale (*buses*). Na matičnoj ploči računara informacije se prenose između pojedinih komponenti preko skupa žičnih veza koje se zovu sistemska magistrala (*system buses*, ili samo *buses*), (Slika 2.29).



Slika 2.29 Magistrale na matičnoj ploči računara

Magistrale tipično imaju 8, 16, 32 ili 64 žična provodnika ili puta podataka; magistrala sa npr., 16 provodnika naziva se 16-bitna magistrala, zato što može preneti 16 bita informacija u jednom trenutku, ili dva puta više od 8-bitne magistrale. Noviji, moćniji računari imaju šire magistrale i mogu brže procesirati informacije. Uobičajeni tipovi magistrala su: *ISA – 8 ili 16 bita, PCI – 32 ili 64 bita, MCA – 32 bita, VESA – 32 bita, AGP – do 64 bita, ATA – 8 ili 16 bita, SCSI – 8 ili 16 bita, Paralelni – 16 bita.*

Magistrale su povezane sa uređajima za skladištenje preko otvorenih kućišta za HD i druge periferne uređaje, kao i preko *ekspanzionih slotova* (ili samo slotova) u kućištu računara. Korisnik može kastomizovati računar ugradnjom elektronskih kola za specijalne namene, tzv., *kartica* ili *ekspanzionih kartica* u ove slotove, koji se uobičajeno nazivaju *PCI slotovi*. Magistrale su takođe povezane na spoljne *portove* – utičnice (*sockets*) na zadnjoj strani kućišta računara. Neki od ovih portova kao što su za tastaturu i miša direktno su povezani na matičnu ploču. Drugi, kao monitorski port, generalno su spojeni na ekspanzionu karticu (video ili zvučnu, na primer). Slotovi i portovi olakšavaju i omogućavaju jednostavno povezivanje spoljašnjih uređaja – periferijskih jedinica ili periferija (Slika 2.30).



Slika 2.30 Povezivanje ekspanzione kartice u računaru

Macintosh računari imaju manje ekspanzionih kartica od PC računara, zato što matična ploča sadrži više integrisanih komponenti kao standardna oprema. Tipični adapteri – kartice, ili interfejsi za periferijske uređaje personalnog računarskog sistema su za: zvučnu karticu, zvučnike, slušalice, mikrifon, printer, skener, web kameru, džoistik, tastaturu i miša.

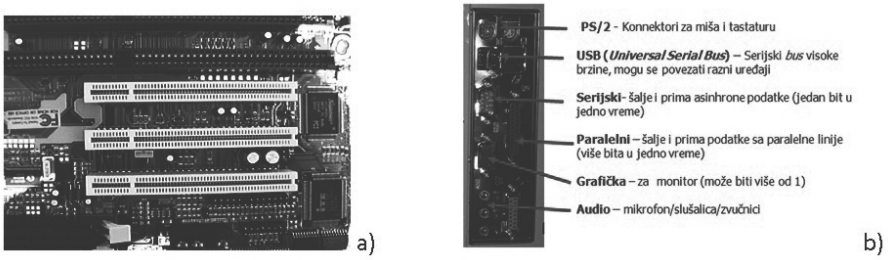
U prenosnim računarima, gde je veličina kritična, većina uobičajenih portova direktno je povezano na matičnu ploču, a mnogi imaju slotove za PC kartice, veličine kreditne kartice, pošto nemaju prostora za ekspanzione kartice. Ove PC kartice mogu da sadrže memoriju, minijaturne periferije i dodatne portove.

Slotovi i portovi obezbeđuju lakše povezivanje i dodavanje spoljnih uređaja – *periferijskih* uređaja na računarski sistem. Tako da CPU može komunicirati sa okruženjem i skladištiti informacije za kasniju upotrebu. Bez periferija CPU i primarna memorija izgledaju kao ljudski mozak bez tela. Neki periferijski uređaji, kao tastatura i miš predstavljaju komunikacione linkove između korisnika i računara, dok drugi periferijski uređaji povezuju računar sa drugim mašinama.

Uobičajeni slotovi i portovi u savremenom PC računaru su:

- **Memorijski slotovi**: za prihvat RAM memorije, obično ih ima više vrsta;
- **PCI (***Peripheral Component Interconnect*) **slotovi**: ISA, EISA konektori za zvučne, TV, mrežne, grafičke kartice, ...;
- **AGP (***Accelerated Graphics Port***) port**: konektor isključivo namenjen za grafičke karte, karakteriše ga veća brzina od PCI-a;
- **IDE(** *Integrated Drive Electronics*) **konektori**: služe za spajanje **PATA** hard diskova, optičkih uređaja (DVD/CD-ROM/RW); obično postoje dva konektora;
- **SATA (***Serial Advanced Technology Attachment*) **konektori**: je nešto novijeg datuma nego PATA, služi za konektovanje SATA hard diskova i ima bolje performanse;
- **USB (***Universal Serial Bus*) **priključci**: služe za priključivanje spoljnih uređaja (printera, memorijskih stikova itd.). Najnoviji standard je USB 2.0;
- **Nasleđeni konektori**: prevaziđeni konektori (serijski i paralelni), koji podržavaju stare uređaje, a sve manje se koriste. Imaju malu brzinu prenosa podataka;
- **Konektori za periferije**: konektori za miš i tastaturu su takođe veoma stari i nisu se previše menjali. Danas se sve više proizvode za USB standardni priključak;
- **Naponski konektori**: preko njega matična ploča dobija napajanje iz naponske jedinice-AC/DC konvertora i raspodeljuje ga ostalim komponentama na ploči.

Na Slika 2.31 prikazane su: (a) PCI utičnice magistrale (*Bus Slots*) i (b) ulazno/ izlazni portovi savremenih PC računara.



Slika 2.31 *Bus sl*ots utičnice i ulazno/izlazni portovi PC računara

Periferijski uređaji *(PU)* ili periferije su sve komponente računara izvan CPU. Uređaji za komunikaciju računara i PU obuhvataju: *BIU kanale*, *kontrolere i periferijske procesore.* Ovi uređaji ostvaruju 4 osnovne funkcije:

- ✦ prihvatanje, privremeno skladištenje i prilagođavanje (*buffering*),
- ✦ dekodovanje adresa i izbor uređaja,
- ✦ dekodovanje komandi,
- ✦ vremensko sinhronizovanje.

Postoje tri načina prenosa podataka između računara i spoljne logike: *programski*, *prekidani* i *direktni pristup* memoriji. *Programski U/I prenos* je pod kontrolom programa (CPU). Ovaj prenos uključuje poliranje – dodavanje vremena za periodično pozivanje PU. *Prekidani U/I prenos (interrupt)* radi tako što spoljni PU zahteva da CPU prekine tekući program i primi zahtev. Takođe, uključuje prenosne kanale (periferne procesore). *Direktni pristup memoriji (DMA)* vrši se preko DMA kontrolera.

Umrežavanje računara se uobičajeno vrši u cilju korišćenja bogatih mrežnih, posebno Internet resursa. Glavni hardverski uređaji za računarske komunikacije su: mrežni adapter (*Ethernet* kartica), eksterni modem, interna modemska kartica, *hub*, svičer (skretnica), most, ruter i kablovska infrastruktura. Sve ove hardverske komponente spadaju u kategoriju periferijskih uređaja.

Plug and Play funkcija kod PC računara predstavlja uključivanje ili isključivanje memorija, čipova, dodatnih pločica, *flash* memorija, uređaja itd., kojim se menja konfiguraciju računara, ali ne zahteva posebno podešavanje i setovanje. Ova funkcija po prvi put je viđena na *Apple Macintosh* računarima. Kod starijih računara ovakve akcije su zahtevale izmenu skretnica (*switches*), ili džampera (*jumpers*) .

Perspektivne tehnologije kao što su *EUVL* (*Extreme Ultraviolet Lithography*), *superprovodnici* i *kvantno optički* računari nude znatno bolje performanse budućih računara. *EUVL* je nova laserska tehnologija koja će drastično povećati performanse i smanjiti dimenzije čipova računara, a time i samog računara. *Superprovodnici* provode elektricitet bez zagrevanja i povećavaju brzinu računara za dva reda veličine u odnosu na tradicionalne bakarne provodnike. *Kvantno-optički računari* rade na principima kvantne optike, gde se signali se prenose *fotonima***,** a ne električnim impulsima. Brzina ovih računara je neuporedivo veća i približava se brzini svetlosti u transparentnim medijima.

2.7. ZAKLJUČAK

Hardver računara čine fizički opipljive sastavne komponente računarskog sistema. Obuhvata hardverske komponente samog računara (CPU) i periferijske uređaje. Glavne hardverske komponente računara su ulazni uređaji (tastatura, miš, …), hardverske komponente za obradu podataka (procesor-CPU, memorije, jedinica za napajanje i dr.), izlazni uređaji (monitor, printer, zvučnici, …) i uređaji za masovno skladištenje informacija (sekundarne memorije).

Računari manipulišu sa sekvencama bita - binarnim reprezentima informacija. Bit je binarna cifra koju skladišti deo informacije u memorijskoj jedinici, a predstavlja se sa simbolima 1 i 0. Grupa bita može se tretirati kao skup brojeva za računanje pomoću binarnog brojnog sistema – sistema na osnovi 2, za razliku od dekadnog sistema na osnovi 10. Bitovi se mogu grupisati u kodirane poruke koje predstavljaju alfabetske karaktere, slike, boje, tonske ili bilo koju drugu vrstu informacija. Čak i programske instrukcije koriste isti obrazac – razlažu se do niza bita pre nego što ih računar prihvati. Jedinice kao što su bajt (B), kilobajt (KB), megabajt (MB), gigabajt (GB) itd. su uobičajene jedinice za merenje količine bita i koriste se za opisivanje kapaciteta primarne i sekundarne memorije i veličine fajlova na medijumu za skladištenje.

CPU sledi i izvršava programske instrukcije, koje su takođe kodirane kao nizovi bita, obavljajući računske i logičke operacije kojima se ulazni podaci transformišu u izlazne. Svi tipovi CPU nisu međusobno kompatibilni; svaki CPU može procesirati poseban set instrukcija pa se program pisan za jedan CPU ne može koristiti sa CPU iz druge familije. Specijalni *emulacioni* program koji obezbeđuje da programi rade na nekompatibilnim CPU.

Brzina takta računara i arhitektura CPU neprestano se poboljšava da računari brže procesiraju informacije. CPU u svom radu koristi brze radne memorije (registre) smeštene u samom procesoru; keš memorije, koje su obične smeštene u CPU ili neposredno do CPU; primarne RAM (*random access memory*) memorije sa slučajnim pristupom, kao privremene memorije za instrukcije i podatke zadataka čije je izvršavanje u toku; ROM (*read-only memory*) memoriju, koja sadrži nepromenljive informacije koje služe kao referentni materijal za CPU u toku izvršavanja programskih instrukcija. U memoriju ROM tipa smešta se BIOS (*Basic Input and Output System*) program. Ostale hardverske komponente CPU računara čine kontroleri, generatori taktova itd. Većina komponenti računara se nalaze na matičnoj ploči i povezani su odgovarajućim magistralama (*buses*). Magistrale povezuju CPU kolo do slotova i portova koji omogućavaju računaru komunikaciju sa periferijskim uređajima.

2.8. KLJUČNI TERMINI

Arhitecture (Arhitektura) – konceptualni dizajn i fundamentalna operativna struktura računarskog sistema.

ASCII kôd (*American Standard Code for Information Interchange*) – standardni kôd koji ima 256 jedinstvenih znakova i predstavlja svaki karakter sa jedinstvenim 8-bitnim kôdom.

Compatibility (Kompatibilnost) – kompatibilnost (unazad) sistemskih i drugih programa sa prethodnim verzijama iste familije, što omogućava da nove verzije programa podržavaju sva dokumenta napisana u starijim verzijama.

Binarni broj – deo digitalne informacije koji je predstavljen vrednostima sa samo dva stanja – 1 i 0.

Bit – (Binary Digit) je najmanji deo digitalne informacije i može imati vrednost samo dva stanja – 1 i 0.

Bus (Magistrala, sabirnica) – vodovi za komunikaciju podataka, adresa i kontrolnih informacija u računarskom sistemu.

Byt (Bajt) – jedinica u binarnom brojnom sistemu koja sadrži 8 bita.

CPU (*Central Processing Unit*) – centralna procesorska jedinica ili procesor; glavna komponenta računara koja izvršava jednostavne programske zadatke koji se nazivaju instrukcije i vrše transformaciju ulaznih podataka u izlazne informacije.

Exspansion slot (Ekspanzioni slot) – tip slot utičnice namenjene za ekspanzione kartice (grafička, zvučna, mrežna itd.) za proširivanje funkcionalnosti računara.

File (Fajl, datoteka) – organizovan skup podataka.

Information (Informacije) – svaka komunikacija skupa podataka koji imaju vrednost za primaoca, informiše ga i povećava njegovo znanje; svaka komunikacija podataka bez obzira ima li ili nema vrednost za primaoca.

Input device (Ulazni uređaj) – interfejsni uređaj između korisnika i računara za unos ulaznih podataka.

Memory (Memorija) – privremena ili trajna skladišta za prihvat instrukcija i podataka programa koji se izvršava (malog kapaciteta) i masovno skladištenje informacija (velikog kapaciteta): CPU registri, keš memorija, RAM i sekundarna memorija (HD, spoljni diskovi, optički diskovi).

Motherboard (Matična ploča) – povezuje komponente računara i omogućava komunikaciju između delova računara; određuje performanse i tip procesora koje podržava i integriše brojne komponente: kontroler za zvuk, grafiku, LAN čip, USB priključak, *flopy* kontroler i dr.

Parallel processing (Paralelno procesiranje) – procesiranje sa dva i više paralelno povezanih CPU u jednom računaru ili više paralelno povezanih računara.

Permanent memory (Permanentna memorija) – stalna memorija koja ne gubi podatke posle ukidanja napajanja (npr. čvrsti disk).

Volatile memory (Nestalna memorija) – memorija koja gubi podatke posle isključivanja napajanja (npr. RAM memorija)

Output device (Izlazni uređaj) – uređaji na izlazu računarskog sistema, kao što su monitor, zvučnik, printer, modemi i dr.

Periphery (Periferijski uređaj) – svi uređaji računarskog sistema izvan CPU.

Port (Port) – konektor za ulazno izlazne uređaje računarskog sistema, mogu biti serijski i paralelni.

Slot (Slot)– standardizovani konektori za zvučne, grafičke, mrežne i druge kartice.

Procesor – CPU računara koji se najčešće naziva procesor računara.

RAM (Random Access Memory) – nestalna memorija sa slučajnim pristupom koja privremeno skladišti podatke i instrukcije programa koji se izvršava tipičnog kapaciteta ~ 256, 512, 1024 MB.

ROM (Read Only Memory) – stabilna memorija koja sadrži kodove za butovanje na najnižem nivou, može se ažurirati sa "flashing" tehnikom; proverava da li sve komponente glavne ploče rade zajedno, obezbeđuje ulaze/izlaze na niskom nivou za OS i butuje računar do tačke gde OS preuzima.

Storage media (Medijum za skladištenje) – stalna memorija za masovno skladištenje informacija; *online* kao čvrsti disk ili *offline* kao što su optički diskovi, spoljne memorije (USB, fleš i dr.)

PITANJA ZA PONAVLJANJE

- ☑ Navedite ulazne uređaje računara.
- ☑ Koje uređaje obuhvata hardver unutar računara?
- ☑ Kako se naziva grupa od 8 bita?
- ☑ Koliko različitih podataka se može kôdovati sa 4 bita?
- ☑ Napišite binarni zapis decimalnog broja 5?
- ☑ Kolika je bitska dužina ASCII kôda?
- ☑ Šta se kôdira sa ASCII kôdom i koliko ima karaktera?
- ☑ Koliko različitih karaktera ima u heksadecimalnom brojnom sistemu?
- ☑ Koji je heksadecimalni zapis binarnog broja 01010001b?
- ☑ Koji je binarni zapis heksadecimalnog broja 42h?
- ☑ U primeru MB, PB, TB, KB, B, GB obeležiti veličine u bajtima koje su u rastućem redosledu:
- ☑ Koje komponente mogu biti integrisane na matičnoj ploči?
- ☑ Navedite osnovne čipove na matičnoj ploči.
- ☑ Šta određuje *Socket* utičnica?
- ☑ Šta povezuje *NorthBridge* sa procesorom?
- ☑ Navedite osnovne delove funkcije i pravilne korake CPU?
- ☑ U čemu se izražava radni takt procesora?
- ☑ U čemu se izražavaju performanse procesora?
- ☑ Navedite tehnike za povećanje računarske moći.
- ☑ Šta sadrže BIOS i CMOS i čemu služe?
- ☑ Za šta su namenjeni PCI slotovi?
- ☑ Šta povezuje AGP port na matičnu ploču?
- ☑ Koje su osnovne magistrale podataka?
- ☑ Navedite karakteristike RAM memorije?
- ☑ Navedite osnovne karakteristike ROM memorije?
- ☑ Navedite glavne tipove i karakteristike keš memorija.
- ☑ Kakav može biti pristup memoriji i periferijama?
- ☑ Šta znači režim hibernacije kod laptop računara?
- ☑ Šta označava *Plug and Play* tehnologija?

3. PERIFERIJSKI UREĐAJI RAČUNARSKOG SISTEMA

Razumevanjem sadržaja ovog poglavlja studenti će moći da navedu po nekoliko primera ulaznih i izlaznih periferijskih uređaja, da razumeju principe njihovog poslovanja, kao i da objasne zašto tipični računar ima različite vrste uređaja za skladištenje i kako sve komponente računarskog sistema rade zajedno.

3.1 UVOD

Uspeh Apple II računara dolazi od činjenice da je računar pored procesora i memorije uključivao tastaturu, monitor, i disk i drajver za traku za sekundarno skladištenje podataka. Načini procesiranja informacija u savremenom računaru za običnog korisnika su skriveni; korisnik samo vidi ulaze i izlaze (I/O) računarskog sistema.

Ulazni uređaji su interfejs između korisnika i računarskog sistema. Tipično obuhvataju tastaturu, uređaje za pokazivanje (*pointing devices*), uređaje za očitavanje, skenere, audio i video uređaje i senzorske uređaje. Računari mogu primati ulazne signale iz različitih izvora, uključujući mašinsku opremu za proizvodnju, telefone, komunikacione mreže i druge računare. Kako se razvija tehnologija i menjaju ljudske potrebe, razvijaju se i novi ulazni uređaji za računar.

Računar može uraditi neverovatne stvari, ali za čoveka sve to ništa ne vredi dok ne dobije rezultat kojim, mu treba. „Po pravilu čovek više brine o onome što ne može videti nego što može videti“ (J. Cezar). Izlazni uređaji računarskog sistema konvertuju interne obrasce bita iz računara u oblik koji čovek može razumeti.

3.2 ULAZNI UREĐAJI

Tastatura (*keyboard***)** je najčešći oblik ulaznog uređaja. Koristi se za unos slova, brojeva i specijalnih znakova. Nekada se unos podataka u računar vršio putem prekidača, čime se unosio po jedan bit sa svakom manipulacijom prekidača.

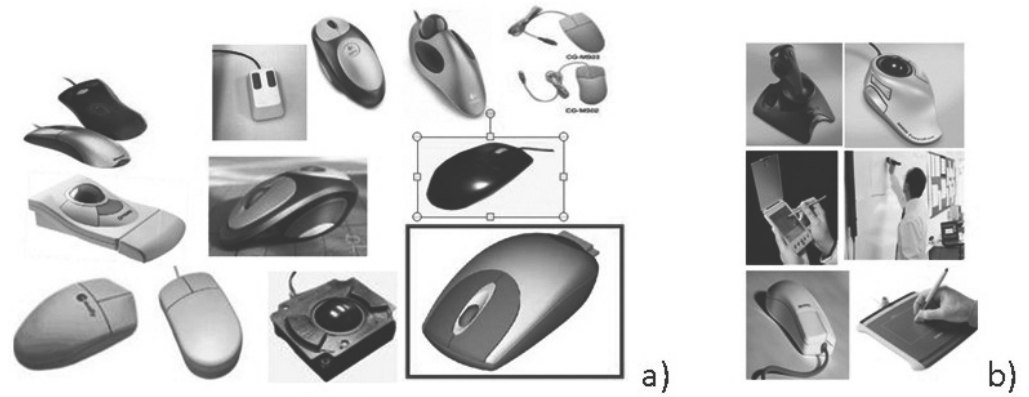
Savremeni korisnici računara imaju veliki izbor tastatura na raspolaganju. Tastatura računara se proizvodi u više različitih tipova, a najčešće se dele u sledeće kategorije:

- *Standardna tastatura*, koja ima QWERTY raspored slova klasične pisaće mašine;
- *Ergonomska tastatura*, sa rasporedom slova i znakova pod uglom, što smanjuje zamor ruku i zglobova i sprečava moguće zdravstvene probleme;
- *Bežična tastatura* (*wireless*) koristi radio talase za povezivanje na računar;
- *IC tastatura* koja koristi infracrveno zračenje za povezivanje na računar;
- *Rasklapajuća tastatura*, namenjena za mobilni rad, a koristi se za palm-računare;
- *Jednoruka tastatura* (*half*) namenjena za hendikepirane osobe;
- *Tastatura štampane na membrani* i
- *Holografska tastatura* (u razvoju), (Slika 3.1).

Slika 3.1 Neki tipovi tastatura: ergonomska, jednoručna standardna i holografska

Standardni QWERTY tip tastature, nasleđen od mehaničke pisaće mašine, uprkos univerzalnoj prihvatljivosti i standardizaciji, nisu najbolji ulazni uređaji za savremene računare, iako su još standardna oprema gotovo svakog savremenog računara. Kucanje na standardnoj tastaturi sa pravolinijski poređanim tipkama zahteva neprirodno držanje ruku i ručnih zglobova, što u dužem vremenskom periodu može izazvati profesionalno oboljenje - RSI (*Repetitive stressinjures*) – povrede od ponovljenih stresova kao što su *tendonitus i carpal tuned sindrom. Ergonomske tastature* imaju tipke postavljene pod uglom, što olakšava kucanje i smanjuje profesionalna oboljenja. Standardna i ergonomska tastatura povezane su na računar žičnim kablom kroz koji šalju signal na ulazni port računara. *Bežična tastatura* šalje signal radio emisijom ili putem infracrvenih zraka, slično daljinskoj komandi TV prijemnika. Pored ovih, najčešće zastupljenih tastatura postoje specijalizovani i namenski tipovi, kao što su jednoručna, minijaturna rasklapajuća, membranska i holografska.

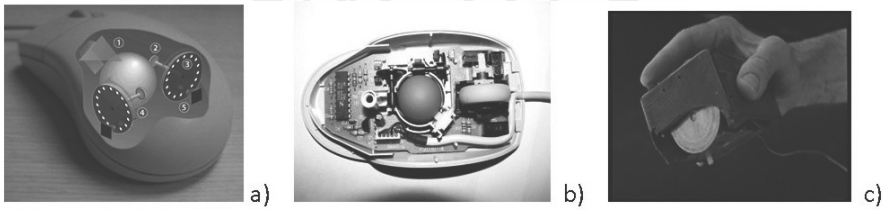
Uređaji za pokazivanje (*Pointing Devices*) obuhvataju razne tipove pokazivačkih uređaja kao što su: miš, *touchpad (*podloga osetljiva na dodir*), pointing stick* (pokazivački štapić)*, trackball* (kuglica za praćenje)*, joystick* (upravljačka ručica)*, graphics tablet* (grafička tabla) *i touch screen* (ekran osetljiv na dodir)*.* Svi pokazivački uređaji su neefikasni za unose velike količine podataka, (Slika 3.2).



Slika 3.2 Tipovi miševa (a) i drugih pokazivačkih uređaja (b)

Korisnici računara uglavnom koriste tastature za unos teksta i numeričkih podataka. Za druge funkcije tastature, kao što su slanje komandi i pozicioniranje kursora tipično koriste *miš*. Miš je dizajniran za pomeranje pokazivača po ekranu i usmeravanje na specifične karaktere i objekte. Najčešći, klasičan tip mehaničkog miša ima kuglicu ili pokretnim točkić na gornjoj strani, levi i desni taster. Kuglicom (točkićem) se marker pomera po ekranu, levi pozicionira marker, a desni taster imaju brojne dodatne funkcije za obradu teksta (kopiranje, izbore fontova, paragrafa, bulita itd). Većina savremenih, mehaničkih PC miševa sadrži obrtni točak između dva standardna tastera.

Mehanički miš sa kuglicom je prikazan na Slici 3.3*:* princip rada mehaničkog miša (Slika 3.3a), pogled na mehanički miš (b) i prvi mehanički miš (c) patentirao je *Douglas Engelbart* 1972, (*Xerox*), (Slika 3.3c). Kuglica se rotira u svim smerovima, a okomito postavljen krug sa otvorima na periferiji prekida (moduliše) svetlost emisione diode na putu do senzora i tako detektuje kretanje kuglice. Ova vrsta klasičnog, mehaničkog miša liči na prevrnuti *trackball* tip miša, koji je dominirao u personalnim računarima 1080-tih i 90-tih. Kuglični miš koristi dva rotaciona kruga postavljenih okomito jedan na drugi. Jedan krug detektuje horizontalna kretanja miša, a drugi vertikalna. Kretanje ova dva kruga izazivaju rotaciju dva diska za kodiranje, koji prekidaju optički signal koji generiše električni signal na optičkom detektoru. Miš šalje ove signale u računar kao kontakt dva provodnika. Drajverski program sistema konvertuje te signale u kretanje pokazivača miša duž X i Y ose na ekranu monitora. *Analogni miš* koji se smatra zastarelim, koristi potenciometre umesto rotirajućih točkića i kompatibilan je sa analognim *joystick*-om. Na Slici 3.3a prikazan je princip rada mehaničkog miša: 1. pravac kretanja miša, 2. X i Y točkići prenose kretanje kuglice na optičke, kodirajuće rotacione diskove, 3. rotacioni diskovi za optičko kodiranje sa otvorima na periferiji, 4. infracrvene LED (*Light Emitting Diode*) diode koje šalju svetlost kroz otvore rotacionih diskova, 5. senzori koji detektuju impulse kodirane svetlosti LED dioda i konvertuju ih u električne signale kretanja kursora po X i Y osi.



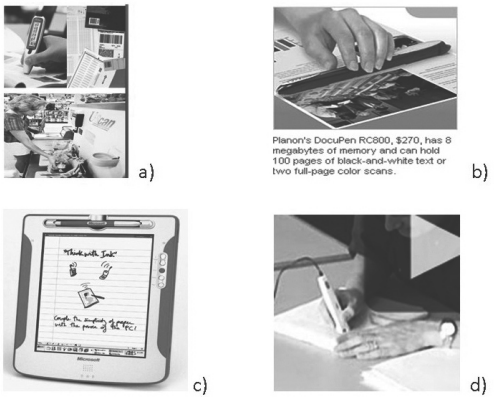
Slika 3.3 Mehanički miš sa kuglicom

Optički miš koristi reflektovanu svetlost LED ili laserske diode i napredni optoelektronski senzor za detektovanje kretanja. Savremeni miš ima jedan dva, tri ili pet tastera za slanje signala računaru tipa: „*izvrši ovu komandu*“, *aktiviraj selektovani alat*“ i „*selektuj sav tekst između ove dve tačke*“. Miš je standardni deo opreme desktop računara, ali je nepraktičan za prenosne računare. Alternativni pokazivači za prenosne i priručne uređaje mogu biti:

- *Touchpad*: mali ravni panel osetljivi na lagan pritisak. Korisnik pomera kursor povlačenjem prsta preko panela.
- *Pointing stick*: tanko dugme slično gumici za brisanje na olovci, osetljivo na pritisak. Marker se kreće u pravcu pomeranja pritiska prsta (slično minijaturnom džoistiku). Obično se nalazi u sredini tastature Laptop računara.
- *Trackball:* pokazivač funkcioniše kao obrnut miš koji ostaje miran, dok se pomera kuglica koja kontroliše kretanje kursora na ekranu.
- *Džoistik:* upravljač sličan kontroli video igara ili menjaču automobila..
- *Grafička tabla popularna je kod umetnika i dizajnera;* većina je osetljiva na pritisak, tako da šalje različite signale, zavisno od pritiska štapića (stila) koji izvršava klasičnu funkciju miša - *usmeri i klikni.*
- *Tuch screen*: fotootporna površina koja odgovara na dodir prsta korisnika na različite oblasti ekrana. Ovi uređaji se istovremeno koriste kao ulazni i izlazni uređaji. Često se koriste u javnim ustanovama, aerodromima i sl. gde većina korisnika nije familijarna sa računarima. Takođe se koriste u priručnim i PDA uređajima. U nekim rešenjima se za pokazivanje i upisivanje podataka mora koristiti štapić (stilo).

Uređaji za pokazivanje nisu efikasni za unos velike količine teksta u računar, što je razlog zašto nisu zamenili standardne tastature. Alternativu kucanju na tastaturi pružaju specifični uređaji dizajnirani da prepoznaju određene oblike, karaktere, oznake i kodove i unose ih na ulaz računarskog sistema.

Uređaji za očitavanje podataka čitaju oznake koje prezentuju kodove, posebno dizajnirane za računarski unos podataka, (Slika 3.4): (a) optički čitač i POS terminal, (b) olovka (pen) skener, (c) *tablet* PC, (d) čitač znakova napisanih magnetnim mastilom Uređaji za očitavanje uključuju: optičke čitače, čitače znakova napisanih magnetnim mastilom, čitače bar-kodova ili POS (*point-of-sale*) terminale, *Pen scanners* (priručne skenere), t*ablet PC (MS Win XP Tablet PC*), interaktivne pametne table (*Smart whiteboard,* 1991) i čitače radio identifikacionih kodova (*RIF reader*).



Slika 3.4 Uređaji za očitavanje

Optički čitač oznaka koristi reflektovanu svetlost da odredi lokaciju markera na standardnom tekstu, tabeli i Slika *Čitač karaktera pisanih magnetnim mastilom* očitava karaktere neobičnog oblika napisane magnetnim mastilom na otpornoj površini sa slabim strujnim tokom. Čitač bar kodova koristi svetlost za čitanje univerzalnih kodova komercijalnih proizvoda, kodova inventara i drugih kodova kreiranih od obrazaca barova različite širine. Ovi čitači se standardno nalaze na prodajnim mestima (POS terminali), skeniraju bar kod informaciju i šalju je u *mainframe* računar, koji određuje cenu proizvoda, porez, ukupan iznos i registruje transakciju za kasnije potrebe inventarisanja, obračuna i revizije. Kako su oblici slova teksta, karakteri magnetnog mastila i bar kodovi dizajnirani za očitavanje sa računarom, ovi su uređaji ekstremno precizni.

Međutim, čitanje teksta iz knjiga sa velikom razlikom štampanih slova znatno je složenije Tehnologija za prepoznavanje individualnih karaktera na štampanim stranicama naziva se optičko prepoznavanje karaktera – OCR (*Optical Caracter Recognition*). Izlazni podaci iz OCR uređaja mogu se skladištiti i uređivati u računaru. Pre nego što računar može prepoznati rukopis ili štampan tekst, prvo mora kreirati digitalnu sliku stranice koju zatim može uskladištiti u memoriju. Ova se operacija obično izvršava uređajem koji se naziva skener. Skeneri prihvataju i digitalizuju štampane slike i druge štampane materijale u bit mapirane slike. Postoje brojni tipovi skenera koji u stvari ne čitaju niti prepoznaju slova i brojeve na skeniranoj stranici – oni samo prave digitalnu sliku te stranice, koja je kompatibilna za računarsko procesiranje. Zatim, računar koristi OCR softver za interpretaciju crno belih skeniranih obrazaca kao slova i brojeve.

Na raspolaganju je nekoliko specijalnih skenera koji direktno izvršavaju OCR funkciju. *Pen skener* izgleda kao svetlosni pokazivač, ali su, u stvari, bežični skeneri koji prepoznaju karaktere beskontaktnim prelaskom skenera preko skenirane stranice (površine). Prevlačenjem *Pen skenera* preko linija štampanog teksta, on kreira fajl teksta u ugrađenoj memoriji, gde se skladišti do prebacivanja u računar preko kabla ili IC zraka. Ovaj skener sadrži mali ugrađeni računar programiran za prepoznavanje teksta.

Prepoznavanje rukopisa je daleko teže i sa više grešaka od prepoznavanja štampanih karaktera, ali ima daleko više praktičnih aplikacija, posebno u pen- ugrađenim računarima koji nemaju tastaturu, a ulaze primaju preko štapića (*stilusa*) direktno povezanog na ravni panel displeja. Računar elektronski simulira olovku i papir, program za prepoznavanje rukopisa prevodi oblike slova rukopisa korisnika u ASCII karaktere. Većina ovih sistema zahteva da korisnik modifikuje svoj rukopis da bi se povećala tačnost prepoznavanja i dekodiranja. PDA (*Personal Digital Assistant*), džepni računar sa olovkom (pen) služi kao lični organizator, notes, knjiga za sastanke im uređaj za komunikacije. Ovaj uređaj, takođe, može programirati kodove za brojne praktične primene.

Program OCR može se primeniti i u *beloj smart tabli* u sobi za sastanke i prezentacije, koja služi kao ulazni uređaj za PC računar. Tabla ispisana rukopisom predavača prenosi se i skladišti na HD u PC računaru kao digitalizovana slika. Ako je rukopis jasan i korektna, OCR program ga može automatski prevesti u standardni štampani tekst i poslati e-poštom na udaljenu lokaciju. Generalno, broj periferijskih jedinica zavisi od broja korisnika.

3.3 DIGITALIZACIJA I SKENERI

Čovek živi u analognom svetu, gde vidimo i čujemo glatke obrise slika i neprekidne tonove. Računar skladišti sve informacije kao binarne veličine **1** i **0**. Da bi se analogne informacije uskladištile u računar potrebno ih je *digitalizovati* – pretvoriti ih iz analognog u digitalni oblik. Digitalizacija zahteva upotrebu nekog ulaznog uređaja, kao što je desktop ravni skener ili audio CD, koji uzimaju milione uzoraka analognog originala. Vrednost uzorka (može se predstaviti numerički (sa 1 i 0) i tako uskladištiti u računar. Originalne slike i ton mogu se rekonstruisati skupljanjem svih uzoraka u sekvenci.

Dakle, pre nego što računar može prepoznati rukopis ili štampani tekst, skener ili drugi ulazni uređaj mora *digitalizovati informacije* – konvertovati analognu informaciju u digitalni oblik.

Skener je ulazni uređaj koji može kreirati digitalnu prezentaciju štampane stranice/slike. Tipičan digitalni skener sadrži CCD video senzor, sličan senzoru u digitalnim video kamerama. CD senzor se kreće napred-nazad preko analogne skenirane površine, snimajući za svaki uzorak slike intenzitete crvene, zelene, plave (R,G,B) boje u svakoj tački (pikselu) slike. Ljudsko oko ima receptore za R,G,B boje, a sve druge boje se vide kao kombinacija ove tri. Jedan bajt uobičajeno predstavlja jednu boju, a kod od 3 bajta (24 bita) predstavlja boju za svaki uzorak. Skener šalje svaki digitalni kod u računar, gde se binarni podaci mogu skladištiti i procesirati. Skeneri se dele se u tri glavne kategorije: *ravne skenere, skenere negativa i slajdova, portabl skenere i doboš skenere*. Najčešći savremeni model je r*avni skener* (*Flatbed*), sličan kopir mašini i slično radi, osim što umesto papirne kopije kreira računarski fajl. Namenjeni su za individualnu kućnu upotrebu i male kancelarije. Imaju tipičnu rezoluciju od 3600 dpi, a dubinu boje od 48 bita, (Slika 3.5). Skuplji modeli koje koriste profesionalci grafičari, mogu proizvesti reprodukciju većeg kvaliteta, a imaju i dodatke za skeniranje fotografskih negativa i slajdova. Neki skeneri se zovu *slajd skeneri* i mogu skenirati samo slajdove i negative filmova.

Slika 3.5 Ravni skener

Skeneri negativa i slajdova su specijalna vrsta skenera namenjena samo za skeniranje transparentnih negativa i slajdova. *Portabl skeneri* (*Sheet-fed scanners*), bazirani na *CCD* prostornom senzoru *(Charged Cupled Devices Array*) namenjeni su za skeniranje pisanog materijala na terenu i to po jednu stranicu koja se uvlači u kućište skenera. *Dobošni skeneri* (*Dram scanners*), su skupi i velikog kapaciteta. Koriste za skeniranje tehnologiju optoelektronskih fotomultiplikativnih pojačavačkih cevi (*PMT*). Namenjeni su za izdavačke kuće gde je kritičan kvalitet slika. Svi skeneri u suštini konvertuju fotografije, crteže, dijagrame i druge štampane informacije u obrazac bita ili bit mapirane slike, koje se mogu uskladištiti u memoriju računara, obično upotrebom programa za računarsku grafiku.

Digitalna fotokamera je ulazni uređaj (Slika 3.6a,b), koji koristi fleš memoriju (Slika 3.6c) za skladištenje digitalnog signala fotosnimka, umesto na film. Može snimati sve što i klasičnim fotoaparat. Digitalna foto kamera digitalnu mirnu sliku ili kratke sekvence video snimka sa izlaza fotoosetljivog digitalnog senzora (CCD-*Charge Coupled Devices*), skladišti u fleš memoriju u formi obrasca bita. Ove se informacije kasnije mogu prebaciti u računar, po potrebi obrađivati i gledati na ekranu monitora računara.

a) b) c)

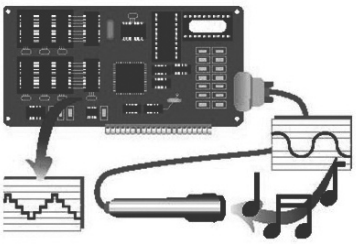
Slika 3.6 Digitalne fotokamere i fleš memorijska kartica

Digitalna video kamera može snimati sve što i analogna, klasična filmska kamera, ili analogna video kamera samo što umesto na filmsku traku ili magnetnu traku snima sliku kao obrazac bita i skladišti na disk ili drugi medijum za skladištenje. Digitalna video kamera ne zahteva video digitalizator i šalje video signal već digitalizovan u računar. Upotrebom web video kamera, (Slika 3.7), koje ne zahtevaju video digitalizatore omogućavaju se servisi *videokonferencije,* gde se video slike prenose kroz računarsku mrežu, tako da se ljudi na različitim fizičkim lokacijama mogu čuti i videti i održavati telekonferencije i poslovne sastanke.

Slika 3.7 Digitalna video (web) kamera

Video digitalizator je kolekcija elektronskih digitalnih kola koja primaju kao ulazne signale izlazne signale iz analogne video kamere, video kasetnog rekordera, TV ili drugog izvora analognog video signala i konvertuje ih u digitalne signale koji se može uskladištiti u memoriju i prikazati na ekranu monitora računara. Kao ulazni uređaj računarskog sistema, prihvata analogni video izlaz sa analogne video kamere, VCR (video kasetnog rekordera) ili TV prijemnika. Ovi uređaji vrše konverziju analognih video signala u digitalne video signale, koji se zapisuju u memoriju i prikazuju na ekranu monitora računara. Digitalni video se koristi za multimedijske aplikacije kao što su web stranice i razvoj audio CD ROM-ova. Funkciju video digitalizatora vrši video kartica u računaru.

Audio digitalizator je ulazni uređaj koji sadrži kola za digitalizaciju analognih audio signala sa mikrofona, diktafona i ostalih ulaznih audio uređaja u digitalne audio signale. Audio digitalizatori i digitalni audio su postali deo svakodnevnog života. Popularni CD plejer je u stvari računarski sistem dizajniran za prevođenje digitalne informacije



Slika 3.8 Tipična zvučna kartica

na CD ROM-u u analogne audio signale koji se mogu pojačavati i reprodukovati na zvučniku/slušalici. Kod snimanja digitalnog audia pomoću računara, analogni zvučni talasi vibriraju membranu mikrofona povezanog na mikrofonsku utičnicu na zadnjoj strani panela računara. Analogni audio signal sa mikrofona se dovodi na zvučnu karticu u PCI slotu na matičnoj ploči, koja vrši funkciju audio digitalizatora u računaru, (Slika 3.8). Pozicije mikrofonske membrane audio digitalizator, odnosno, zvučna kartica uzorkuje oko 44.000 puta u sekundi, odnosno sa frekvencijom od 44 kHz, a nivoi uzoraka se skladište kao binarni brojevi. Što je veća frekvencija uzorkovanja bolji je tonski snimak: jedan 8-bitni uzorak može predstaviti 256 različitih nivoa tona, a 16-bitni – 65.536 nivoa. Digitalizacija zvuka ili slike sa većom frekvencijom uzorkovanja i veću vernost reprodukcije, zahteva veći kapacitet medija za skladištenje.

Digitalni audio signali se mogu memorisati i naknadno procesirati specijalizovanim programskim alatima. Audio digitalizator može digitalizovati govorni signal, muziku i druge zvučne efekte, koji su obični binarni podaci za računar.

Program za prepoznavanje govora vrši konverziju analognog govornog signala u digitalni oblik. Digitalni govorni signali se, zatim, mogu editovati, memorisati i štampati. Ovaj program nalazi veliku primenu u medicini, vojnim programima, obuci kontrolora leta, *kol* centrima, za hendikepirana lica, za unos teksta u računar čitanjem (Slika 3.9), u robotici, za kućnu automatiku (akustomate), radu sa računarom bez ruku, mobilnoj telefoniji itd. Program za prepoznavanje govora može konvertovati podatke glasa u reči koje se mogu skladištiti i štampati. Ovakav program je na raspolaganju više godina, ali nije bio dovoljno pouzdan za širu primenu. Čak i najnoviji programi za prepoznavanje govora imaju još uvek neka ograničenja da bi zamenili tastaturu kao ulazni uređaj.

Slika 3.9 Unos teksta u računar čitanjem

Senzori su dizajnirani u cilju monitorisanja fizičkog životnog okruženja i radnih uslova u opasnim i za čoveka nepristupačnim sredinama. Senzori se koriste za neprekidno merenje i kontrolisanje temperature, vlažnosti, pritiska, zagađenosti vazduha, prisustva opasnih hemikalija, radioaktivnosti i Slika Senzori obezbeđuju podatke za potrebe brojnih disciplina: robotike, kontrole klime okoline, vremenske prognoze, medicinskog monitoringa (Slika 3.10), naučnih istraživanja itd. Čak se i ljudski osećaj mirisa može simulirati sa senzorima. Treba očekivati da se uskoro takvi uređaji koriste za detekciju pokvarenih namirnica u prodavnicama hrane, nagaznih mina u minskom polju, curenja opasnih hemikalija i sl.

Slika 3.10 Primena senzora za medicinski monitoring zdravstvenog stanja pacijenata

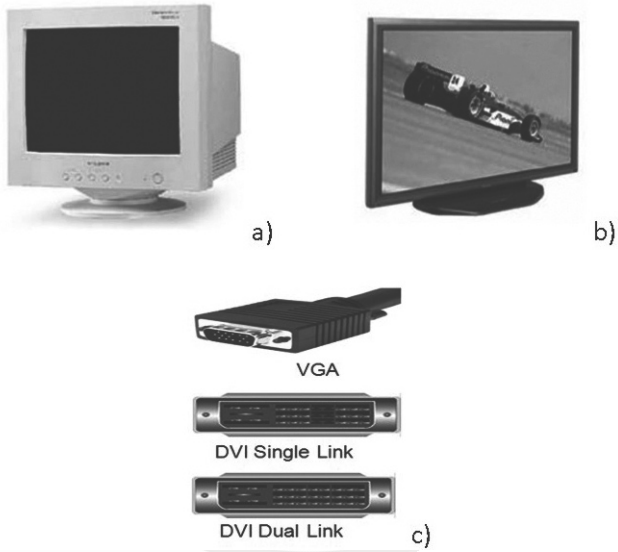
3.4 IZLAZNI UREĐAJI RAČUNARSKOG SISTEMA

Većina savremenih računara daje izlazne rezultate kroz dva glavna tipa uređaja: *ekran monitora* za neposredni vizuelni pregled i printere za permanentni papirni izlaz.

Video izlazni uređaj računarskog sistema obuhvata tri ključne komponente: monitor, video adapter i video memoriju (VRAM). *Monitor* (video displej) koristi se kao jednosmerni prozor između korisnika i mašine. Savremeni monitor podjednako prikazuje numeričke i alfabetske karaktere, grafiku, fotografske slike, animaciju i video snimke. *Video adapter* ili video (grafička) kartica, integrisana ili preko PCI slota povezana na matičnu ploču, povezuje monitor sa računarom. VRAM ili video memorija je poseban deo RAM-a u kome se drže digitalne video slike. Što je više video memorije, to je moguće prikazati više detalja na jednoj slici na ekranu monitora računara, (Slika 3.11).

Slika 3.11 Računarski sistem sa monitorom

Prvi monitori računarskog sistema bili su sa zelenim ekranom (1970-ih), zatim sa kolor grafičkim adapterom CGA (*Color Graphics Adapter*), sa 4 boje i rezolucijom 320x200 piksela (1981), (Slika 12a). Monitori sa poboljšanim grafičkim adapterom - EGA (*Enhanced Graphics Adapter*), sa 16 boja i rezolucijom od 640x350 piksela pojavili su se 1984. Prvi VGA (*Video Graphics Array*) monitori pojavili su se 1987, zatim XGA (*Extended Graphics Array*) monitori sa ravnim ekranom, 16.8 miliona boja i rezolucijom od 1024x768 piksela (1990). Savremeni monitori UXGA (*Ultra Extended Graphics* Array) sa 16.8 miliona boja i 1600x1200 rezolucijom (b).



Slika 3.12 Monitori računarskog sistema

Konektori za povezivanje monitora na računar proizvode se u dva glavna tipa: VGA (*Video Graphics Addaptor*) i DVI (*Digital Video Interface*). VGA konektori su starije generacije, dok su DVI razvijeni da omoguće veliku rezoluciju na digitalnim ravnim ekranima (Slika 3.12c).

Kako uloga monitora kao grafičkog izlaznog uređaja svakim danom raste, potrebno je da korisnici računara treba da znaju osnovne podatke o faktorima koji kontrolišu veličinu i kvalitet slike. Osnovne karakteristike monitora i kvaliteta slike su veličina ekrana, rezolucija i kvalitet slike (dubina boje). Veličina monitora, kao i TV ekrana, meri se

dužinom dijagonale linije ekrana, tipično 15-21 inč, ali je stvarna vidljiva oblast obično manja. Slika na ekranu monitora sastoji se sitnih tačaka, koje se nazivaju ***pikseli*** (p*icture elements*) – elementi slike. Kvadratni inč neke slike monitora je tipično mreža piksela od oko 72x72 piksela. Kaže se da takav monitor ima rezoluciju od 72 tačke po inču ili – **dpi** (*dot per inch*). Što je rezolucija veća ovi pikseli su sve bliži jedan drugom. Tipična rezolucija od, na primer, 1024 x 768 sadrži 786.432 piksela.

Rezolucija nije jedini faktor koji određuje kvalitet slike. Kvalitet slike zavisi od rezolucije, ali i tzv. dubine boja, ili bitske dubine, što znači da veći opseg boja po pikselu zahteva više bita prostora u video memoriji. Dubinu boje (*color depth*) određuje broj različitih boja koje monitor može da prikaže u jednom trenutku, a izražava se u broju bita po pikselu. Što je veća bitska dubina to monitor može prikazati više nijansi boja po svakom pikselu.

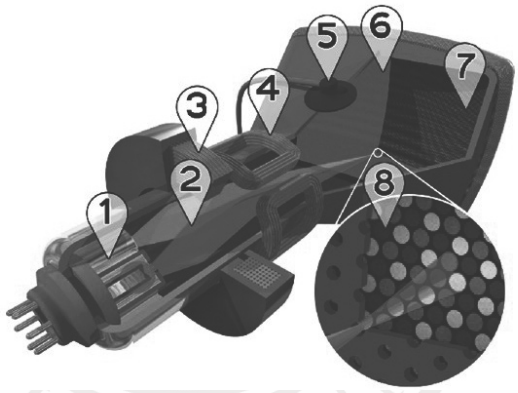
Slika 3.13 Uticaj dubine boje na kvalitet slike

Ako se svaki piksel predstavlja sa 8 bita memorije, rezultirajuća slika može imati do 256 različitih boja na ekranu u istom trenutku (2^8=256). Drugim rečima, 8-bitni kolor, uobičajen kod starijih PC, ima dubinu boje od 256. Većina grafičkih profesionalaca koristi 24-bitni kolor monitor koji dopušta $2^{24}\approx$ 16 miliona boja po pikselu, što je više nego dovoljno za realističke slike. Uticaj dubine boje na kvalitet slike prikazan je na Slici 3.13. Monohromatski monitor može prikazati samo monohromatske slike. Monitori sa sivom skalom mogu prikazati crno-belu sliku sa nijansama sivog i imaju veću dubinu boje od monohromatskih.

Savremeni PC i Macintosh monitori mogu na istom monitoru prikazati različite kombinacije rezolucije i dubine boje. Monitor se na računar spaja preko video adaptera ili grafičke (video) ekspanzione kartice, koja se utiče u PCI slot na matičnoj ploči. Svaka slika prikazana na ekranu monitora postoji u video memoriji (VRAM), posebnom delu RAM memorije, rezervisanom za čuvanje video slika. Veličinu VRAM-a određuju maksimalna rezolucija i dubina boje, koju računarski sistem može prikazati. Što je veća video memorija računar može prikazati više detalja u slici.

Sa tehnološkog aspekta video displej izlazni uređaji računarskog sistema dele se u četiri osnovne klase: CRT (*Catode Ray Tube*) monitore, LCD/TFT monitore, projekcione LCD panele i video projektore.

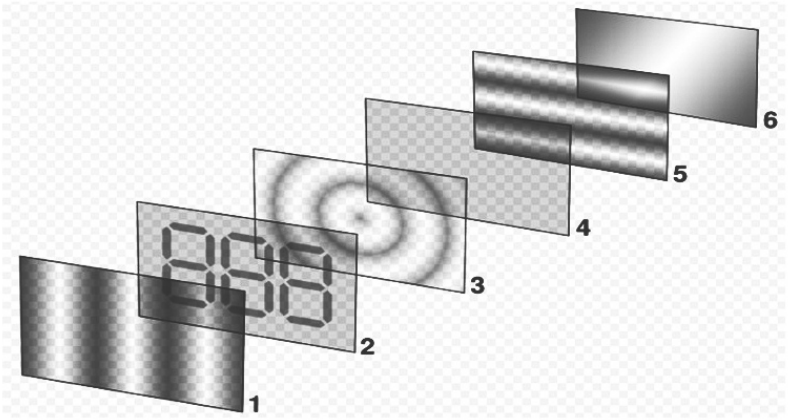
1. *CRT (Catode Ray Tube) monitori* su zasnovani na katodnim cevima. Ovi monitori još uvek dominiraju zbog veće jasnoće slike, brzine odziva i niže cene. CRT je vakumska cev koja sadrži elektronski top kao izvor elektrona i fluorescentni ekran, sa internim i eksternim sredstvima za ubrzavanje i otklon elektronskog snopa, koji se koristi za formiranje emitovane svetlosti sa fluorescentnog ekrana. CRT se koristi u računarskim monitorima, TV prijemnicima, osciloskopima, radarima i sl. Glavne sastavne komponente kolor CRT ilustrovane su na Slici 3.14: **1.** Elektronski top; **2.** Elektronski snop; **3.** Namotaji za fokusiranje; **4.** Namotaji za otklon; **5.** Spajanje anode; **6.** Maska za odvajanje snopa za crveni, zeleni i plavi deo prikazivane slike; **7.** Fosforni sloj sa crvenim, zelenim i plavim elementima; **8.** Presek fosfornog sloja na unutrašnjoj strani ekrana.



Slika 3.14. Princip rada CRT

2. *LCD (Liquid Crystal Displays) monitori* je savremeni, popularni monitor sa ravnim ekranom na bazi tečnih kristala. Sam LCD je elektrooptički modulator realizovan kao tanki, ravni displej napravljen od nekog broja kolor ili monohromatskih piksela postavljenih ispred izvora svetlosti ili reflektora. Obično se koristi u baterijski napajanim uređajima jer zahteva malu snagu napajanja. Svaki piksel LCD tipično sastoji se od jednog sloja molekula postavljenog između dve transparentne elektrode i dva polarizaciona filtera, sa okomitom osom transmisije. Bez tečnog kristala između dva polarizaciona filtra svetlost koja prođe prvi filter bude blokirana na drugom filteru. Površine elektroda koje su u kontaktu sa materijalom tečnog kristala, tako su tretirane da poravnavaju molekule tečnog kristala u određenom pravcu. Ovaj tretman sastoji se od tankog polimerskog sloja koji se trljaju u jednom pravcu, korišćenjem, na primer, neke tkanine. Tako se pravac tečnih kristala poravna i definiše sa pravcem trljanja. Elektrode su sačinjene od transparentnih

provodnika od *tankog indium oksida* – ITO (*Indium Tin Oxide*). Struktura refleksnog LCD displeja prikazana je na Slici 3.15, gde je: 1. Polarizacioni filterski film sa vertikalnom osom za polarizaciju ulazne svetlosti; 2. Stakleni substrat sa ITO elektrodama, čiji oblik određuje formu kristala kada se uključi napajanje LCD; 3. Tečni kristal sa međusobno okomitim osama polarizacije molekula (*twisted nematic device*); 4. Stakleni nosilac sa filmom ITO elektrode sa horizontalnim ivicama za poravnavanje sa horizontalnim filterom; 5. Film polarizacionog filtera sa horizontalnom osom polarizacije za blokiranje prolaska svetlosti; 6. Refleksna površina za odbijanje svetlosti prema posmatraču.



Slika 3.15 Struktura LCD displeja

Pre primene električnog polja, orijentacija molekula tečnog kristala određena je njihovim podešavanjem dovođenjem osa molekula u međusobno okomit položaj na površini. U ovom tipu LCD, molekule se aranžiraju u spiralnu strukturu, odnosno uvrću se (*twested*). Pošto materijal tečnog kristala deli svetlost, posle prolaska kroz jedan filter svetlost se rotira (menja osu polarizacije) sa spiralnom strukturom sloja tečnog kristala, omogućavajući joj prolaz kroz drugi polarizacioni filter. Polovina ulazne svetlosti se apsorbuje u prvom polarizacionom filteru, dok je ostatak strukture sasvim transparentan.

3. *TFT monitori* koriste tehnologiju tankog filma tranzistora za LCD displej, gde svakom pikselu odgovara jedna tranzistor. Tipičan 17 inča TFT monitor ima oko 1,3 miliona piksela slike, odnosno 1,3 miliona tranzistora. Takav monitor tipično može imati do 11 mrtvih piksela, odnosno tranzistora koji ne rade, a koji se na ekranu vide kao crvena, bela ili plava tačka i obično nisu kritične ako se ne nalaze u kritičnoj zoni ekrana. Ovi monitori imaju kraće vreme odziva i pogodni su za multimedijalne sadržaje. Kako cene LCD/TFT monitora pada, sve više zamenjuju klasične CRT monitore kod standardnih desktop računara.

4. *Projekcioni LCD paneli* (*Overhead projection panels*) projektuju video signale, ili računarske podatke na visećem zidnom ekranu. Ranih 1980s-1990's, LCD projektori tipa epidiaskopa (*overhead projectors*) dominirali su u školama i poslovnim prezentacijama. LCD panel u plastičnom okviru montiran na zidu i spojen na video izlaz računara, često razdvojen od normalnog monitorskog izlaza. Rashladni ventilator u panelu je sprečavao pregrevanje panela, koje je dovodilo do zamagljivanja slike. Prvi LCD paneli bili su monohromatski i za NTSC standardni video signal, kao što je iz *Apple* II računara ili VCR (*Video Recorder*). Kasnih 1980-tih pojavili su se 16-bitni kolor modeli za *Macintosh* i VGA PC računare. Displej je bio prilično inertan, sporo se osvežavao, pa su brzo pokretne slike ostavljale trag.

   LCD projekcioni paneli su savremena zamena analognih diaskop, grafoskop i episkom projektora. Za prikazivanje slike, LCD projektor tipično šalje svetlost iz *metal-halidne lampe* kroz prizmu koja deli svetlost na tri poli-silicijumska panela, za crvenu, zelenu i plavu komponentu video signala. Kada polarizaciona svetlost prolazi kroz panel (kombinacija svetlosnog polarizatora, LCD panela i analizatora), individualni pikseli mogu biti otvoreni za propuštanje svetlosti, ili zatvoreni za blokiranje svetlosti. Kombinacija otvorenih i zatvorenih piksela može proizvesti širok opseg boja i nijansi sivog u projektovanoj slici. Metal-halidne lampe emituju snažnu usmerenu svetlost (2000-4000 lumena), ali su skupe (600-1000$) i traju od 500-1000 časova. Zahvaljujući ovoj lampi, ovi projektori su manji i lakši, ali daju najbolji kvalitet slike na čisto beloj ili sivoj površini, ili namenskom ekranu, (Slika 3.16).

Slika 3.16 Projekcioni LCD panel

5. *Video projektor* uzima video signal *video signal* i projektuje odgovarajuće slike na projekcionom ekranu koristeći kombinaciju sočiva. Svi video projektori koriste vrlo jak izvor svetlosti za projekciju slike, a savremeni projektori imaju mogućnost manuelne korekcije svetlosti, kontrasta i drugih parametara. Video projektori se često nazivaju *digitalni projektori*. Uobičajena rezolucija za portabl SVGA projektore je 800x600 piksela i XGA – 1024x768 piksela. Parametri koji određuju kvalitet i cenu video projektora su jačina svetlosti (od 1500-4000 lumena), koja je u određenom projektoru fiksna i veličina projektovane slike, pošto povećanje slike za 41% , smanjuje intenzitet svetla za 50%, (Slika 3.17).

Slika 3.17 Projektovana slika sa video projektora u kućnom bioskopu

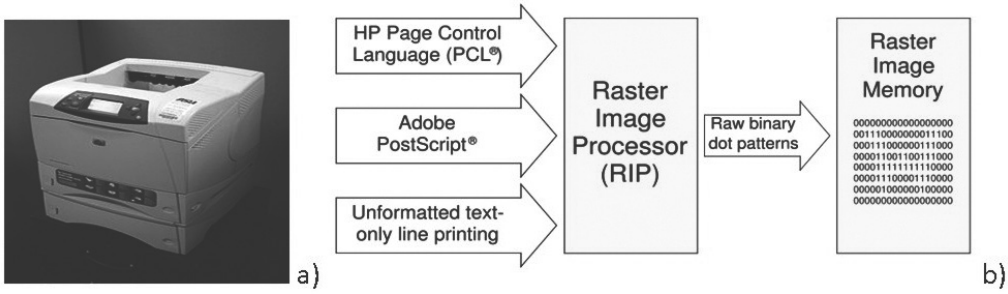
Štampač proizvodi *papirni izlaz* računara - čvrstu kopiju (*hard copy*) na papiru svake statičke informacije koja se može prikazati na ekranu monitora računara, koji prikazuje trenutan ili privremen izlaz računara na monitoru. Štampači se proizvode u nekoliko varijanti, ali se mogu grupisati u dve osnovne grupe: *štampače sa dodirom i štampače bez dodira.*

1. *Štampači sa dodirom* svrstavaju se u dve kategorije: linijske i matrične štampače. Ovi printeri imaju zajedničku karakteristiku – formiraju sliku fizičkim kontaktom papira preko trake (ribona), slično pisaćoj mašini. *Linijski štampači* štampaju jednu po jednu liniju, brzinom od 600-1200 linija/minuti. Koriste ih brojne banke i velike organizacije sa *mainframe* računarima. Veoma su bučni i ograničeni na štampanje karaktera, pa nisu pogodni za stono izdavaštvo i desktop računare. *Matrični štampači* rade slično pisaćoj mašini, glava štampača štampa matricu finih tačaka mastila na papiru za svaki karakter, umesto štampanja svakog karaktera, (Slika 3.18). Štampaju tekst i grafiku podjednako lako – štampana stranica može biti slika, tekst, grafika ili kombinacija. Tipičan matrični štampač, štampa slike rezolucijom manjom od 100dpi, što na ekranu monitora izgleda sasvim dobrog kvaliteta, ali ne i na papiru.

Slika 3.18 Tipični matrični štampač

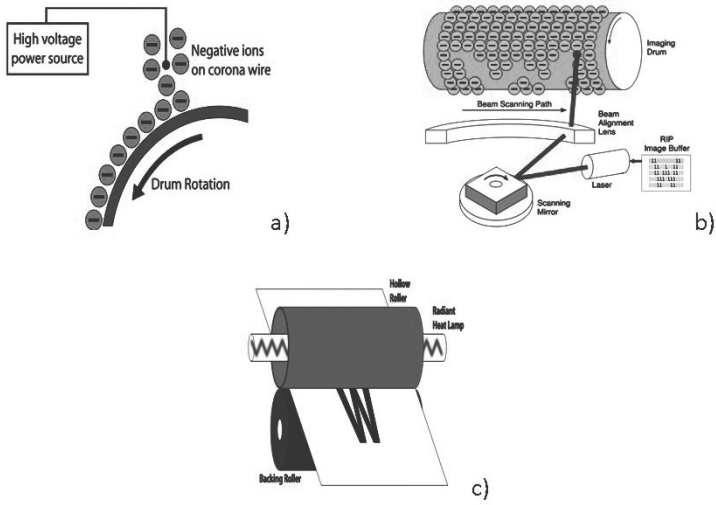
2. *Štampači bez dodira* sve više smenjuju prvu grupu, a obuhvataju dve osnovne kategorije: laserske i indžekt štampače. Beskontaktni štampači daju izlaz sa većom rezolucijom od matričnih štampača – obično 600 dpi i većom i zato dominiraju tržištem.

Laserski štampači, najšire korišćeni savremeni štampači, koriste proces štampanja od 7 koraka, (Slika 3.19a).



Slika 3.19 Štampač *HP LaserJet 4200* serije printer

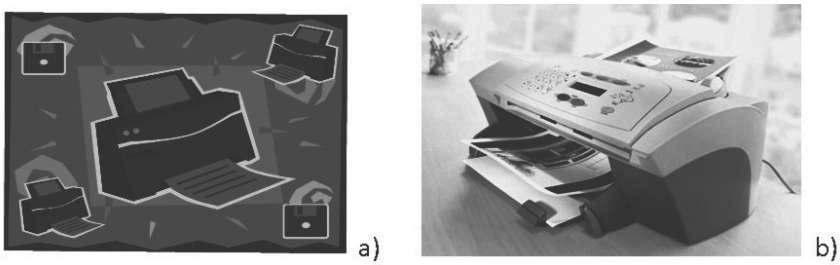
U prvom koraku generisanja podataka rasterske slike (b) programi *Adobe PostScript ili HP Printer Command Language* kodiraju izvorni materijal, a *Raster Image Processor* (RIP) generiše rasterske linije slike. RIP koristi program da generiše bitmapiranu stranicu za štampu i šalje niz bita u memoriju rasterske slike - RI memoriju ili bafer). RI bafer moduliše laserski snop, koji reflektovan od rotirajućeg doboša formira sliku električnih naboja. Laserski snop neutrališe naboj bele površine i ostavlja statičku negativnu sliku na fotoreceptorskim senzorima rotirajućeg doboša. Negativni nabijene čestice tonera ne dodiruju bele površine. Laserski štampači su brži od štampača sa dodirom sa brzinom štampanja od 5 do 30 str/min, ali su skuplji od matričnog štampača. Princip rada laserskog štampača prikazan je na Slici 3.20: primena negativnog naboja na fotoosetljivi doboš (a), upisivanje bitmapirane slike na fotoosetljivi doboš (b) i rastapanje tonera na papir korišćenjem tehnike zagrevanja ili pritiska (c).



Slika 3.20 Princip rada laserskog štampača

Većina kolor štampača koristi subtehniku *subtraktivne sinteze* za proizvodnju boja piksela slike: mešaju različite količine svetlo plave (*cyan*), crveno-ljubičaste (magenta), žutih i crnih pigmenata za kreiranje neke boje. Tehnika subtraktivne sinteze boja može se demonstrirati bojenjem preklapajućih oblasti *cyan*, *magenta* i žute boje. Kombinacije sve tri daje crnu boju, samo dve daju crvenu, zelenu i plavu, koje su sekundarne boje subtraktivnog sistema. Većina štampača i monitora su rasterski uređaji, koji formiraju sliku sa sitnim tačkama. Rezolucija rastera štampača meri se u broju tačaka po inču, a kreće se 100 do preko 1000 dpi. Poređenje rezolucija monitora i štampača je teško, jer prvi koriste aditivnu, a drugi subtraktivnu sintezu boja. Monitori mogu prikazati više boja nego štampači, dok ovi mogu prikazati nekoliko boja koje monitori ne mogu. Oba uređaja mogu reprodukovati daleko više nijansi boja, nego što ljudsko oko može detektovati.

Inkdžet štampači rade na principu **u**brizgavanja mastila (primenom *termalne, piezoelektrične, ili kontinualne* metode) na papir, produkujući štampani tekst ili grafičke slike. Štampa manje stranica/minuti nego laserski štampač, ali obezbeđuje slike u boji visoke rezolucije i niže cene od laserskog štampača, (Slika 3.21a).



Slika 3.21 Multifunkcionalni izlazni uređaj računarskog sistema (a) i inđžekt štampač (b)

Multifunkcionalni izlazni uređaj računarskog sistema (*all-in-one*) kombinuje različite alate koji mogu koristiti slične tehnologije. Obično su kombinovani štampač *(MFP),* skener, štampač, faks modem i kolor fotokopir mašina, (Slika 3.21b).

Ploteri su veliki štampači koji proizvode velike, inženjerske šeme i mape koristeći specijalna pera tipa rapidografa za tehničko crtanje, a upotrebljavaju ih veliki projektni biroi i velike organizacije.

Faksimil (fax) mašine namenjene su za slanje i prijem poruka. Kod slanja poruka faks skenira svaku stranicu (CCD prostornim senzorom) i transformiše skenirane slike u nizove digitalnih signala, koji se zatim šalju preko telefonske linije do prijemnog faksa. Na prijemnoj strani faks mašina nakon prijema signala rekonstruiše i štampa crno beli faksimil, ili kopiju originalne stranice na specijalnom termoosetljivom papiru.

Faks modem transformiše dokument u digitalne signale koji se prenose preko telefonske linije da bi se zatim dekodovali u prijemnoj faks mašini. *Modem* računarskog sistema sadrži modulator i demodulator. Modulator konvertuje digitalne signale iz računara u analogne, da omogući transfer preko analognih linija. Prvi modemi su imali relativno malu brzinu od 300bps, a noviji modeli imaju brzinu od 56Kbps. Modemi (Slika 3.22), koji mogu biti ugradni (a), spoljni uređaj (b), kablovski (c), ISDN, HDSL ili ADSL, su ulazno/izlazni uređaji koji omogućavaju prenos digitalnih signala većom bitskom brzinom. Kablovski modem omogućava prenos sa brzinama od 30-40Mbps preko koaksijalnih kablova, kućnih infrastrukturnih instalacija kablovske TV. ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) modemi koriste standardne telefonske parice za istovremeni prenos analognih govornih signala i digitalnih signala iz računara, sa brzinama od 8 Mbps – 100MBps. Obično je brzina slanja poruka (*up-loding*) manja od brzine skidanja informacija (*downloding*).

Slika 3.22 Modemi računarskog sistema

3.5 AUDIO ULAZ/IZLAZ RAČUNARA

Slika 3.23 Muzičar sa sintesajzerom

Gotovo svi savremeni PC računari poseduju zvučnu karticu, koja prihvata mikrofonski ulaz, a reprodukuje muziku i druge tonove kroz zvučnik ili slušalicu i obrađuje zvuk na različite načine po želji korisnika. Većina zvučnih kartica takođe uključuje *sintesajzere* – specijalizovana kola dizajnirana za generisanje elektronskog zvuka - muzike, šuma i drugih zvučnih efekata, (Slika 3.23). Sa odgovarajućim programom računar može generisati i govor.

3.6 KONTROLA DRUGIH UREĐAJA

Kao što ulazni uređaji prenose realni svet u digitalnu formu u računaru, tako brojni izlazni uređaji rade u suprotnom pravcu – pretvaraju digitalne izlaze u analogne pokrete ili merenja. Primeri su pokreti robota, telefonske centrale, transportni uređaji, automatske fabričke mašine, vasionski brodovi i brojni drugi uređaji, koji primaju naredbe od računara. Video igre, simulatori virtuelne realnosti su takođe primer računarske kontrole uređaja, (Slika 3.24).

Slika 3.24 Primeri računarski upravljanih sistema

Pojavljuju se i izlazni uređaji koji sintetišu miris. Ako se ovi uređaji komercijalizuju, korisnici računara mogu očekivati da na web stranici istovremeno osete miris nekog proizvoda, vide i čuju zvuk. Generalno mogućnosti izlaznih uređaja računara ograničene su samo tehnologijom i maštom ljudi.

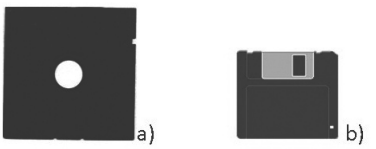
3.7 ULAZNO/IZLAZNI UREĐAJI ZA SKLADIŠTENJE PODATAKA

Neki periferijski uređaji računara mogu izvršavati funkcije ulaznih i izlaznih uređaja. U ovu kategoriju uređaja ubrajaju se uređaji za skladištenje podataka *(storrage devices),* koji se često nazivaju *sekundarne memorije*. Osnovni parametri ovih uređaja su lokacija, kapacitet, brzina i metod pristupa, a dele se u sledeće kategorije:

- magnetne trake,
- magnetni diskovi,
- optički diskovi,
- fleš memorije.

Magnetne trake mogu da memorišu veliku količinu informacija na malom prostoru uz relativno nisku cenu. Pogon (drajv) za magnetnu traku uobičajeno se koristi u mainframe računarima, ali i u nekim PC uređajima. Podaci se snimaju i reprodukuju sa sloja namagnetisanih čestica na plastičnom nosaču – traci. Magnetna traka može uskladištiti veliku količinu podataka na malom prostoru i po relativno niskoj ceni. Prvobitni magnetni koturovi, zamenjeni su kasetama operativnijim za rad. Osnovno ograničenje je sekvencijalan pristup podacima, pa je, na primer, za izvlačenje informacija iz središta trake, vremenski zahtevan posao. Zato se magnetne trake danas uglavnom koriste za pravljenje sigurnosnih kopija (*backup*-ovanje).

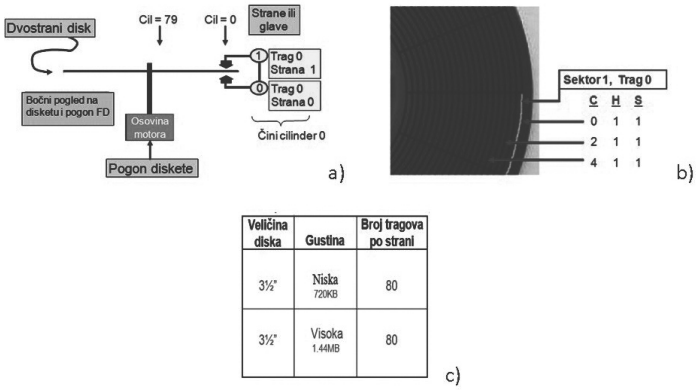
Magnetni diskovi kao i magnetne trake imaju magnetni površinski sloj koji može memorisati snimane informacije. Pogon diska upisuje i očitava podatke sa diska, a za razliku od magnetnih traka izvlači informacije iz bilo kojeg dela diska znatno brže, bez obzira na redosled snimanja. Zbog mogućnosti slobodnog, slučajnog pristupa podacima preko disk drajva**,** diskovi su najpopularniji mediji za svakodnevne potrebe skladištenja informacija.



Slika 3.25 Sekundarne memorije - diskete

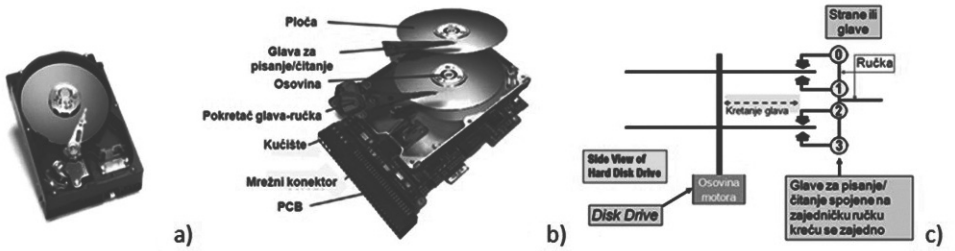
Diskete –FD (*Flopy discs*) tipa **A** za programe i **B** za podatke su bile prvi magnetni diskovi. Diskete (Slika 3.25) su fleksibilni, plastični diskovi, promera 5 ¼" (a) i 3½" (b), smešteni u plastično kućište.

Namenjeni su za skladištenje programa i podataka. Imaju kapacitet od 512, 750 i 1 440 kB. Omogućava jeftino, prenosivo memorisanje. Poprečni presek cilindra *FD* po osovini pogona diskete (*Disk Drive-a*), prikazani su na Slici 26a, a koncentrični krugovi *tragova* i njihovi segmenti - jedinice za skladištenje tzv. *sektori* na FD prikazani su na Slici 3.26b. Brojanje tragova počinje od spoljnog kruga prema centru. *Sektor* je kontinualni linearni niz namagnetisanih bita koji zauzimaju zakrivljenu sekciju traga. Sektori su najmanje fizičke jedinice za skladištenje na disku. Svaki sektor skladišti 512 bajta podataka. Brojanje fizičkih sektora unutar traga počinje sa 1. Flopi diskovi tzv. visoke i niske gustine imaju za isti broj tragova različite kapacitete (720kB, 1,44MB), (Slika 3.26c), što se postiže upisivanjem na obe strane FD.



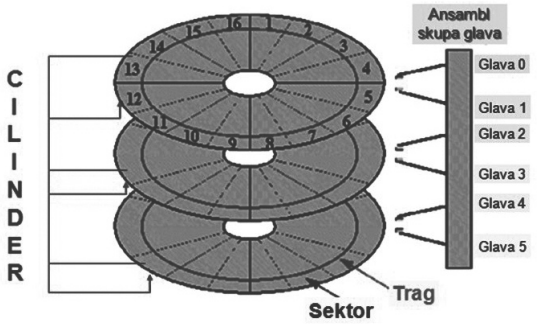
Slika 3.26 Poprečni presek pogona, tragovi sektori i kapaciteti disketa

Čvrsti disk - *HD* (*Hard disk*) praktično ima svaki PC (Slika 3.27), kao glavnu sekundarnu (internu) memoriju. Uglavnom su neprenosivi, smešteni u hermetički zatvorena kućišta (a), gde se više ploča diskova obrće konstantnom velikom brzinom (oko 5000 RPM) oko centralne osovine (b), a ručica sa magnetnim glavama kreće se radijalno od spoljne strane diskova ka centru. Glave za upisivanje i čitanje, montirane na zajedničkoj ručci *skeniraju* sve diskove istovremeno sa obe strane radijalnim kretanjem napred/nazad od prvog traga prema osovini ansambla i lebde iznad ploča bez fizičkog kontakta (c).



Slika 3.27 Čvrsti disk, unutrašnja struktura asambla i bočni presek

HD omogućavaju mnogo brži pristup nego flopi disk, a imaju standardne kapacitete: 40 GB, 80 GB, 120 GB, 500GB, 750 GB itd. Sa više ploča diska u asamblu HD povećava se kapacitet skladištenja bez ekvivalentnog povećanja cene. Ansambl HD mora biti *sterilan* i *hermetički zatvoren*, pošto zbog mikroskopskih dimenzija čestica prljavštine iz životnog i radnog okruženja, lako može doći do oštećenja površine ploča diska. Cilindri, glave, sektori i tragovi digitalnog zapisa na čvrstom disku ilustrovani su na Slici 3.28.



Slika 3.28 Cilindri, glave, sektori i tragovi HD

Kapacitet čvrstih diskova računa se jednostavnom formulom množenjem broja cilindera, glava, sektora i kapaciteta jednog sektora (512 B):

*Kapacitet FD: C*H*S*512 bajt* (1)

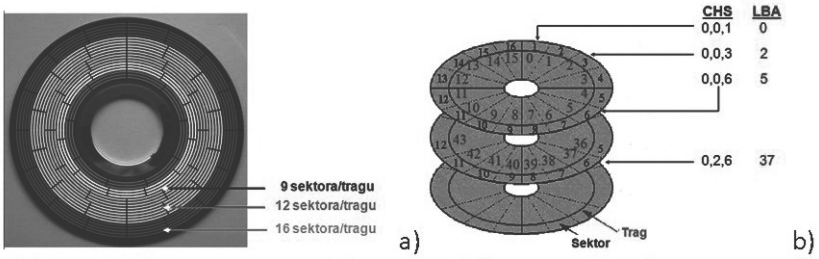
Za dati HD kapacitet se proračunava primenom formule (1) : broj cilindera x broj strana/glava x broj sektora po tragu x broj bajta po sektoru, (Slika 28). Na primer, a HD sa 8 ploča (16 strana, 16 glava) biće broj:

Cilindera x Glava x Sektora/tragu x Bajta/sektoru = 6,304x 16x63 x 512 = 3,253,469,184 B ≈ **3.2GB**.

Ključni parametri za proračun kapaciteta HD obično se nalaze na kućištu HD. Na Slici 3.29 prikazan je tipičan HD *Laptopa*.

Slika 3.29 HD savremenog Laptop računara

Pored klasičnog CHS adresiranja HD, a u cilju bolje iskoristivosti tragova diska na periferiji, a time i povećanja kapaciteta HD za isti broj ploča, razvijeno je tzv. *zonsko adresiranje bita* na disku, (Slika 3.30a). Disk je podeljen u "zone", a svaka zona ima različit broj sektora po tragu , čime je Iskorišćenje prostora diska mnogo efikasnije. Zonsko adresiranje se naziva logičko adresiranje blokova – LBA (*Logic Block Adressing*), (Slika 3.30b).



Slika 3.30 Deljenje tragova diska u zone (a) i CHS i LBA adresiranjem (b)

U LBA sistemu, kapacitet diska se računa množenjem ukupnog broja predstavljenih sektora sa 512 bajta, što u slučaju HD sa Slika 29 daje ukupan broj bajta po disku: 234441648 x 512= 120,034,123,776 ili **120GB.**

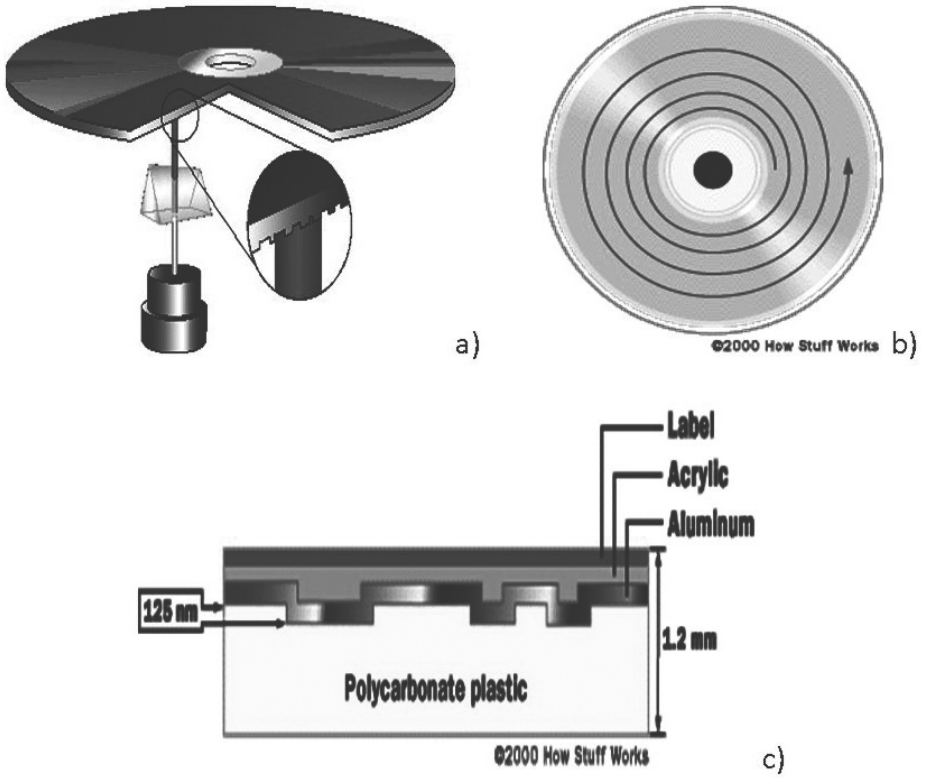
Slika 3.31 Sekundarna memorija ZIP

Prenosivi čvrsti diskovi (*Zip & Jaz, USB*) omogućavaju memorisanje informacija na prenosivim medijumima velikog kapaciteta. Popunjavaju prostor između diskova niskog kapaciteta i stacionarnih HD visokog kapaciteta. *Zip* disk je razvila firma *Iomega* (Slika 3.31), izgleda kao deblja verzija standardnog diska, kapaciteta od 100MB do 250MB. Pogon ovog diska ne može čitati standardne FD, iako koriste slične tehnologije. U nekim modelima PC instalirani su kao deo standardne opreme.

Supredisk (Iomega) takođe liči na standadnu FD, ali ima 8 puta veći kapacitet (preko 120 MB). Može brzo upisivati i čitati podatke kao svaki prenosni disk, ali ne može upisivati i čitati podatke na/sa FD. Sličnu verziju razvila je japanska firma Sony (*HiFD drive*). *Jaz disk* (*Iomega),* za razliku od ZIP i Superdiska, baziran je na tehnologiji HD. Ima mnogo veći kapacitet (1-2GB) i veću brzinu pristupa podacima. To je, u stvari, prenosni HD. Često se koristi za prenos i skladištenje velikih multimedijskih fajlova. Zatim su se pojavili *peerless kertridži (Iomega)* kapaciteta 10-20GB, koji su zamenili *Jaz* diskove.

3.8 OPTIČKI DISKOVI

Optički diskovi su tzv. *off line* (spoljne) sekundarne memorije, manjeg kapaciteta od HD i manje brzine pristupa. Pogon optičkog diska koristi laserske zrake za čitanje i upisivanje informacionih bita na refleksnu površinu optičkog diska. Na Slici 3.32 prikazan je osnovni princip laserskog upisivanja i čitanja podataka sa optičkog diska (a), spiralno upisivanje binarnih podataka na optičkom disku (b) i presek fabrički presovanog CD (samo za čitanje) (c).



Slika 3.32 Princip laserskog upisivanja i čitanja podataka sa optičkog diska

Transparentni plastični površinski sloj optičkog diska štiti refleksni sloj od rutinskih fizičkih oštećenja, ali propušta laserski snop. Brzina pristupa je manja od HD, ali optički diskovi visoko pouzdani mediji za skladištenje na duži vremenski rok (procenjeno vreme trajanja je 100 godina).

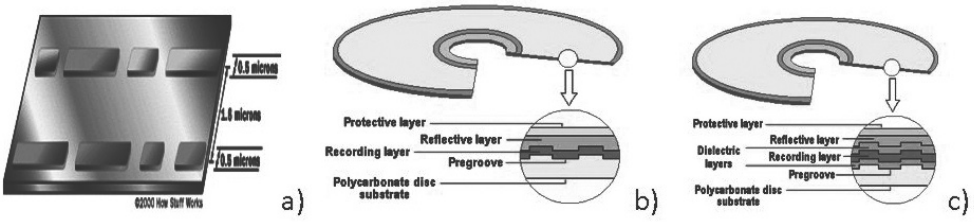
Postoji čitav spektar optičkih diskova od CD ROM-a *(Read-Only*, ili "*Factory Pressed*) do DVD RW diska. Imena ovih diskova često zbunjuju korisnike jer nisu konzistentna.

Tako je teško reći da li oznaka **R** znači ***čitati*** *(read),* ***može se snimati*** *(recordable),* ***može se ponovo upisivati*** *(rewritable) ili* ***slučajno*** *(random).* Obično se to značenje određuje iz konteksta primene optičkog diska. Najčešći optički disk u primeni je CD ROM (*Compact Disc Read Only Memory*), sa kojeg se samo mogu čitati podaci a potpuno su identični muzičkom CD ROM-u. Ovi diskovi imaju kapacitet do 800MB. Pošto je uređaj samo za čitanje ne može se koristiti za skladištenje podataka, nego samo za čitanje fabrički snimljenog materijala. Generalno postoje četiri osnovna tipa optičkih kompakt diskova – CD:

- *CD-Digital Audio* (CD-DA) , tipično "muzički" CD;
- *CD-ROM,* samo za čitanje;
- *CD-Recordable* **(**CD-R), čist CD za snimanje (bekapovanje i arhiviranje);
- *CD-ReWritable* (CD-RW ili CD-R/RW), za višekratno snimanje podataka na disk tehnikom nagorevanja (*burn*) pomoću namenskog programa.

Svi tipovi CD razlikuju se po fizičkoj kompoziciji, načinu skladištenja podataka i fizičkom izgledu. Zajednički atributi su im: debljina od 1.2mm, prečnik "standardnih" CD od 12cm, skladištenje podataka u spiralnim tragovima počevši iznutra i čitanje/upisivanje podataka sa laserskim snopom i merenjem količine reflektovane svetlosti.

CD-Audio/CD-ROM. Na ovom optičkom disku podaci se skladište kao mikroskopska uzvišenja (Slika 3.33a). Laser za čitanje detektuje uzvišenja na inače perfektnoj reflektujućoj površini (ogledalu). Gde nema uzvišenja upisuje se binarna **1**, a gde su uzvišenja nagorela laserskim snopom) upisuje se binarna **0**.



Slika 3.33 Lasersko upisivanje binarnih podataka na CD diskove

CD–Recordable (CD-R): Laser 'pali' rupice u obojenom sloju koji reflektuje manje svetlosti nego nespaljene površine. Podaci se upisuju u sesijama (jedna ili više sesija) koje se ne zatvaraju dok ima prostora na disku (Slika 3.33b).

CD–Rewriteable (CD-RW): Laser menja stanje neke legure, primenom tehnologije promene optičke faze (*optical phase change*), koja omogućava ponovljeno višestruko upisivanje korišćenjem različite snage lasera. Ovaj disk omogućava čitanje, upisivanje i brisanje podataka (Slika 3.33c).

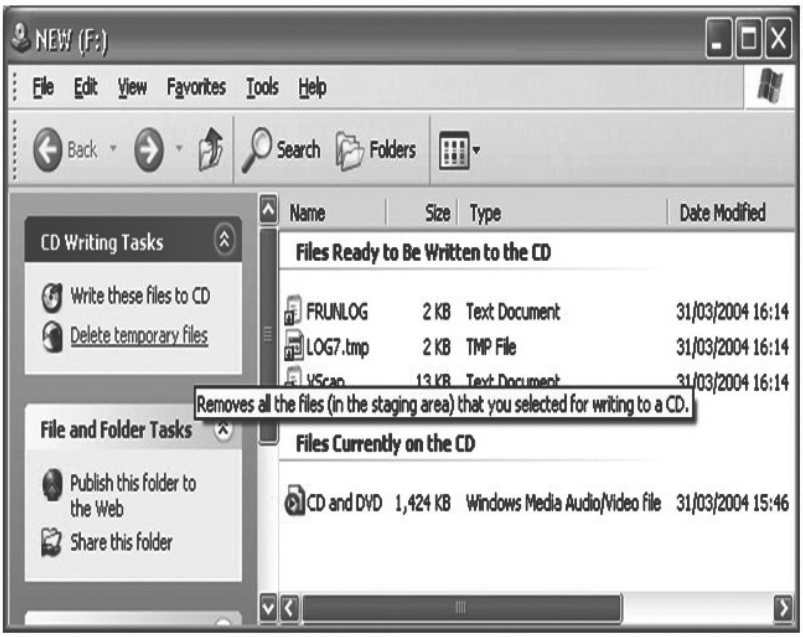
Do sada su razvijeni i uvedeni u upotrebu mnogi drugi CD formati, od kojih su neki već i zastareli, kao što su: *video CD (VCD), VCD-ROM, VCD-Internet, Super VCD, Picture CD (Kodak), CD-EXTRA, CD-I*, (Slika 3.34).

Slika 3.34 Primeri manje zastupljenih CD optičkih diskova

Najčešći formati CD su 74 min (650MB), 80 min (700MB) i 90 min (800MB). Veći kapacitet dostiže se smanjenjem razmaka između tragova na disku, a postoje i druge veličine/kapaciteta (npr., biznis karte). Aktuelni kapacitet zavisi i od samog sadržaja diska. Na primer, podaci zahtevaju znatno više korekcije nego audio signali. Veći kapaciteti mogu se postići i tzv. "pregrevanjem", čime se koriste "rezervne", nestandardne oblasti diska. Pregrevanjem mogu nastati potencijalni problemi kompatibilnosti, prilikom reprodukcije na drugom računaru.

Sesije se na CD diskovima snimaju sa softverom za upisivanje na CD (npr., *Nero*, *Easy CD Creator*) primenom operacije *drag&drop* fajlova u Windows Explorer-u, na primer:

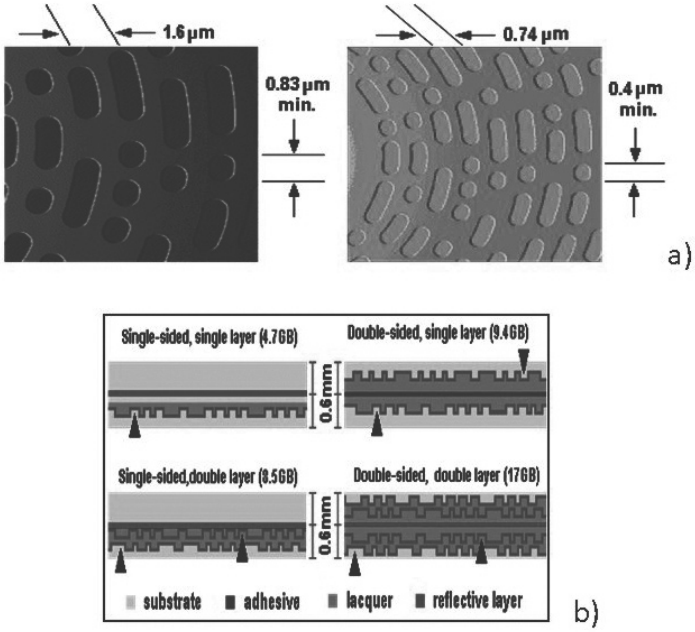
- Win9x/2000 sa instaliranim softverom za upisivanje paketa (npr. *inCD, DirectCD*), ili
- Windows XP sa ugrađenom podrškom (Slika 3.35).



Slika 3.35 Prozor za upisivanje fajla na CD-R u Windows XP OS

3.8.1. DVD optički diskovi

Fizički izgled DVD (*Digital Versatile Disks*) optičkih diskova veoma podseća na CD. Postoji 6 "*fizičkih formata"* DVD diskova*:* DVD-ROM, DVD-R, DVD-RW, DVD+R, DVD+RW, DVD-RAM. Međutim, postoji više "*aplikacija formata"* koji koriste fizičke formate, ali je 'DVD-ROM' osnovni format koji sadrži podatke, a 'DVD-Video' definiše kako se film skladišti na disku. DVD skladišti više podataka nego CD, zato što su tragovi smešteni bliže jedan drugom, odnosno, manje su rupice i imaju mnogo efikasniju korekciju grešaka, Na Slici 3.36 prikazani su tragovi skladištenja podataka na CD i DVD (a) i glavni tipovi DVD diskova (b).



Slika 3.36 Skladištenje podataka na CD i DVD i tipovi DVD diskova

U osnovnom obliku DVD skladišti 4.7 milijardi bajta (≈ 4.37 GB). Kapacitet DVD se može povećati korišćenjem obe strane i/ili nekog ekstra sloja diska. Sa diskovima sa dva sloja, laser se fokusira na 2. sloj kroz transparentniji prvi sloj. Razvijena su četiri osnovna tipa DVD: jednostrani sa jednom aktivnim slojem sa kapacitetom 4.76GB, dvostrani sa jednim aktivnim slojem sa kapacitetom od 9,4GB, jednostrani sa dva aktivna sloja sa kapacitetom od 8,5GB i dvostrani sa dva aktivna sloja sa kapacitetom od 17GB.

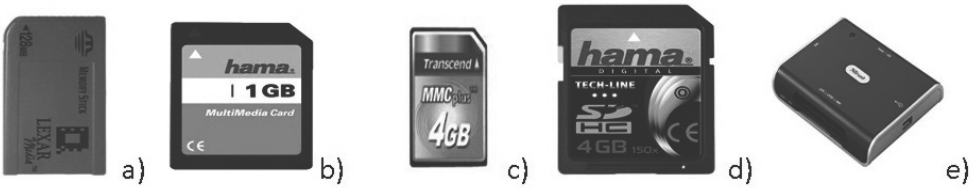
DVD diskovi snimaju podatke **s**lično snimanju CD-a. Na Slici 3.37 prikazani su uređaji i programski paketi za snimanje CD i DVD diskova (a) i tipičan, popularni DVD plejer za reprodukciju DVD diksova (b).

Slika 3.37 Uređaji za snimanje i reprodukcija CD i DVD diskova

CD-ROM pogon (drajv) je optički drajv koji čita CD-ROM-ove. *CD-R-WORM (write-once, read many*) je medij na koji se piše jednom, a čita više puta. *CD-RW* drajv može da čita CD-ROM-ove i da piše, briše i ponovo piše podatke na CD-R & CD-RW diskove.

DVD (*Digital Versatile Disks*) memoriše i distribuira sve vrste podataka, sa kapacitetom od 3.8 do 17 GB informacija. *DVD-ROM* drajv može da reprodukuje DVD filmove, čita DVD diskove podataka, čita standardne CD-ROM-ove i reprodukuju audio CD-ove. Međutim, ne mogu da zapisuju podatke, muziku ili video, pošto su "read-only". *DVD-RAM* drajvovi mogu da čitaju, brišu i zapisuju podatke (ali ne i DVD video) na DVD-R (ali ne i na CD-R ili CD-RW) medijima. *DVD/CD-RW* drajv kombinuje dobre osobine DVD-ROM i CD-RW drajva. *DVD-R/CD-RW* drajv čita sve CD i DVD tipove diskova, a upisuje podatke na CD-R, CD-RW i DVD-R diskove.

Fleš memorija *je* izbrisivi memorijski čip, čiji kapacitet varira između 16 MB i 4 GB (Slika 3.38a,b). Ove memorije su kompaktna alternativna zamena za memorijske čvrste diskove. Fleš memorije ne sadrže pokretne elemente. Prave se i za posebne namene, kao što je memorisanje slika u digitalnim foto i video kamerama. Verovatno će u bliskoj budućnosti zameniti memorijske čvrste diskove i magnetne trake. Fleš memorije su prihvatljivije od skladištenja na HD zato što nemaju pokretnih delova i radi bez šuma, omogućavajući brži pristup. Manje su po veličini, lakše, čvršće i pouzdanije od optičkih diskova. Međutim, mnogo su skuplje i imaju ograničen kapacitet i broj prepisivanja (oko 100,000 prepisivanja po sektoru). Na raspolaganju su čvrste i trajne fleš memorijske kartice, veličine poštanske marke i kapaciteta do 4GB, (Slika 3.38c,d).



Slika 3.38 Tipovi fleš memorijskih kartice i čitač kartica

SecureDigital Card (SD) direktna zamena za MMC. Takođe, su veličine poštanske marke, ali neznatno deblje. Imaju visok kapacitet, a sada su na raspolaganju SD kartice kapaciteta do 4 GB, zaštićene su od kopiranja - imaju prekidač za sprečavanje snimanja, (Slika 3.38d).

Čitači kartica postoji u više formata - mogu biti sa više ugrađenih čitača, ili sa adapterima, (Slika 3.38e).

3.9 PERSONALNI RAČUNAR - PORTOVI I SLOTOVI

Osnovne klase personalnih računara, određene su na bazi fizičke forme računara:

- *tower* (uspravni) sistem, gde kućište CPU stoji uspravnoi sadrži više ekspanzionih slotova od drugih vrsta dizajna;
- *desktop* (ravni) sistem gde se kućište CPU postavlja sa većom površinom na radnom stolu, a monitor na njemu;
- *kombinovani sistem (sve u jednom),* tipičan Macintosh računar koji kombinuje monitor i CPU jedinicu u jednom kućištu i
- *prenosni računari*, koji uključuju sve bitne komponente, tastaturu i miša u jednom kućištu (npr. *Laptop*).

Svaki tip računara mora omogućiti priključivanje periferija preko odgovarajućih utičnica –*portova*, *slotova* i kućišta (*bays*). Portovi i slotovi se proizvode u više standarda i povezuju komponente računarskog sistema (interne i periferne) sa matičnom pločom. Tipični portovi savremenog personalnog računarskog sistema su: *serijski, paralelni, portovi za tastaturu/miša, video port i portovi za mikrofon, zvučnik i slušalice i MIDI* i drugi.

Serijski port za priključivanje monitora ili drugih uređaja koji mogu slati i primati poruke bit po bit u isto vreme, (Slika 3.39a). *Paralelni port* za priključivanje štampača koji primaju i šalju grupe bita, a ne sekvencijalno bit po bit. Primer ovih portova su portovi za štampače (Slika 3.39b). *Portovi za tastaturu i miša* su utičnice (*chin* tipa) koje se koriste za priključivanje tastature i miša. *Video port* se koristi za priključivanje kolor monitora na grafičku (video) karticu, a *portovi za mikrofon, zvučnik i slušalice i MIDI (Musical Instrument Digital Interface)* za priključivanje audio opreme, na zvučnu karticu i drugi.

Svi portovi računara zadovoljavaju standarde za interfejse, koji omogućavaju da korisnik može priključivati periferijske uređaje različitih proizvođača. Nedostatak je što mnoge standarde za interfejs prevaziđe tehnološki razvoj periferijskih uređaja, na primer, modem je svojom brzinom znatno premašio serijski port.

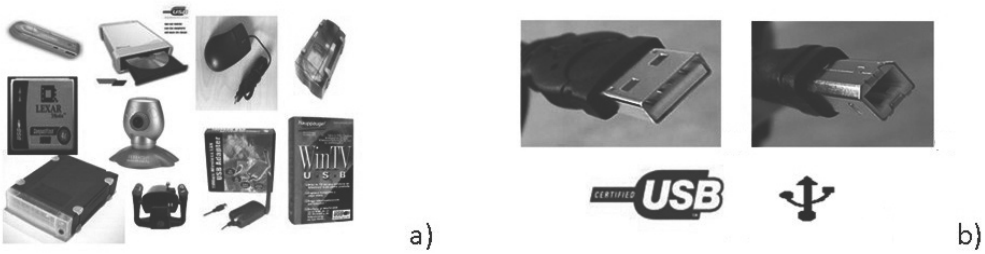
Slika 3.39 Portovi računarskog sistema

Neki portovi po pravilu nisu integrisani nego se uključuju preko ekspanzionih kartica na matičnu ploču, kao što su: video port, portovi za mikrofon, zvučnike, slušalice i MIDI, SCSI port, koji omogućava bržu konekciju i povezivanje većeg broja uređaja na jedan port (skenera, eksternih HD i dr.) i *LAN* (*Local-Area Network*) *port* koji se koristi za brzu konekciju na lokalnu računarsku mrežu, (Slika 3.39c).

Čvrsti disk je, generalno, smešten u metalnoj kutiji u kućištu personalnog računara (CPU). Savremeni PC uobičajeno ima više kućišta za pogonske jedinice FD, CD/DVD, a često i još jednu kutiju za dodatni HD. Većina prenosnih uređaja nemaju sve ove periferije, ali omogućavaju priključivanje spoljnih uređaja preko portova. Otvorena arhitektura PC i uvođenje novih interfejsa koji omogućavaju priključivanje memorijskih i drugih uređaja "na vruće" (na računar u radu), obezbeđuju *laku proširivost* savremenih PC računara. Takvi interfejsi su *USB* (*Universal Serial Bus*), *Firewire, IC i Bloototh.*

USB je univerzalna serijska magistrala koja ima stotinama puta brži prenos od serijskog PC porta; prenosi podatke brzinom od oko 11Mbps.

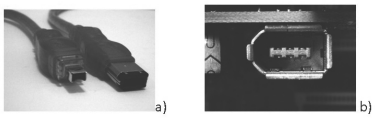
USB port je vrući (*hot swappable*) konektor na računaru, što znači priključuje se na računar u radu, a PC ga prepoznaje čim se priključi; ne zavisi od platforme računara – mogu raditi na IBM kompatibilnim PC i Macintosh računarima preko USB haba, ili USB porta; nema specijalne kartice i direktno je vezan za matičnu ploču. Omogućava priključivanje do 127 različitih uređaja, uključujući tastaturu, miša, digitalne kamere, skenere i sekundarne memorije kapaciteta već preko 500GB i dr. USB se je razvijen u četiri osnovna tipa, (Slika 3.40a): USB 1 sa brzinom od 1.5 Mbps; USB 1.1, brzine 12 Mbps; USB 2 sa brzinom od 480 Mbps i USB konektor za uređaje tipa digitalne video, foto kamere, PDA i Slika



Slika 3.40 Primeri USB uređaja, USB konektori i ikone

USB *Hubs* omogućava spajanje više USB konekcija (uređaja). USB konektori za spajanje na strani računara (Slika 3.40a) razlikuju se neznatno od USB konektora za spajanje priključnih uređaja (Slika 3.40b). Tipične ikone na desktopu računara za označavanje prisustva USB uređaja prikazane su na Slici 3.40c,d.

Firewire *(standard IEEE 1394)* je drugi perspektivni standardni, ekstremno brzi interfejs razvijen u Apple-u 1995. Sony je razvio svoju verziju pod oznakom *i.Link*, a *Texas Instruments* pod oznakom - *Lynx*. Firewire je *vrući* priključak, sa brzinom prenosa podataka između uređaja većom od 400 Mbps. *FireWire 800***,** nedavno ugrađen u *Macintosh* sisteme omogućava brzinu prenosa od 800 Mbps. Velika brzina ih čini idealnim za digitalni video. IEEE 1394 je standard za serijsku magistralu, komunikaciju velike brzine i prenos podataka u realnom vremenu. Često se koristi u personalnim računarima, digitalnom audiu i videu. *Firewals* je zamenio paralelni *SCSI* u brojnim aplikacijama, zbog jeftinije implementacije i pojednostavljenog, adaptivnog kablovskog sistema. Na Slici 41a prikazan i su 4-pinski i 6-pinski *Firewire 400* konektori, a na Slici 3.41b 6-pinski *Firewire 400* konektor na ekspanzionoj kartici.

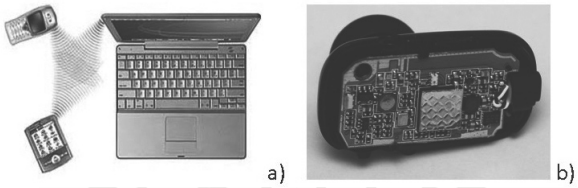


Slika 3.41 *Firewire 400* konektori i priključnice

IEEE 1394 je usvojen kao HANA (*High Definition Audio-Video Network Alliance*) standardni interfejs za audio/vizuelne komunikacione i kontrolne komponente. Standard je takođe primenjen u bežičnim sistemima, optičkim kablovima i koaksijalnim kablovima koji koriste izohrone protokole. Skoro svi moderni video *kamkorderi* uključuju ove konektore od 1995 godine.

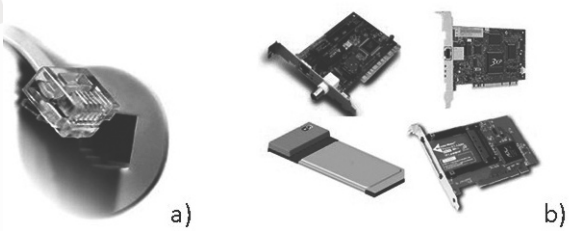
Bluetooth je bežični protokol koji koristi za bežično povezivanje velikog broja uređaja na računar. To je sistem komunikacione tehnologije za kratke domete do desetak metara i sa brzinom prenosa od 12 Mbps. *Buetooth* je nastao sa namerom da se razvije bežični protokol koji može povezati više različitih uređaja bez potrebe njihove sinhronizacije, kao što su telefon, mobilni telefon, PC, štampač. GPS prijemnik, digitalna kamera. Omogućavaju kreiranje personalne mreže – PAN (*Personal Area Network*).

Koristi globalno raspoložive radio frekventne opsege (2,4 GHz) i tehniku proširenog spektara - frekventnog skakanja do 75 različitih frekvencija. U osnovi koristi modulaciju gausovog frekventnog pomaka (*GFSK*). Omogućava prenos glasa i podataka. Razvijena su dva tipa za kratki domet – 10m i srednji domet – 100m. Razvijene su tri klase *bluetooth* uređaja u odnosu na maksimalno dopuštenu snagu napajanja i domet: klasa1 – 100mW do 100m; klasa 2 – 2,5mW do 10m i klasa 3 – 1mw do 1m. Na Slici 3.42 prikazana je tipična *bluetooth* veza mobilnog telefona i PDA uređaja sa laptop računarom (a) i slušalica (b).



Slika 3.42 *Bluetooth* povezivanje mobilnog telefona i PDA uređaja na Laptop računar i *Nokia BH-208* slušalice

Mrežni konektori omogućavaju komunikaciju dva i više računara u lokalnim - LAN (*Local Area Network*) i regionalnim - WAN (*Wide Area Network*) računarskim mrežama. Tipičan mrežni konektor je standardni **RJ45** konektor, (Slika 3.43a). Mrežni port za RJ45 mrežni konektor je integrisan direktno na mrežnu karticu - **NIC** (*Network Interface Card*), koje se proizvode u različitim standardima (Slika 3.43b). Mrežne kartice su interfejs između računara i računarske mreže.



Slika 3.43 RJ45 mrežni konektor i različiti tipovi mrežnih kartica

Tipičan *računarski sistem* kao celina može imati više ulaza, izlaza i memorijskih spoljašnjih jedinica. U svakom slučaju važna je njihova međusobna kompatibilnost. Umrežavanjem personalnih računara u lokalne, regionalne i globalnu računarsku mrežu (Internet) izbrisane su granice između pojedinačnih (izolovanih) računara. Umreženi računar može pristupati svim hardverskim i softverskim resursima jedne mreže. Svaki pojedinačni računar je, u stvari, samo jedan mali delić globalnog sistema povezanih računarskih mreža u svetku računarsku mrežu - Internet.

3.10 ERGONOMIJA I ZDRAVLJE

Upotreba računara u svakodnevnom životu i radu, pored brojnih prednosti može imati i posledice po zdravlje čoveka. *Ergonomija* ili humani inženjering je nauka o dizajniranju radnog okruženja koje omogućava ljudima i stvarima da interaktivno deluju efikasno i bezbedno po zdravlje ljudi. Ergonomske studije posledica profesionalne upotrebe računara sugerišu preventivne mere koje korisnici računara mogu preduzeti da zaštite svoje zdravlje radeći na računarima. Stručni saveti za pravilnu upotrebu računarskog sistema u profesionalnom radu i sprečavanje potencijalnih oboljenja uključuju sledeće osnovne preporuke:

- izabrati uređaje i opremu računarskog sistema koji su ergonomski dizajnirani, kao što su monitori sa niskom radijacijom, tastature pod uglom i sl;
- kreirati zdravo radno okruženje, kao što je držanje papirne kopije u visini ekrana monitora, pozicionirati monitor prema svetlu tako da se izbegnu refleksije i sedeti udaljenosti dužine ruke od monitora čime se smanjuje rizik od radijacije ekrana, (Slika 3.44);

Slika 3.44 Ergonomska upotreba računarskog sistema

- ugraditi fleksibilno radno mesto, kao što je stolica za podešavanje monitor sa podešavanjem ugla posmatranja i pokretna tastature; sugeriše se česta promena položaja tela pri radu;

- ✦ odmarati oči svakih 2 sata po 15 minuta;.
- ✦ skupljati i opuštati napete mišiće na svakom odmoru radi relaksacije ramena, ruku, zglobova i leđa;
- ✦ slušati *govor* svog tela i ako se osećate nelagodno, napraviti pauzu, promeniti položaj tela, a nikako sve to ignorisati;
- ✦ tražiti stručnu medicinsku pomoć kada je to potrebno.

3.11 PERSPEKTIVE RAZVOJA RAČUNARSKIH SISTEMA

Očekivati je da će memorijske jedinice biti manji diskovi većeg kapaciteta. Tzv. *single-electron memory chip* - veličine nokta moći će da memoriše jedan dugometražni film. Ravni monitori će potpuno zameniti stone CRT monitore u vrlo kratkom roku. Pojaviće se retinalni monitori bez ikakvog ekrana. Senzori će biti dominantni budući ulazni uređaji u računarski sistem. Senzori će biti sofisticirani uređaji koji će zamenjivati oči, uši i ostale organe pojedinih čula u uslovima računarskog mrežnog okruženja.

3.12 ZAKLJUČAK

Računarski sistem sa CPU i internom memorijom ima ograničenu vrednost. Periferijske jedinice omogućavaju komunikaciju računara sa spoljašnjim svetom i memorisanje informacija. Neki periferijski uređaji su striktno ulazni, neki izlazni, a neki su ulazno/izlazni. U savremenom računaru tipične ulazne jedinice su tastatura i miš, a može se priključiti veliki broj različitih, alternativnih ulaznih jedinica, kao što su *trackball, tuchscreen, osetljivi pad* i *joistik*. Izlazni uređaji vrše obrnutu funkciju: prihvataju nizove bita iz računara i transformišu ih u formu koja je pogodna za korisnika. Za prepoznavanje i poređenje specijalizovanih štampanih obrazaca i karaktera, dizajnirani su bar kod čitači, optički čitači i čitači magnetnog mastila. Skeneri i digitalne kamere konvertuju fotografije, crteže i druge analogne slike u digitalne fajlove, koje računar može procesirati. Slično rade i digitalizatori zvuka (zvučne kartice) sa audio informacijama i grafičke (video) kartice za digitalizaciju analognih video signala. Svi ulazni uređaji su dizajnirani da konvertuju analogne signale iz spoljnog sveta u binarne signale koje računar može procesirati.

Izlazni uređaji izvršavaju obrnutu funkciju: binarne signale iz računara transformiše u oblik koristan za spoljne uređaje i korisničku primenu. Video monitor (CRT, LCD/TFT) su gotovo univerzalni izlazni uređaji koji prikazuju neprekidno tekuće informacije u toku rada računara. Veliki broj različitih štampača koristi se za proizvodnju trajnog, papirnog izlaza računara. Tonski izlazi iz računara, uključujući muziku i sintetizovani govor, reprodukuju se zvučnicima ili slušalicama. Izlazni uređaji omogućavaju da računari kontrolišu druge mašine.

Za razliku od većine izlaznih i ulaznih periferijskih uređaja, uređaji za skladištenje kao što su HD, magnetne trake i optički diskovi obezbeđuju dvosmernu komunikaciju sa računarom i mogu biti istovremeno ulazno/izlazni uređaji. Zbog visoke brzine pristupa i slučajnog pristupa, magnetni čvrsti diskovi (HD) velikog kapaciteta, diskete i brojni tipovi pokretnih optičkih i drugih (fleš memorije) medija su najčešći oblici uređaja za skladištenje informacija u savremenim računarima. Sekvencijalni pristup podacima na magnetnoj traci čine je pogodnom za arhiviranje informacija kojima se ne pristupa tako često. Optički diskovi se uglavnom koriste kao mediji visokog kapaciteta za čitanje, ali i upisivanje informacija. Čvrsti periferijski uređaji za skladištenje tipa USB i fleš memorije su perspektivni i verovatno će uskoro zameniti HD i magnetne trake u mnogim aplikacijama.

Hardver za kompletan računarski sistem uključuje najmanje jedan procesor, RAM memoriju i nekoliko ulazno/izlaznih uređaja za komunikaciju sa okruženjem. Povezivanje računara u mreže omogućava njihovo direktno međusobno komuniciranje. Računarske mreže šire granice računarskih sistema. Samo sa ispravnim hardverom i periferijskim uređajima računarski sistem je spreman da prima programske instrukcije i interaktivno komunicira sa fizičkim okruženjem.

3.13 KLJUČNI TERMINI

Keyboard (Tastatura računara) - najčešći oblik ulaznog uređaja; koristi se za unos slova, brojeva i specijalnih znakova.

Pointing device (Uređaj za pokazivanje) – obuhvata razne tipove pokazivačkih uređaja (miš, pokazivački štapić, dodirna površina i Slika).

Reading device (Uređaji za očitavanje podataka) – čitaju oznake koje prezentuju kodove, posebno dizajnirane za računarski unos podataka.

Digitalization (Digitalizacija) – proces konverzije analognog signala u digitalni.

Scaner (Skener) - ulazni uređaj koji može kreirati digitalnu prezentaciju štampane stranice/slike.

Video digitalyzer (Video digitalizator) - kolekcija elektronskih digitalnih kola koja primaju kao ulazne signale izlazni signal iz analogne video kamere, video kasetnog rekordera, TV ili drugog izvora analognog video signala i konvertuje ga u digitalni signal.

Audio digitalyzer (Audio digitalizator) - ulazni uređaj koji sadrži kola za digitalizaciju analognih audio signala sa mikrofona, diktafona i ostalih ulaznih audio uređaja u digitalne audio signale.

Bluetooth - bežični protokol koji koristi za bežično povezivanje velikog broja uređaja na računar.

Printer (Štampač) - izlazni uređaj koji proizvodi papirni izlaz računara - čvrstu kopiju (*hard copy*) na papiru svake statičke informacije koja se može prikazati na ekranu monitora računara.

USB device (USB uređaj) – univerzalni serijski uređaj za sekundarnu memoriju masivnih podataka.

Video Display Unit (VDU- Video displej jedinica) - podsistem računara koji obuhvata tri ključne komponente monitor, video adapter i video memoriju.

Audio card (Zvučna kartica) – ekspanziona kartica za PCI slot na glavnoj ploči za digitalizaciju audio ulaznih signala sa mikrofona.

PITANJA ZA PONAVLJANJE

- ☑ Nevedite periferije računara.
- ☑ Navedite ulazne uređaje računara.
- ☑ Navedite izlazne uređaje računara.
- ☑ Koji je standardan raspored slova na tastaturi?
- ☑ Navedite vrste konektora za tastaturu.
- ☑ Navedite uređaje za pokazivanje (pointing devices).
- ☑ Koje su osnovne karakteristike senzora?
- ☑ Koje su tandardne veličine ekrana (monitora) računara?
- ☑ Navedite vrste monitora prema načinu funkcionisanja:
- ☑ Kako se naziva osnovna tačka na monitoru koja se kontroliše?
- ☑ Šta koriste matrični štampači za štampanje?
- ☑ Šta koriste laserski štampači za štampanje?
- ☑ Navedite osnovne karakteristike dial-up modema?
- ☑ Navedite uređaje sekundarne memorije (*storrage devices*).
- ☑ Koje su osnovne karakteristike magnetnih traka?
- ☑ Koje su osnovne karakteristike magnetnih diskova?
- ☑ Šta su staze (trake, tragovi), a šta cilindri jednog HD?
- ☑ Šta su sektori, a šta zone jednog HD?
- ☑ Koliki može biti kapacitet CD-ova?
- ☑ Navedite osnovne karakteristike optičkih diskova?
- ☑ Navedite osnovne karakteristike fleš memorija?

4. SOFTVER

Razumevanjem sadržaja ovog poglavlja studenti će moći da razlikuju operativni sistem od aplikativnog softvera i da shvataju funkcionalnost pojedinih programa. U suštini softvera je algoritamsko rešavanje problema iz realnog sveta. Programski jezici su se razvijali od mašinskog programiranja, preko asemblera do programskih jezika koji su bliski čovekovom jeziku i razmišljanju u rešavanju problema koji nas okružuju. Softver je, kao i podaci, binarno zapisan na hard disku računara, a izvršava se iz radne memorije.

4.1. UVOD

Softver ili program[1] je niz naredbi koji je smešten u memoriji računara, izvršava se nekom hardveru i neophodan je za svrsishodno delovanje jednog računarskog sistema. Pojam softver je prvi put iskoristio *John W. Tukey*, inženjer informatike, 1957. godine. Pojam je nastao kao analogija pojmu hardver. Naime, na engleskom reč hardver označava čvrste, opipljive, okom vidljive delove računara. Za razliku od hardvera koji se ređe menja, tj. na neki način je postojaniji, softver se češće menja. Promenom softvera (programa) menja se i posao koji se obavlja na istom hardveru. Softver potiče od reči soft što znači meko, tj. može da se menja.

Potpunija definicija pojma softver potiče od IEEE (*The Institute of Electrical and Electronics Engineers*), koja glasi[2]: Sveobuhvatni zbir informatičkih programa, procesa, pravila; dokumentacije i datoteka, koji čine deo operacija jednog informatičkog sistema.

Kritičan trenutak u razvoju softvera svakako je softver *Linus Torvalds*-a[3], 21-godišnjeg studenta operativnih sistema (OS) iz Helsinkija. Nezadovoljan grubom arhitekturom MS DOS-a, dizajnirao je sopstveni OS na bazi redukovane verzije Unix OS – Minux-a (1991). U ovoj fazi razvoja, *Torvalds* je sastavio kernel (jezgro) OS. Za nekoliko godina i kroz više iteracija drugih programera, ovaj kernel je razvijen u dovoljno dobar OS za komercijalnu upotrebu. Prema odluci *Torvalds*-a novi OS je bio i ostao sasvim besplatan za sve korisnike, pod opštom javnom licencom – GPL (*General Public License*) koju je razvila kompanija *Free Software Foundation.* Prema GPL svaki korisnik može slobodno modifikovati ili čak prodavati *Linux*, pod uslovom da izvorni kôd ostane otvoren za dalje poboljšavanje. *Linux* OS ubrzo postaje lider u širenju popularnih programa sa otvorenim izvornim kôdom. Hiljade programera širom sveta radilo je na *Linux*-u, neki iz ubeđenja da mora postojati alternativa skupim programima sa zatvorenim izvornim kôdom, a drugi - zato što se mogu prilagoditi potrebama korisnika (kastomizovati).

Danas Linux OS pokreće milione web servera, filmskih i animacionih radnih stanica, super računara, priručnih i PC računara. Uspeh *Linux*-a inspirisao je proizvođače softvera *Apple, Sun, Hewlett Packard* i druge da isporučuju programe sa otvorenim izvornim kôdom. Čak je i moćni Microsoft izišao sa strategijom pseudo-otvorenog kôda i objavio oko 30% izvornog kôda za svoje partnere i distributere u svetu.

---

1 Termini *softver* i *program* u ovom udžbeniku koriste se ravnopravno, a tačno značenje se vidi iz konteksta.

2 IEEE Std 729-1993, IEEE Software Engineering Standard 729-1993: Glossary of Software Engineering Terminology. IEEE Computer Society Press, 1993

3 Završio master studije 1996, radi u Transmet Corp. U silikonskoj dolini u SAD. Neprekidno usavršava Linux OS koji pripada svima i nikome.

4.2. HARDVER, SOFTVER I RAČUNARSKI PROGRAMI

U svakodnevnom životu, za rešavanje bilo kojeg problema uključeni su brojni faktori – rad, komunikacije, transport, finansije itd. Većinu ovih problema mogu rešavati računari. Međutim, računari su skup neverovatno sofisticiranog hardvera, koji prepoznaje samo binarne signale (1 i 0). Ključno pitanje je kako čovek može uspostaviti komunikaciju sa tako kompleksnim računarom? Upravo tu svoje mesto nalaze softverski proizvodi – programi. Programi omogućavaju ljudima da prenesu određene vrste problema u računar koji ih, zatim, obrađuje (procesira) i vraća rešenja. Dakle, programi su set računarskih instrukcija dizajniran za rešavanje različitih problema, koji se unosi u memoriju računara preko tastature ili drugih ulaznih uređaja. Programe pišu programeri. Programi su računarski softver smešten u memoriji računara, tako da računar može lako preći sa izvršavanja jednog zadatka, na drugi, zatim se vratiti na prvi, bez ikakve modifikacije hardvera. Na primer, jednostavnim aktiviranjem miša računar može preći sa procesiranja teksta (*MS Word* aplikacija) na skidanje e-pošte (*MS Outlook* aplikacija) ili pretraživanje web-a (Internet Explorer pretraživačka aplikacija). Programi su nevidljivi, neopipljivi i kompleksni proizvodi. Leonardo da Vinči je muziku nazvao „oblikovanje nevidljivog“, što se može primeniti, čak i mnogo približnije za opis računarskog programa[4].

Dakle, programi obezbeđuju prilagodljivost i višestruku namenu hardvera računara za različite praktične potrebe.

U fizičkoj analogiji, hardver računara možemo posmatrati kao kuhinju u nekom restoranu iz koje možemo dobiti hranu kakvu poželimo, ali ne možemo dobiti ništa dok ne poručimo kod konobara. Šef kuhinje u ovoj analogiji je CPU računara, koji čekajući na porudžbinu zahteva komandu korisnika (gosta). Kada dobije porudžbinu, šef kuhinje odgovara pripremom obroka prema instrukcijama datim u odgovarajućem receptu za pripremu hrane. Recept je u ovoj analogiji naš program (softverski proizvod). Program obezbeđuje instrukcije koje govore hardveru šta da čini da proizvede izlaz koji korisnik zahteva.

Neka je korisnik poručio Francuski tost prema sledećem receptu:

1. Blago izmutiti 2 jaja sa kašikom ekstrakta vanile, ½ kašike cimeta i 2/3 šolje mleka.
2. Potopiti 6 kriški hleba u smesu.
3. Pržiti hleb na malo butera dok ne dobije braon zlatnu boju.
4. Poslužiti hleb sa sirupom od malina, šećerom ili tartar sosom.

4 *Alan Kay*, pronalazač laptop računara i arhitekta korisničkog interfejsa.

Sa aspekta instrukcija ovaj recept ima nekoliko spornih tačaka – *bagova* (grešaka). Na primer, u 2. koraku se ne kaže ništa o odvajanju kriški hleba i stavljanje u smesu ili u tiganj sa buterom - stavljanje odjednom ili jednu po jednu krišku. Iz 3. koraka može se zaključiti da treba pržiti smesu, a ne hleb, ili da se čeka braon boja samo sa gornje strane hleba, pri čemu donja može zagoreti i sl. Šef kuhinje, kao i svaki računar (procesor) jednostavno sledi instrukcije. U ovom primeru čini se da šef kuhinje nije dovoljno inteligentan, ali u stvari je mnogo pametniji od bilo kojeg računara (CPU). Naime, iako se računar uobičajeno naziva „pametna mašina", on je neverovatno ograničen i može izvršiti samo osnovne aritmetičke operacije i nekoliko jednostavnih logičkih operacija tipa „da li su ove dve vrednosti identične", ili „u ovom broju manje od toga broja" itd. Računar se čini pametan zato što može izvršiti na hiljade operacija u vremenu dok izvučete olovku iz džepa. Sve što računar radi, rezultat je sekvenci ekstremno jednostavnih aritmetičkih i logičkih operacija izvršenih velikom brzinom. Zadatak programera je da razvije instrukcije koje objedinjavaju ove operacije na upotrebljiv i odgovarajući način kojeg računar prepoznaje. Navedeni recept nije napisan jezikom kojeg računar razume. Ovaj recept se može smatrati algoritmom. *Algoritam* je set procedura koje se izvršavaju korak po korak u cilju obavljanja nekog zadatka. Tako i računarski program, generalno počinje sa nekim algoritmom napisanim u prirodnom jeziku. Kao i u receptu inicijalni računarski algoritam sadrži uopštene izraze, dvosmislenosti i greške. Zadatak programera je da algoritam prevede u program, dodavanjem detalja, testiranjem procedura i korekcijom grešaka (bagova) – *debagovanjem*. Na primer, algoritam za navedeni recept bio bi:

1. Pripremi recept sledeći ove instrukcije:

   1.a Razbij 2 jaja bez odvajanja žumanca i odbaci ljuske.

   1.b Blago izmuti jaja sa viljuškom ili mikserom.

   1.c Pomešaj 1 supenu kašiku ekstrakta vanile, ½ kašike cimeta i 2/3 čaše mleka.

2. Stavi malu količinu putera u tiganj i umereno zagrej na šporetu.

3. Svaku od 6 kriški hleba pripremi na sledeći način:

   3.a Potopi krišku hleba u smesu.

   3.b Za svaku stranu kriške hleba uradi sledeće:

      3.b.1 Stavi krišku hleba u zagrejan tiganj sa neprženom stranom na dole.

      3.b.2 Čekaj 1 minut a zatim okreni krišku hleba; ako je boja svetlija od braon zlatne, ponovi ove korake.

   3.c Ukloni hleb iz tiganja i stavi ga u tanjir.

4. Serviraj hleb sa sirupom od maline, šećerom ili tartar sosom.

Očigledno u algoritmu recepta otklonjen je najveći broj dvosmislenosti iz originalnog recepta. Dvosmislenosti su ponekad korisne u ljudskoj komunikaciji, ali su izvor grešaka u računaru.

4.2.1. Izvršavanje programa računara

Većina računarskih programa sastoji se od miliona jednostavnih instrukcija mašinskog jezika za izvršavanje neke aritmetičke operacije. Mašinske instrukcije su slične onim u aktuelnim programima, ali bez detalja. Računar do te tačke već učita (kopira) program sa čvrstog diska u radnu memoriju (RAM) tako da ga CPU (procesor) može videti. CPU automatski uzima i izvršava instrukcije u sekvencama serije uzastopnih memorijskih adresa, sve dok ne dobije instrukciju da „skoči" na drugu adresu, na primer, na memorijsku lokaciju 100, zatim 101, 102 i 103 koje kažu šta CPU treba da uradi, na primer:

(100) – *pročitaj broj uskladišten na memorijskoj adresi 2000 i smesti ga u registar A;*

(101) – *uzmi broj sa memorijske adrese 2001 i premesti ga u registar B*;

(102) – *saberi sadržaje registara A i B i smesti rezultat u registar C*;

(103) – *kopiraj broj iz registra C na memorijsku adresu 2002*.

Programski jezici se još uvek koriste za rešavanje problema koji se ne mogu rešiti sa komercijalnim softverima. Međutim, praktično svi korisnici računara uspevaju da reše gotovo sve radne probleme bez programiranja, koristeći savremene komercijalne softvere. Programiranje vrše profesionalni programeri koji koriste programske jezike za kreiranje i doterivanje komercijalnih aplikacija i drugih korisničkih programa.

4.2.1.1. Dokumentacija programa

Paket računarskog programa, generalno uključuje dokumentaciju sa instrukcijama za instalaciju programa na čvrsti disk računara. Neki programski paketi, takođe, sadrži tutorijale i priručnike koji objašnjavaju kako se program koristi. Većinu štampane softverske dokumentacije proizvođači su zamenili sa tutorijalima i *help* (pomoćnom) funkcijom, koje se na zahtev korisnika javljaju na monitoru računara. Većina *help* fajlova je podržana sa *on-line* help servisom, dostupnim preko web lokacije i Interneta. Većina ovih funkcija je laka za upotrebu, dok neke zahtevaju napredna znanja.

4.2.1.2. Ažuriranje programa

Većina proizvođača neprekidno poboljšava svoje softverske proizvode, otklanjanjem programskih grešaka (bagova) i dodavanjem novih funkcionalnosti. Kao rezultat nove verzije popularnih sistemskih i aplikativnih programa objavljuju se svake 1-2 godine. Da bi se programske verzije razlikovale, označavaju se sa brojevima i tačkom, na

primer *Photoshop 8.0*. Pri tome znači da se, na primer, program *Adobe Premier 7.0* razlikuje u nekoliko karakteristika od verzije *Adobe Premier 7.1*, dok se verzija *Photoshop 8.0* bitno razlikuje od verzije *Photoshop 7.0.* Svi komercijalni programi slede ovu konvenciju označavanja. Kada korisnik kupuje program, obično dobija tekuću verziju. kada se pojavi nova verzija, korisnik je može ažurirati opcijom *upgrde*, plaćajući pri tome proizvođaču samo troškove ažuriranja programa.

4.2.1.3. Kompatibilnost programa

Svaki kupac softverskih programa mora biti svestan problema kompatibilnosti programa. Na primer, ako korisnik kupi audio CD ne mora brinuti o specifikaciji tipa CD plejera kojeg poseduje, zato što svi proizvođači proizvode CD plejere prema opšte prihvaćenom industrijskom standardu. Međutim, u svetu računara ne postoji univerzalni standard za proizvodnju softverskih proizvoda. Tako program proizveden za jedan računarski sistem ne mora raditi na drugom računarskom sistemu: zato softverski paketi sadrže oznake tipa *„zahteva se Windows 9x ili XP OS sa 512 MB RAM memorije*". Nove verzije programa su kompatibilne sa starijim verzijama, što se naziva *kompatibilnost unazad,* jer je neophodno da nove verzije programa mogu reprodukovati/čitati dokumenta pisana u starijim verzijama.

4.2.1.4. Odricanje od odgovornosti za kvalitet programa

Svaki programski paket sadrži licencni sporazum (ugovor) sa krajnjim korisnikom za korišćenje prava na upotrebu kupljenog softvera – EULA (*End User Licenses Agreemnet*). U ovom sporazumu tipično stoji da je „program obezbeđen kao što jeste", bez ikakve garancije za kvalitet. Svaku grešku softvera u radu plaća korisnik, a proizvođač ili distributer odbija svaku odgovornost. Naravno, iza ove izjave softverske kompanije se kriju, pošto niko ne zna kako da proizvede softver bez grešaka.

4.2.1.5. Licenciranje programa

Kada korisnik računara kupuje programski paket on u stvari ne kupuje program nego softversku licencu za korišćenje programa i to tipično na jednoj mašini. Većina licencnih sporazuma uključuje ograničenja na pravo kopiranja sa CD (sa instalacionom verzijom programa) na čvrsti disk, instalaciju programa i prenos informacije o programu drugim korisnicima. Mnogo proizvođača nudi tzv. obimnu licencu (*volume licenses*) – specijalnu licencu za celu organizaciju, školu ili državnu instituciju (tzv. *Enterprise Edition*).

Praktično sav komercijalni softver je intelektualna svojina (*copyright*) tako da ne može biti legalno kopiran i distribuiran drugim korisnicima. Neki proizvođači fizički štite od kopiranja optičke diskove sa softverskim proizvodima, najčešće muzičkim i drugim

softverima za zabavu. Sledeći oblik blaže zaštite je zahtev da se korisnik registruje i unese serijski broj proizvoda pre instalacije programa na računar. Drugi vid zaštite softverske intelektualne svojine je da neki proizvodi ne rade korektno, sve dok se ne registruju i kupe putem Interneta. Dakle, pošto je proizvodnja softvera skupa, ovim merama proizvođači pokušavaju prodati dovoljan broj kopija da povrate uloženu investiciju u razvoj i proizvodnju.

4.2.1.6. Distribucija programa

Softverski proizvodi se distribuiraju direktnom prodajom u prodavnicama računarske opreme, narudžbenicama putem e-pošte, prodajom i direktnom distribucijom preko web-a. Web distribucija omogućava preuzimanje (*downlod*) softvera direktno sa servera proizvođača na računar korisnika, tako da nije potrebno pakovati i fizički distribuirati softverski paket na CD/DVD disku. Kupac ovako preuzet softver plaća kreditnom karticom preko Interneta.

Svi softveri koji se distribuiraju kroz komercijalne kanale, ipak nisu intelektualna svojina. Postoje još dve grupe:

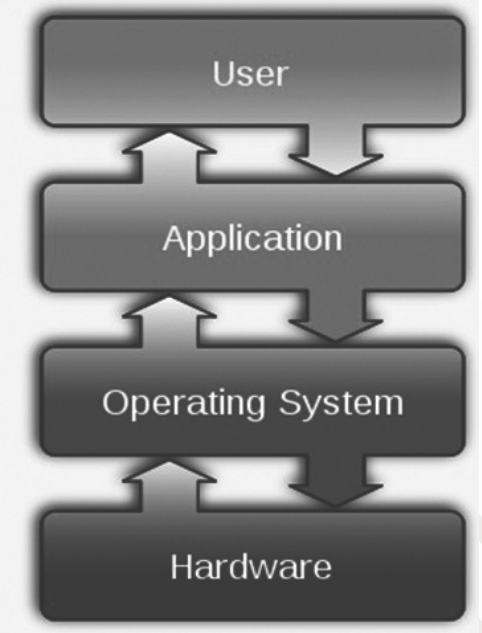
- softveri iz javnog domena – besplatni za korišćenje i
- deljeni (*shareware*) softveri slobodni za probu demo verzije u probnom periodu (obično 30 dana), sa ciljem kupovine na kraju probnog perioda.

Deljeni i demo softveri mogu se legalno kopirati i slobodno deliti sa drugim korisnicima.

4.2.1.7. Klasifikacija softverskih proizvoda

Na osnovu funkcija koje izvršava, softveri se generalno mogu podeliti u sledeće glavne kategorije (slika 4.1):

- **sistemski softver,** koji koordinira rad hardvera i obavlja brojne operacije koje korisnici obično ne vide
- **aplikativni softver,** koji služi kao proizvodni alat i pomaže korisnicima računara da rešavaju određene probleme,
- **kompajleri i drugi programi za prevođenje,** koji omogućavaju programerima da kreiraju druge programe i
- **drajveri i drugi uslužni programi (***utilities***),** koji omogućavaju rad periferija računara, administraciju, održavanje i zaštitu računarskog sistema.



Slika 4.1 Slojevita struktura odnosa hardvera i softvera

4.3. SISTEMSKI SOFTVER

Sistemski softver je klasa programa orijentisana na obezbeđivanje efikasnog funkcionisanja računarskog sistema i koordinisanje aktivnosti hardverskih resursa u zavisnosti od zahteva aplikativnog softvera. Uloga sistemskog softvera je da predstavlja međusloj (veza) između hardvera i aplikativnog softvera. To je skup programa i rutina odgovornih za kontrolu i upravljanje uređajima i računarskim komponentama kao i za obavljanje osnovnih sistemskih radnji. Sistemski softver upravlja CPU aktivnostima i memorijom (realnom i virtuelnom), kontroliše ulaz i izlaz podataka, obezbeđuje interfejse sa magistralom i periferijskim uređajima, obezbeđuje interfejs sa fajl sistemom i sl.

Razlikuju se tri vrste sistemskog softvera:

- **operativni sistemi**,
- **programi prevodioci** (kompajleri) i
- ***utility* ili uslužni** programi.

4.3.1. Operativni sistemi

Originalni **operativni sistem (OS)** dizajnirani su da upravljaju najkompleksnijim ulazno/izlaznim operacijama, komunicirajući sa svim vrstama pogona diskova. Međutim, ubrzo su se OS razvili u kompleksni most između PC hardvera i programa koji rade na njemu. Kada korisnik kuca u procesoru tekst na tastaturi, ne mora da brine o detaljima na najnižem nivou, kao na primer, koji deo memorije računara sadrži dokument i sl. Operativni sistem objedinjuje u jednu celinu raznorodne delove računara i sakriva od krajnjeg korisnika detalje funkcionisanja ovih delova. Operativni sistem i drugi sistemski programi stvaraju za korisnika radno okruženje koje rukuje procesima i datotekama, umesto bitovima, bajtovima i blokovima. Praktično svaki računar opšte namene zavisi od OS, koji održava rad hardvera računara i olakšava proces komunikacije čoveka i mašine. Operativni sistem neprekidno radi dok je računar uključen i čini dodatni apstrakcioni sloj između korisnika i sveta bita u računaru.

Rani računari nisu imali operativni sistem. Operator je osoba koja je ručno unosila i pokretala programe. Kada su razvijeni programi za učitavanje i pokretanje drugih programa logično je bilo da takvi programi dobiju naziv po onome čiji posao obavljaju.

Prvim računarom smatra se takav elektronski računar koji je odgovarao Fon Nojmanovoj arhitekturi - kod koga su i program i podaci u istoj memoriji. Kada su se sa sledećim računarima pojavili i prvi spoljašnji uređaji - čitači papirne trake i bušač kartica - pojavila se prilika za sledeći stepen automatizacije. Uobičajeni skup kartica na kojima su se nalazili kodovi za ulazne i izlazne operacije su bile osnova za budući razvoj operativnih sistema.

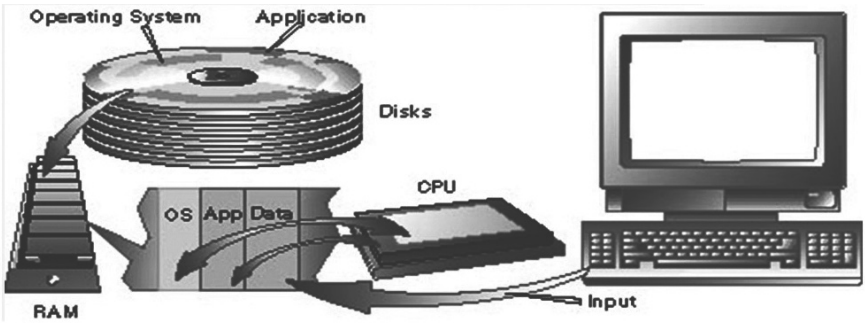
Najčešća upotreba pojma „operativni sistem" danas, od opšte i stručne javnosti, se odnosi na sav softver potreban korisniku za upravljanje sistemom i pokretanje svih programa koji mogu raditi na tom sistemu. Po opšteprihvaćenim normama to podrazumeva ne samo najniže slojeve jezgra (kernel) koji neposredno upravljaju uređajima nego i biblioteke neophodne korisničkim programima kao i osnovne programe za rad sa datotekama i konfigurisanje sistema.

Većina operativnih sistema dolazi sa aplikacijom koja obezbeđuje korisnički interfejs za rukovanje operativnim sistemom, kao što su interpreter komandne linije i grafički korisnički interfejs (GUI). Dodatno, operativni sistem omogućava pokretanje drugih, korisničkih, programa kao što su editori, prevodioci i internet pretraživači. Mrežni operativni sistem je druga vrsta operativnog sistema.

Najkorišćeniji operativni sistem u upotrebi na stonim i prenosivim računarima je *Microsoft Windows.* Jači serveri koriste *Linux*, ili *Mac OS X*, ali se i oni koriste na personalnim računarima.

4.3.1.1. Podizanje operativnog sistema

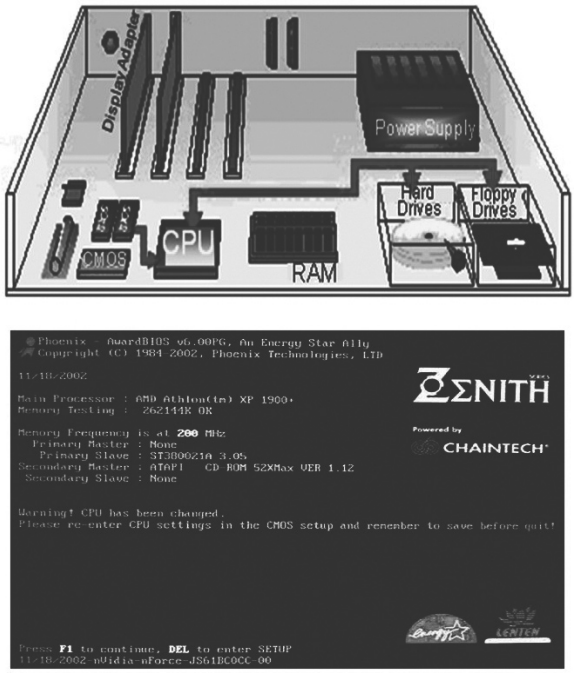
Operativni sistem je skup programa i programskih rutina koje obezbeđuju funkcionisanje računara, uz optimalno korišćenje njegovih resursa. Smešten je na magnetnom disku, a izvršava se sa radne memorije računara (RAM), (slika 4.2).



Slika 4.2 Lokacija i izvršavanje operativnog sistema

Neki računari, uglavnom ugrađeni i priručni, skladište svoje operativne sisteme permanentno u ROM (*Read Only Memory*), tako da počinju raditi trenutno posle uključivanja. Međutim, pošto je ROM nepromenljiv, ovi računari ne mogu ažurirati ili modifikovati svoje operativne sisteme, bez hardverske intervencije. Neki računari, uključujući brojne priručne računare, skladište svoje operativne sisteme u fleš memoriji, tako da se mogu ažurirati. Međutim, većina računara, uključujući savremene PC, uključuje samo mali deo operativnog sistema u ROM memoriji koja se zove BIOS (*Basic Input Output System*). Ova sekvenca OS se u procesu podizanja OS računara (*booting*), učita u radnu memoriju (RAM). Naime, posle uključivanja računara, jedinica za napajanje vrši samotestiranja napajanja komponenti računara – POST (*Power On Self Test*) procesa, koji obično traje od 0,1-0,5 sekundi. Kada su naponi provereni i prihvaćeni, računar indicira da je napajanje dobro i šalje *Power Good* signal vremenskom prekidaču (tajmeru) procesora. Tajmerski čip prestaje slanje komandi za resetovanje i dopušta CPU da počne rad.

Kada se kompletira POST proces, sistem je spreman da podigne neki **OS** sa diska gde je lociran (*primarna aktivna butabilna particija*). Različiti mediji za butovanje imaju različite rutine. Rezultati POST procesa se porede sa uskladištenim podacima poslednje dobre konfiguracije OS u ***CMOS*** (***C****omplimentary* ***M****etal* ***O****xide* ***S****emiconductor)* čip. CMOS čip se napaja samostalnom baterijom smeštenom na matičnoj ploči, a skladišti sistemske podatke: *datum i vreme, specifikacije diskova (stariji računari), lozinke za Power-on i sekvencu butovanja*. Razlike u poređenju rezultata POST procesa i podataka u CMOS čipu, mogu dati grešku u procesu podizanja računara (učitavanja, *butovanja*). Zato se svaka promena u osnovnoj konfiguraciji sistema snima u ***CMOS-u.*** Na slici 4.3 prikazani su POST proces i tipičan prozor u procesu butovanja računara.



Slika 4.3 POST proces i tipičan prozor podizanja računara

Najveći deo vremena OS radi u pozadini bez znanja ili intervencije korisnika. Međutim, povremeno je neophodno da korisnik direktno komunicira sa operativnim sistemom. Na primer, kada se računar podigne, operativni sistem zauzme ekran, čekajući da korisnik kaže - preko tastature ili drugog ulaznog uređaja, šta dalj da radi. Ako korisnik pošalje komandu da se otvori grafička aplikacija, operativni sistem locira program, kopira ga sa diska u radnu memoriju (RAM) i prebaci ekran na aplikaciju, a zatim prima komande od aplikacije za crtanje/slikanje na ekranu.

Interakcija korisnika sa operativnim sistemom može biti intuitivna ili provocirana, što zavisi od *korisničkog interfejsa.* Korisnički interfejs je kritična komponenta za gotovo svaki program, zbog dubokog uticaja na računar i operativni sistem.

4.3.1.2. Funkcionalnosti operativnog sistema

Operativni sistem omogućava:

- *Komunikaciju sa periferijama*: jedan od najkompleksnijih zadataka koje računar izvršava uključuje komuniaciju sa monitorom, printerom, pogonima diska i drugim periferijskim uređajima. OS računara uključuje program koji transparentno komunicira sa periferijama;

- *Koordinaciju konkurentnih poslova obrade podataka*: veliki višekorisnički računari često rade na nekoliko poslova u isto vreme – tehnici poznatoj kao konkurentno procesiranje (obrada). Savremeni računari sa paralelnim procesiranjem sadrže više CPU za simultano procesiranje poslova. Tipični računar ima samo jedan CPU koji mora raditi na nekoliko zadataka brzo prelazeći napred, nazad između njih. Računar koristi prednost vremena čekanja na jedan proces (na primer, čekanja ulaza) da bi radio na drugom programu. Računar sa deljenjem zadataka u vremenu izvršava konkurentno procesiranje kad god je više korisnika povezano na sistem. Računar se brzo kreće od terminala do terminala, proveravajući svaki ulaz i obrađujući korisničke podatke po redu. Ako neki računar ima kapacitete za izvršavanje više zadataka u isto vreme (*multitasking capabilities*), tada korisnikmože dati komandu da inicira neki proces (na primer, štampanje dokumenta) i nastaviti rad sa drugom aplikacijom dok računar izvršava prvu komandu;
- *Upravljanje memorijom*: kada računar obrađuje konkurentno nekoliko poslova, OS mora pratiti trag korišćenja memorije računara i uveriti se da se ne događa neki posao na drugom delu računara (memorije). Upravljanje memorijom postiže se na različite načine, od jednostavnih rutina koje dele raspoloživu memoriju između tekućih poslova. Jedna uobičajena tehnika za prevazilaženje nedostatka memorije je izdvajanje dela memorije čvrstog diska kao *virtuelne memorije*. Zahvaljujući OS, ovaj deo memorijskog prostora za CPU izgleda kao interna memorija, iako je vreme pristupa znatno sporije nego internoj memoriji.
- *Monitorisanje resursa, korisničkih naloga i (pod)sistema zaštite (NOSSS-Native OS Security Subsystem*): većina višekorisničkih računarskih sistema dizajnirano je da zaduži korisnike koji ih koriste. Ovi računari prate tragove vremena rada svakog korisnika, zahteva za skladištenje i stranica za štampanje, tako da program može izračunati i odštampati tačan proračun. Svaki računar generalno ima jedinstveno identifikaciono ime i lozinku (*pasword*), tako da sistem može pratiti i obračunati individualno korišćenje resursa. Čak i u okruženju gde obračun korišćenja resursa nije u pitnju, OS treba da monitoriše resurse da obezbedi privatnost i bezbednost podataka svakog korisnika;
- *Upravljanje programima i podacima*: pored toga što služi kao saobraćajac, unutrašnje obezbeđenje i računovođa, OS radi i kao bibliotekar, locirajući i pristupajući fajlovima podataka i programa, koje zahtevaju korisnici i drugi programi;
- *Koordinaciju mrežnih komunikacija*: do nedavno, mrežnim komunikacijama nisu upravljali tipični OS računara individualnih korisnika, nego specijalizovani mrežni operativni sistemi. Međutim, savremeni operativni sistemi su dizajnirani da rade kao mrežna kapija između internog računarskog sistema i Interneta, tako da je umrežavanje centralna funkcionalnost svih savremenih operativnih sistema.

Ukratko, operativni sistem omogućava kontrolu izvršenja aplikativnih programa, planiranje obrade, testiranje, upravljanje operacijama CPU, kontrolu ulaza/izlaza, dodeljivanje memorija, prevođene i obezbeđuje različite servise za podršku. Pruža pomoć aplikativnim programima u izvršavanju zajedničkih operacija kao što su: pristupanje mreži, unošenje podataka, čuvanje i pretraživanje datoteka i štampanje ili ekranski prikazi.

Granica između operativnog sistema i korisničkih programa nije precizno određena i predstavlja često predmet rasprava. Na primer, jedno od razmatranih pitanja je da li je *Microsoft*-ov pretraživač *Internet Eksplorer* deo operativnog sistema Windows ili je deo skupa korisničkih programa. Drugi primer je neslaganje oko imenovanja *GNU*/Linuks, jer u osnovi jeste *Linuks* kernel ali mnogi upravo ceo operativni sistem zovu *Linuks*.

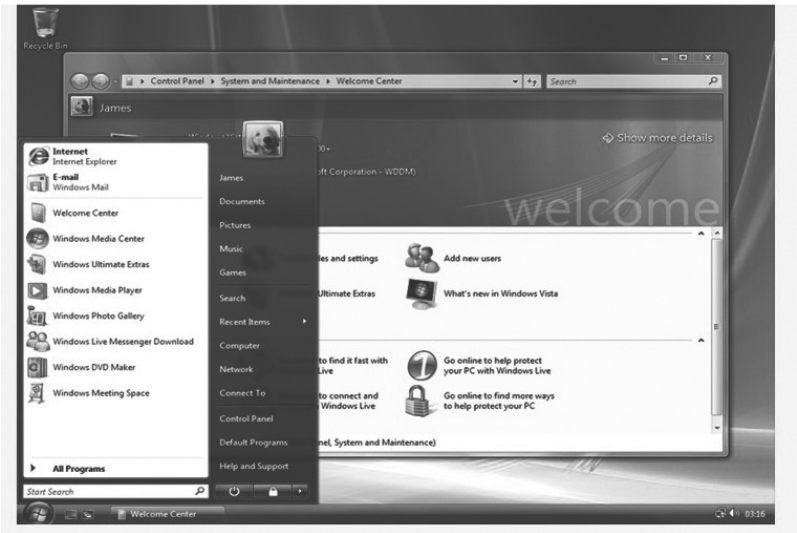
Najniži nivo svakog operativnog sistema je kernel, jezgro, prvi sloj softvera koji se učitava u računarsku memoriju pri pokretanju. Kao prvi softverski sloj, on obezbeđuje svom ostalom softveru koji se potom učita u operativnu memoriju zajedničke usluge jezgra. Osnovne usluge koje pruža ovo zajedničko jezgro su pristup diskovima, upravljanje memorijom, upravljanje procesima i poslovima i pristup ostalim računarskim uređajima. Kao i kod operativnog sistema i ovde postoji pitanje šta tačno treba da čini "kernel". Postoje mišljenja koja podržavaju koncept "mikrokernela" ili "monolitni kernel" ili nešto treće, čak se postavljaju pitanja kao na primer—treba li sistem za upravljanje datotekama (fajl sistem) biti deo kernela?

Najrašireniji operativni sistemi današnjice koji se koriste na računarima opšte namene (tu računamo i lične računare) su grupisani u dve porodice: porodica *Unix*-olikih i porodica *Microsoft Windows* operativnih sistema. Veliki računari i računari posebne namene koriste izmenjene ili posebno naručene operativne sisteme koji ne moraju biti ni u kakvoj vezi sa *Windows*-om ili *Unix*-om ali su, po pravilu, bliži *Unix*-u nego *Windows*-u.

4.3.1.3. Windows operativni sistemi

Microsoft Windows porodica operativnih sistema nastaje kao grafička nadogradnja iznad starog MS DOS operativnog sistema PC računara. Današnje verzije se baziraju na jednoj naprednijoj varijanti koja je nazvana *Windows NT* i ne predstavlja više samo grafičko okruženje već uistinu potpuni operativni sistem. Windows radi na računarima zasnovanim na procesorima firme Intel i njima sličnim. Oznaka za takve procesore je h86 kompatibilni, a najpoznatiji su firme AMD. Postoje ili su postojale varijante koje rade na procesorima DEC Alpha, MIPS i PowerPC. Postoje takođe i varijacije za procesore sa 32 i sa 64 bita.

Danas je Windows najpopularniji operativni sistem, uživajući ogromnu nadmoć na svetskom tržištu stonih računara od preko 90%. Takođe je značajno rasprostranjen i u segmentu malih i srednjih servera u primenama kao što su mrežni serveri ili serveri baza podataka. Na slici 4.4 prikazan je prozor ekrana *Windows Vista*.



Slika 4.4 Prozor ekrana *Windows Vista* OS

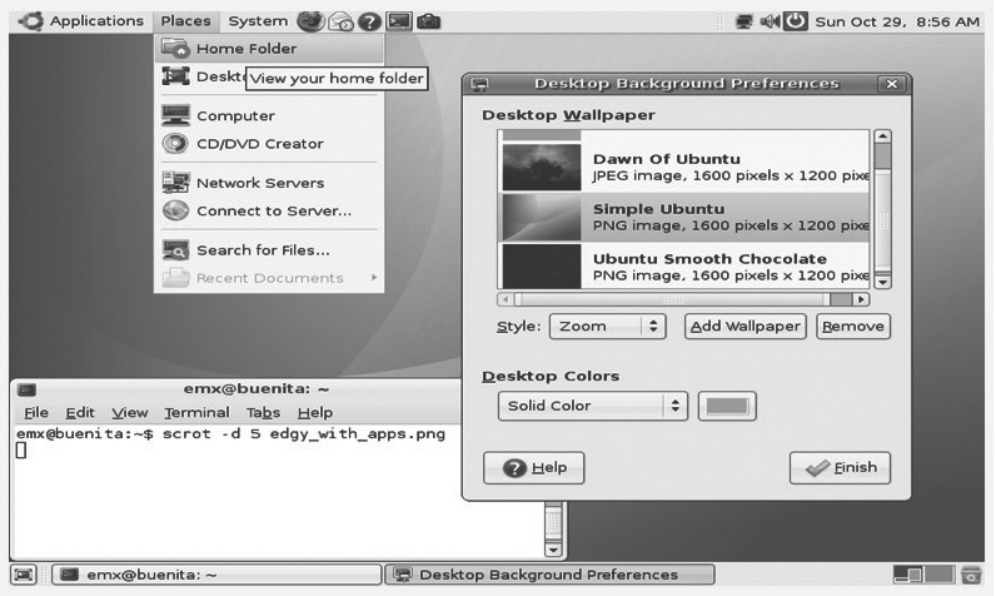
4.3.1.4. Unix operativni sistemi

Porodica *Unix*-ovih sistema je raznorodna grupa operativnih sistema koja uključuje i *System V, BSD, i Linux*. Ime *Unix* je zaštićeno od strane Otvorene Grupe (*The Open Group*) koja daje licencno pravo korišćenja imena kada se pokaže da predmetni operativni sistem zadovoljava sve potrebne zadate uslove. Sam naziv se odnosi na veliki skup operativnih sistema koji podsećaju na prvobitni *Unix*.

Unix sistemi pokreću računare raznolikih unutrašnjih arhitektura. Najrasprostranjenija primena je među serverima u korporativnom sektoru ali i među radnim stanicama u akademskom i inženjerskom okruženju. Slobodno dostupne varijante *Unix*-a, kao što su *Linux* i *BSD* su u usponu popularnosti. Napravljen je proboj i na tržištu stonih računara, posebno sa „prijateljskim" *Linux* distribucijama, kao što je *Ubuntu Linux* (slika 4.5).

Neke vlasničke varijante *Unix*-a, kao što je *HP*-ov *HP-UX* i *IBM*-ov AIX su napravljeni posebno da rade samo na računarima i sa opremom originalnog proizvođača. Drugi, kao *Solaris*, mogu raditi na originalnim računarima ali i na drugim računarima koji odgovaraju proizvođačevim zahtevima. Eplov *Mac OS X* je *BSD* varijanta nastala iz *NeXTSTEP* i *FreeBSD* je zamena za raniji *Mac OS* u uskom segmentu tržišta, ali postaje vremenom najpopularniji vlasnički *Unix* sistem.

Tokom prethodnih godina su slobodni *Unix* sistemi potisnuli vlasničke iz mnogih oblasti. Na primer, naučničko modelovanje i računarska animacija su nekad bili „teritorija" *Silikon Grafiksa* i njegovog *IRIKS* operativnog sistema. Danas su oni pod vlašću računarskih sistema pod *Linux*-om.



Slika 4.5 Snimak ekrana operativnog sistema *Ubuntu*

4.3.1.5. Ostali operativni sistemi

Operativni sistemi za velike računare kao što je *IBM*-ov *z/OS* i operativni sistemi posebne namene, kao što su *QNX, eCos* i *PalmOS* nisu bliski *UNIX*-u niti *Windows,* sem *Windows SE* OS koji je blizak *Windows*-u i nekoliko *Linux* i *BSD* distribucija koje su posebno krojene za specifične primene.

Pored operativnih sistema za velike računare postoje i operativni sistemi za manje uređaje (mobilni telefoni, digitroni i sl.) i uređaje specijalne namene (mikro-procesorski sistemi u automobilima, sistemi za automatsko otvaranje vrata i sl.), koji zahtevaju rad u realnom vremenu. Popularni operativni sistemi za mobilne telefone su *Simbijan* i *OSE*, dok za uređaje specijalne namene veliko uporište imaju *OSECK* i *OSE Epsilon* i sl.

Stariji operativni sistemi koji se još uvek ponegde koriste su *Windows*-u-nalik *OS/2* od *IBM*-a; *OpenVMS* od Hjulit Pakarda (nekada *Digital* korporacije); Mek OS, Eplov prethodni ne-*Unix* operativni sistem; *RISK* OS, posebno stvoren za ARM procesore i njihovu arhitekturu; *AmigaOS*, prvi grafički orijentisan operativni sistem sa multimedijalnim mogućnostima i to još za široku publiku.

Istraživanje i razvoj novih vrsta operativnih sistema je zasebna oblast nauke o računarima.

4.3.1.6. Klasifikacija i terminologija komponenti operativnog sistema

Operativni sistem je suštinski sastavljen iz tri skupa komponenti:

- *Korisničkog interfejsa*, koji može biti grafičkog tipa ili imati interpreter komandne linije koji se još zove i školjka (”*shell*”)
- *Sistemske rutine* niskog nivoa
- *Jezgro-kernel* koji je srce operativnog sistema

„Ako se za ljudska bića može reći da su stvaraoci *alata* i *simbola*, onad je korisnički interfejs potencijalno najsofisticiraniji deo računara, koji briše granicu između *alata* i *simbola*[5]“. Generički, interfejs se uvek nalazi na granici dva sistema, povezuje ih i omogućava međusobnu komunikaciju. Računarski korisnički interfejs omogućava komunikaciju čoveka i računara, ali i simulira i poboljšava kapacitete alata iz realnog sveta. Kao što drugi naziv interfejsa sugeriše, *školjka* je spoljašnji programski omotač jezgra, dok jezgro neposredno komunicira sa uređajima. Kod nekih operativnih sistema, kao što je *Unix*, školjka i jezgro su različiti i samostalni entiteti, što omogućuje proizvoljne kombinacije i laku zamenu školjke. Drugi operativni sistemi samo formalno prikazuju postojanje različitih komponenti dok su u suštini monolitni.

U toku razvoja korisnički interfejs je evoluirao od *tekstualno pokretanog*, preko *interfejsa komandne linije* do savremenog *grafičkog korisničkog interfejsa* – GUI (*Graphical User Interface*).

Ideje projektovanja jezgra operativnog sistema su se vremenom izdiferencirale u sledeće koncepte

- monolitno jezgro
- mikrojezgro
- egzojezgro

Većina najrasprostranjenijih operativnih sistema ima jezgra monolitnog tipa, kao što su *Unix, Linux i Windows*. Neki noviji operativni sistemi imaju mikrojezgro, kao *Epl MekOS H, AmigaOS, QNX i BeOS*. Među istraživačima i razvojnom zajednicom je mikrojezgro pristup veoma popularan, kao što je *Hurd*/GNU. Oba sistema imaju svojih prednosti i uspešno žive na mnogim mašinama. Na sistemima posebne namene koji podrazumevaju ugradnju sistema i softvera u elektronski proizvod se primenjuje projektovanje egzokernela, tačno za jedan uređaj i jednu primenu.

Kako su se operativni sistemi razvijali, sve više usluga se očekivalo od zajedničkog jezgra. Od 1990-ih se od operativnih sistema često očekuje da pruže mogućnost povezivanja na lokalnu mrežu i na Internet. Čak se očekuje da zaštite ostali softver na računaru od štete koju mogu naneti zlonamerni programi, kao što su virusi. Spisak usluga koje se očekuju od jezgra se i dalje širi.

5 *Aaron Marcus* i *Andries Van Dam*, eksperti za korisnički interfejs

Programi međusobno komuniciraju kroz *aplikativni programski interfejs* (API), slično kao što ljudi sa računarom komuniciraju kroz korisnički interfejs. Ovo posebno važi u komunikaciji između korisničkih programa i operativnog sistema. Zajedničkim uslugama jezgra operativnog sistema korisnički programi pristupaju operativnom sistemu kroz API. Na taj način operativni sistem omogućava komunikaciju između softvera i hardvera, to jest, programa i uređaja. U osnovne funkcije operativnog sistema svakako treba navesti upravljanje procesorom.

4.3.2. Jezik računara i kompajleri

Svaki računar procesira ulazne instrukcije u prirodni mašinski jezik, razumljiv računaru. Mašinski jezik numeričke kôdove za reprezentaciju osnovnih aritmetičkih operacija računara (+,-, *. /), logičkih operacija poređenja, premeštanje brojeva, ponavljanja instrukcija itd. Prvi programski jezici zahtevali su pisanje svakog programa u mašinskom jeziku, striktno prevodeći svaku instrukciju u binarni kôd. Ovaj proces je bio izuzetno naporan i vremenski zahtevan. Druga generacija programskih jezika bili su *Assebly language* (asemblerski jezici). Ovo su *jezici na niskom nivou* koji implementiraju simboličku reprezentaciju numeričkih instrukcija mašinskog koda i drugih konstanti potrebnih za programiranje određene arhitekture CPU. Uslužni program *Assembler* omogućava prevođenje programa napisanog u asemblerskom jeziku u mašinski kod. Danas, većina programera koristi savremene, objektno orijentisane programske *jezike na višem nivou* kao što su *C++, C#, Java, Visual Basic.Net* itd. Ovi jezici omogućavaju naučnicima, inženjerima i poslovnim ljudima da rešavaju probleme koristeći poznatu terminologiju i notacije umesto skriptova mašinskih instrukcija. Da bi računar razumeo program napisan u ovom jeziku, mora koristiti programe za prevođenje – kompajlere, koji prevode instrukcije pisane u pseudo – prirodnom jeziku u binarne 1 i 0 mašinskog jezika.

U algoritmu recepta razmatranom u poglavlju 4.2, pisanje programa u jeziku na visokom nivou i razumevanje kompajlerskog programa za korektno prevođenje u binarne 1 i 0, primer iz fizičkog sveta je razumevanje šefa kuhinje kada boja prženog hleba postaje braon zlatna. To praktično znači da kompajler razume jezik na visokom nivou bez dodatnih detalja.

U poslednjoj deceniji većina programskih jezika na visokom nivou nove generacije evoluirala je u jezik koji od programera krije sve više detalja o radu procesora i računara. Programiranje postaje sve lakše i sa manje grešaka, a kompajleri sve kompleksniji tako da programeri mogu komunicirati sa računarom sa jezikom koji je približan prirodnim jeziku. Ipak, programiranje i dalje zahteva dosta vremena i umnog napora. Zato većina zadataka koji su zahtevali programiranje pre 20 godina, danas se izvršava sa tabelarnim, grafičkim i drugim aplikacijama koje se lako koriste.

4.3.3. Uslužni programi i drajveri uređaja

Čak i najbolji operativni sistem ostavlja neke zadatke drugim programima i korisnicima. Uslužni programi (*utility programs*) služe kao alati za održavanje i popravke računarskog sistema koje automatski ne vrši operativni sistem. Uslužni programi olakšavaju korisnicima da kopiraju fajlove između uređaja za skladištenje, da popravljaju oštećene fajlove podataka, da prevode fajlove iz jednog u drugi format tako da ih mogu čitati različiti aplikativni programi, da štite od virusa i drugih potencijalno štetnih programa, da komprimuju fajlove tako da zauzimaju manje prostora na disku i da izvršavaju druge važne, ne manje značajne zadatke.

Operativni sistem može direktno pozvati brojne uslužne programe, tako da e korisniku čine kao deo operativnog sistema. Na primer, *drajverski* programi su mali programi koji omogućavaju da ulazno/izlazni uređaji – tastatura, miš, printer i drugi, komuniciraju sa računarom. Kada se jednom drajver uređaja instalira, na primer za štampač, onda štampač vrši funkcije u pozadini, neposredno na zahtev korisnika za štampanjem. Neki uslužni programi su uključeni u operativni sistem. Drugi, uključujući više drajvera uređaja, su vezani za periferije, a neki uslužni se prodaju kao samostalni programi.

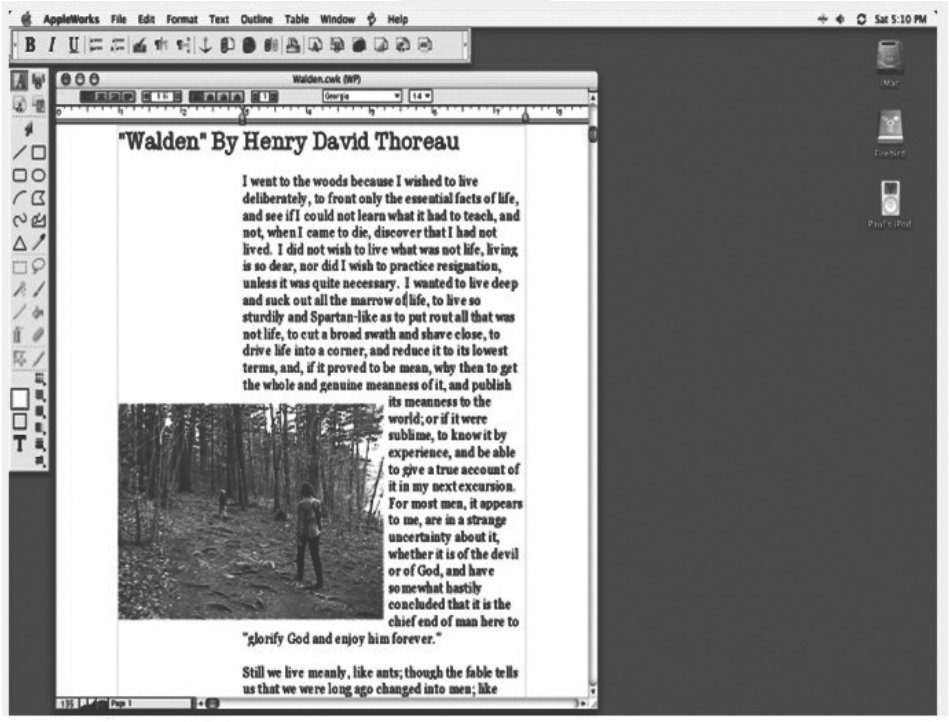
4.4. APLIKATIVNI SOFTVER

Uprkos brojnih ograničenja za upotrebu softverskih proizvoda, inherentnih grešaka (*bagova*) i odricanja odgovornosti za kvalitet od strane proizvođača, milioni kopija raznih programa prodaje se gotovo svaki dan. Glavni razlozi za to su dve ključne karakteristike softverskih proizvoda:

- Aplikativni programi su dizajnirani na vizuelnim metaforama alata iz realnog sveta. Na primer, Excel aplikacija oponaša računovodstvene tabele, programi za uređivanje videa koriste poznate komande VCR (*Video Cassete Recorder*) uređaja itd.;
- Aplikativni programi proširuju ograničene ljudske kapacitete na određeni način. Savremeni programi omogućavaju ljudima da čine stvari koje ne bi učinili lako ili nikako sa konvencionalnim alatima. Na primer, programi za računarsku grafiku omogućavaju umetniku da naslika sliku, pogleda je i veoma lako izmeni ako mu se ne dopada. Ili , tabelarni program (*Excel*) omogućava menadžeru da izračuna buduću zaradu na bazi osnovnih pretpostavki, zatim trenutno preračuna sa setom drugih pretpostavki.

4.4.1. Integrisani aplikativni programski paketi

Iako je većina programskih paketa specijalizovana u odvojene aplikacije, kao što su procesori teksta ili procesori slika, neki jeftiniji integrisani programski paketi uključuju nekoliko aplikacija dizajniranih da dobro rade zajedno. Popularni integrisani programski paketi kao što su *AppleWorks* (slika 4.6) i *MicrosoftWorks,* generalno uključuju jednostavan procesor teksta, bazu podataka, tabelarni prikaz (*spreadsheet*), računarsku grafiku, telekomunikacije i modul za upravljanje personalnih informacija – PIM (*Personal Information Management*). Iako delovi integrisanog softvera, obično nemaju sve karakteristike specijalizovanog softvera za istu namenu, integrisani softverski paket još uvek nudi brojne prednosti. Korisnici softverskog paketa ne moraju memorisati razne komande i tehnike za različite zadatke.



Slika 4.6 *AppleWorks* integrisani aplikativni programski paket

Najbolji integrisani programi brišu liniju između aplikacija, tako da korisnik, na primer, može kreirati tabelu usred teksta bez posebnog prebacivanja sa procesora teksta na aplikaciju za tabelarni prikaz. Interaplikacijska komunikacija omogućava automatski transfer podataka kroz aplikacije, tako da se, na primer, promena u tabeli automatski reflektuje na grafički prikaz ugrađen u memoriji procesora teksta.

4.4.2. Set aplikativnih programa

Brojne softverske kompanije nude set aplikacija (*application suites*) koji sadrži nekoliko potpunih aplikativnih programa koji se takođe prodaju i kao posebni alati. Najviše prodavan set programa je *MS Office System*, koji se prodaje u nekoliko različitih verzija. Jezgro seta programa čine *MS Word* (procesor teksta), *Excel* (tabelarni prikaz), *PowerPoint* (grafički program za prezentaciju, *Acess* (baza podataka) i *Outlook* (PIM program za e-poštu). Ove aplikacije imaju slične strukture komandi i laku interaplikacijsku komunikaciju. Cena *MS Office System*-a generalno je niža od cene aplikacija prodavanih pojedinačno, ali je veća od cene, na primer, *MS Works* integrisanog paketa. Set aplikacija ima više funkcija od integrisanog programa, ali zahteva više memorije, prostora na disku i rada CPU (procesora). Iako stariji PC ne mogu da rade sa *MS Office* paketom, on je i danas najviše korišćen paket u savremenim PC i *Macintosh* računarima. *Open Source* programski paket obezbeđuje kompatibilnost sa MS dokumentima, ali radi na različitim platformama, uključujući Windows, Linux i Macintosh operativne sisteme.

Programski paket *MS Office* se zbog svoje fleksibilnosti koristi u za lične potrebe, u školama, državnim institucijama i svim vrstama poslovnih sistema. Međutim neki aplikativni programi su toliko specifični da ih koriste samo određene profesije. Primeri takvih programa su medicinski, bibliotečki, računovodstveni, hotelijerski itd. Ovi aplikativni programi se nazivaju *kastomizovane aplikacije*[6], a njihovo tržište – *vertikalno tržište*, za razliku od *horizontalnog tržišta* široko korišćenog *MS Office System*-a i drugih komercijalnih programa. Naravno, cena kastomizovanog softvera je obično veća od komercijalnog softvera, što zbog manjeg broja kupaca, što zbog specifičnih funkcionalnosti. Neki programski paketi dizajnirani su za vrlo mali broj kupaca, na primer, aplikativni program za upravljanje svemirskim letovima – samo za *NASA*-u.

Aplikativni programi omogućavaju korisnicima da kontrolišu računare bez programerskih znanja. To su programi namenjeni za rešavanje konkretnih problema, aktivnosti i zadataka korisnika računarskog sistema (različiti programi opšte i specifične namene: programi za upravljanje proizvodnjom, trgovanje, fakturisanje, vođenje knjigovodstva, obračuna zarada, statistička istraživanja). Ovi programi se mogu u vidu programskih paketa kupiti na tržištu softvera, ili ih korisnik, u zavisnosti od raspoloživog znanja i umeća, i sam razvija shodno svojim potrebama.

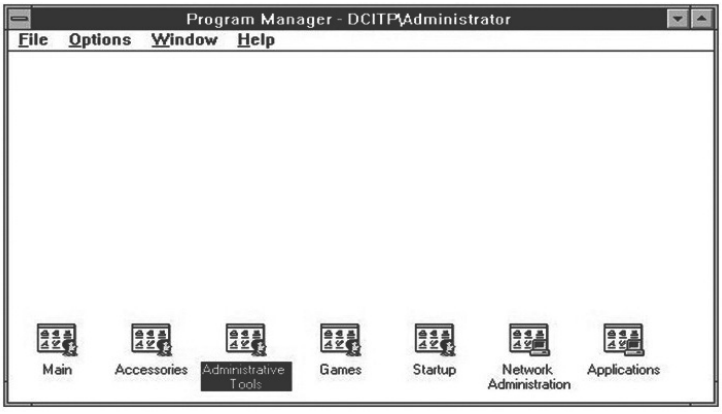
6 Aplikacije prilagođene potrebama korisnika

4.5. RAČUNARSKE PLATFORME

U većini elektronskih uređaja operativni sistemi rade nevidljivo i anonimno. Međutim, neki OS, posebno oni u PC, prepoznaju se po imenu i reputaciji. Najpoznatiji savremeni OS su:

- *Microsoft Windows*,
- *Macintosh* i
- *Linux* operativni sistemi.

Prvi *Microsoft* operativni sistem *MS-DOS* sa interfejsom komandne linije evoluirao je tokom 1980-tih (1981 – v1.0; 1982 – v1.25; 1983 – v2.0; 1984 – v3.0 za PC & v3.1 za mreže; 1988 – v4.0; 1991 – v5.0; 1993 – v6.0 & v6.2; 1994 – v6.21 & v6.22 i 1995 – pokrenuo je razvoj *Windows* OS) u savremene *Windows* OS sa GUI interfejsom. U periodu 1995-98. pojavili su se na bazi MS DOS-a, *Windows 3.1(1995) Windows 3.11 (1998*). Značajnu prekretnicu u razvoju OS, *Microsoft* čini razvojem *Windows NT 3.51/4.0* operativnog sistema (objavljenog 1994). U ovom OS dodato je znatno više bezbednosnih funkcionalnosti samog OS – NOSSS (*Native OS Security Subsystem*), namenjenih visokozahtevnim računarskim sistemima krajnjih korisnika. Novi OS je bio mnogo fleksibilniji sa znatno lakšim oporavkom fajl sistema. Zadržao je isti GUI kao *Windows 3.1 i 3.11,* ali je razvijen na bazi novog kernela i nije imao potrebu za instaliranim DOS (slika 4.7)



Slika 4.7 Windows NT 3.51

- Windows 2000/XP/Vista
- Unix/Linux
- Macintosh

Posle serije *MS Windows* OS (*Windows 9x, Milenium, 2000*) oktobra 2001. objavljen je *Windows XP* i serverska varijanta Windows Server 2000. Windows XP OS je zamenio Windows 9x i NT. Zasnovan je na NT kernelu, a proizveden u *Home* i *Professional* verzijama. Na raspolaganju su 32-bitna i 64-bitna verzija. Razvijene su i specijalizovane verzije (*Media Center, Tablet PC*). U *Windows XP* OS znatno je poboljšana NOSSS bezbednost – ugrađen je *Firewall*, profesionalna verzija podržava šifrovanje fajla - ***EFS*** (*Encription File System*) i zahteva"*Activation*", što znači da se posle instalacija mora aktivirati od strane *Microsoft*-a, čime se proverava registracija i licenca softvera (slika 4.8).

Slika 4.8 Aktivacija *Windows XP* OS

Serverska varijanta XP, *Windows Server 2003*, objavljena je aprila 2003 u verzijama: *Standard, Enterprise, Datacenter, Web* i *Small Business Server.* U ovaj OS ugrađene su karakteristike XP, ali je mnogo bezbedniji i podrazumevano predstavlja baza *Microsoft*-ovog koncepta "poverljivog računara" (slika 4.9). Krajem 2008. objavljena je najnovija verzija *Windows Server 2008.*

Slika 4.9 *Windows Server 2003* programski paket

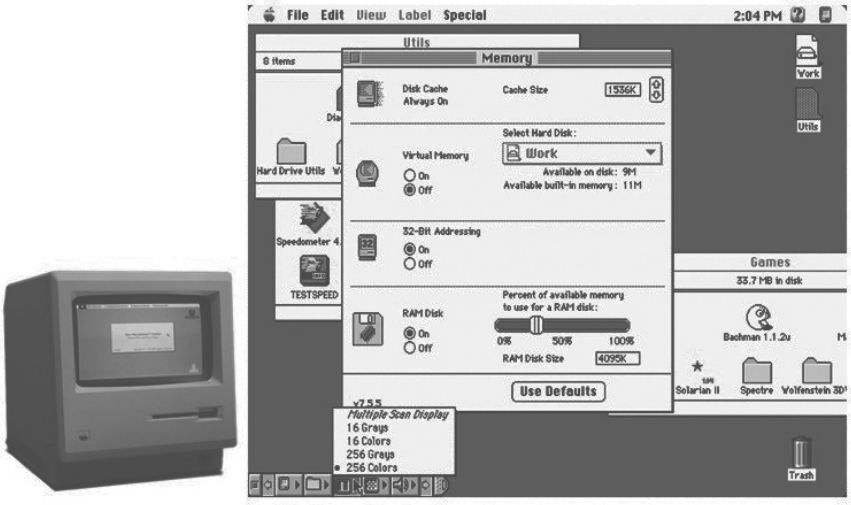
Najnovija verzija MS Windows operativnih sistema *MS Vista* objavljena je 30 januara 2007, (slika 4.10). MS *Vista* OS (32-bitna i 64-bitna varijanta) ima novi GUI (tzv. *Aero*) i trodimenzionalni izgled i vizuelni osećaj. Objavljena je u pet 'verzija': *Home Basic, Home Premium, Business, Enterprise* i *Ultimate.* Uvedene su značajne bezbednosne karakteristike u odnosu na *Windows* XP, kao što su funkcije zaključavanja na nivou bita - *BitLocker* i šifrovanje na nivou celog diska osim za *bootloader - Drive Encryption* (samo u *Ultimate* verziji), kombinacijom hardvera i softvera, tako da se ceo disk može potpuno posvetiti glavnoj ploči. Najnovija verzija ovog OS, pod nazivom *Windows 7* postala je dostupna 5.05.2009. godine.

Slika 4.10 *Desktop* MS *Vista* operativnog sistema

Slika 4.11 *Pocket PC* sa Windows CE operativnim sistemom

Windows CE/Pocket PC je popularna verzija *Windows* operativnih sistema, namenjenih za tržište džepnih i priručnih računara. Ima izgled i *osećaj Windows* 95 i NT operativnih sistema, a objavljen je u više verzija (V1.0 objavljena novembra 1996, V2.0 objavljena rane 1998, V3.0 objavljena juna 2000). Od septembra 2001 ovaj OS je poznat kao *Pocket PC* (slika 4.11).

Prvi *Apple Macintosh* operativni sistem objavljen je u januaru 1980. Imao je *User-friendly* interfejs - 100% čisti GUI interfejs, (slika 4.12). Nije imao komande za pamćenje, a za operaciju *usmeri- i-klikni* je koristio miša. Tokom proteklih godina ažurirani su brojni *Apple Macintosh* OS, verzije *Macintosh OS 9,* poslednje u dugoj liniji *Macintosh* operativnih sistema od 1984. Verzija *OX 10* objavljene 2001, a tekući OS je *OS X 10.5 Snow Leopard*. Svi OX OS su bazirani na moćnom Unix kernelu, poznatom po bezbednosti i stabilnosti, a mogu da rade samo na *Macintosh* hardveru (računarima).



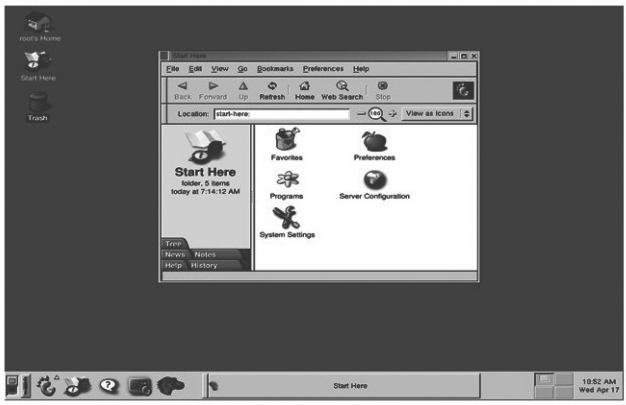
Slika 4.12 Originalni *Macintosh* računar i GUI interfejs

Linux, Sun Solaris i druge *Dnix* varijacije OS nalaze se na nekim Macintosh i PC računarima, super računarima, *mainfraims* računarima i drugim uređajima. Posebno je popularan Linux OS. Linux OS-i ili Linux *distribucije,* kako se komercijalno nazivaju, objavljene su u više varijanti i često distributeri neznatno naplaćuju pakovanje i isporuku, ali ne i sam softver. Popularne distribucije *Linux* OS isporučuju se na više svetskih jezika (tabela.1).

Tabela 1. Jezici koji podržavaju popularne Linux distribucije

Distribucija	Podržani jezici
Mandrake www.mandrakesoft.com	*Swedish, English, Spanish, Chinese, Japanese, French, German, Italian, Russian, Estonian, Finnish, Portuguese, Turkish, Thai*
Red Hat www.redhat.com	*English, Spanish, French, German*
SUSE www.suse.com	*English, Spanish, French, German, Italian, Portuguese*

Na slici 4.13 prikazan je najpopularniji desktop *Linux* distribucija – *Gnome*.



Slika 4.13 *Linux Gnome* desktop

Prednosti i nedostaci Linux OS u odnosu na Windows OS prikazani su u tabeli 4.2.
Tabela 4.2 Prednosti i nedostaci Linux OS prema Windows OS

Prednosti Linux OS	**Nedostaci OS**
• Niska cena i velika stabilnost • Jeftiniji zahtevani hardver • Imun na većinu virusa, trojanaca i *Windows* ranjivosti • Radi na velikom broju različitih CPUs • Čita većinu fajl sistema i može ih instalirati kao "samo za čitanje" (*read only)*	• Teži za korišćenje za prosečne korisnike • Manje softverskih aplikacija na raspolaganju • Manje sistemskih eksperata i administratora • Nije univerzalno podržan od glavnih snabdevača

Kako Lnux OS ne nude toliki broj aplikacija, kao Windows operativni sistemi, korisnici često pribegavaju *višebutabilnim* operativnim sistemima. Više butabilni operativni sistemi omogućavaju korisniku da imaju više od jednog OS na istom računaru. Instaliranjem Windows i Linux operativnih sistema na jednoj hardverskoj platformi, korisnik može prelaziti sa jednog na drugi OS, ali u isto vreme može raditi samo jedan OS. Kod startovanja, operater selektuje koji instalirani OS će koristiti. jedini uslov je da se svaki OS instalira na na posebnoj particiji čvrstog diska (na priimerC: i D:). Više-butabilni sistem može se podići na Windows i Linux OS. Na primer, može se koristiti ***Linux Loader*** (LILO) ili ***GRand Unified Bootloader*** (GRUB) uslužni programi za instalaciju Linux i Windows OS. Primer prompta *LILO Loader* uslužnog programa za višebutabilne OS:

LILO

Welcome to the LILO Boot Loader!

Please select partition you would like to boot at the prompt below.

Linux *- Linux (ext2fs partition)*

Windows *- (FAT)*

Više butabilni *Windows OS su Windows NT/XP/Vista/7.* Ovi operativni sistemi mogu butovati više operativnih sistema: *Windows 7, Vista, XP, NT, 95, 98 i ME*. Uslužni program *Windows NT loader* može prikazati *boot menu* na startovanju. Primer promta *Windows NT loader*-a:

Windows XP Professional, Windows NT 4.0 Work Station, Windows ME

Među poznatijim *Boot loaders* drugih proizvođača je stari *System Commander (*danas *Total Commander) koji* butuje *DOS, Windows, OS/2, FreeBSD i Linux* operativne sisteme na jednu platformu (slika 4.14).

Slika 4.14 *System Commander Boot Loader*

Operativni sistemi sami po sebi nisu od velike pomoći korisnicima. Oni zahtevaju aplikativne programe tako da mogu raditi korisne poslove. Međutim, aplikativni programi ne mogu egzistirati sami za sebe – oni zahtevaju da budu instalirani na nekoj vrsti *računarske platforme*. Termin *računarska platforma* opisuje specifičnu kombinaciju hardvera i operativnog sistemskog softvera na kojoj je instalirana određena aplikacija. U toku evolucije digitalnog personalnog računara razni proizvođači: *Apple, Atari, Coleco, Commodore, Tandy, Texas Instruments* i drugi, razvijali su brojne računarske platforme. Danas su najpoznatije tri osnovne široko korišćene računarske platforme: *PC sa Windows OS*, *razne verzije sa Unix/Linux OS* i *Macintosh sa OX OS*. Unix se retko nalazi u PC platformi – uglavnom u radnim stanicama i serverima. *Machintosh* platforme zauzimaju specijalizovano tržište grafičkog dizajna, izdavaštva, muzike, videa i multimedija. Masivno tržište poslovnih sistema i sistema za kućne upotrebe pokrivaju MS *Windows* PC platforme. Neke aplikacije se mogu koristiti na različitim platformama i nazivaju se *kros-platformske aplikacije*, od kojih su najpoznatije *MS Office* i *Adobe Photoshop* aplikacije, koje su u sličnim verzijama raspoložive za više platformi.

Većina savremenih PC, izgrađena je na tzv. *Wintel* platformi – nekoj formi Windows OS koji radi sa Intelovim ili kompatibilnim procesorom (CPU). Macintosh OS rade sa PowerPC procesorima, a Linux OS – mogu da rade na većini hardverskih platformi, uključujući Intel i PowerPC procesore, iako različite verzije Linux-a nisu neophodno kompatibilne.

Da bi interaktivno koristili Windows-dominantni svet računara, korisnici *Macintosh* platformi, mogu kupiti softverske programe koji kreiraju simuliranu Windows mašina na Macintosh hardverskoj platformi, prevodeći sve instrukcije Windows-a u signale koje Macintosh OS i CPU mogu razumeti. Ovi softverski programi se nazivaju *emulatori*. *Emulacija* operativnih sistema je obično vremenski zahtevna, ali briše granice između računarskih platformi i omogućavaju korisnicima izbor više OS i korisničkih interfejsa.

Sa rastom značaja umrežavanja i Interneta, buduće aplikacije će biti više vezane za mrežne (web) nego računarske platforme. Korisnici računara će manje vremena provoditi radeći na informacijama uskladištenim na lokalnom čvrstom disku, a više na web serverima. Odgovor Microsoft-a na taj trend je lansiranje .NET strategije koja briše granice između web i MS operativnih sistema i aplikacija. Kako se .NET tehnologija razvija, sve više komponenti i resursa računara biće smešteno na web serverima, a manje na klijentskim računarima – koncept poznat kao mrežno računarstvo (*Greed Computing*) ili tanki klijent (*Tin Client*). MS .NET strategija je odgovor na popularnost *Java*[7] programskog jezika, nezavisnog od platforme, koji se može koristiti na višeplatformskim mrežama. Odnosno, programi pisani u Java jeziku mogu se koristiti na *Windows, Macintosh, Unix* i drugim OS, pod uslovom da ove mašine imaju instaliran *Java virtual machine* softver. Softver za virtuelne mašine, kao što je *Virtual PC,* raspoloživ i na *Windows* i Macintosh platformama, omogućavaju korisnicima da instaliraju i rade u *Windows* i *Linux* okruženju na operativnom sistemu host računara i da premeštaju podatke između

7 Razijen u *Sun Microsystems* korporaciji.

virtuelnih mašina i OS hosta. Dakle, u sistemu virtuelnih mašina u isto vreme može raditi više od jednog operativnih sistema, što nije moguće kod višebutabilnih sistema.

Međutim, kao i emulatori, Java aplikacije rade daleko sporije nego aplikacije namenjene za specifične platforme OS. Razvijeni su minijaturni delovi aplikacija - *Java Aplets*, dizajnirani da rade sa drugim aplikacijama ili apletima, a često se uključene u WWW stranice na web serverima za dodavanje animacija i interaktivnosti. Kako ova tehnologija sazreva, korisnici će moći dizajnirati svoje web stranice i bez potrebe da znaju gde se uopšte u svetu nalazi njihov softver za dizajniranje.

4.6. ZAKLJUČAK

Softver ili *program* obezbeđuje komunikacioni link između čoveka i računara. Pošto je softver smešten u memoriji računara, za razliku od fizičkog hardvera, lako se može menjati u skladu sa potrebama korisnika. Izmenom softvera menja se računar od jedne vrste alata u drugu.

Većina softvera može se svrstati u jednu od tri opšte kategorije: sistemski programi, aplikativni programi i kompajleri i drugi prevodilački programi.

Kompajler je softverski alat koji omogućava prevođenje programa napisanih u prirodnom jeziku kao što su *Visual Basic, .NET* i *C#* u binarne (1) jedinice i nule (0) mašinskog jezika koje računar razume. Kompajler štiti programera od kompleksnosti računara i olakša pisanje kvalitetnih programa sa manje grešaka (bagova). Ipak, programiranje je i dalje naporan i vremenski zahtevan proces.

Aplikativni programi omogućavaju većini korisnika da komuniciraju svoje potrebe sa računarom bez poznavanja programskih jezika. Aplikacije simuliraju i proširuju svojstva poznatih alata iz realnog sveta, kao što su pisaća mašina, slikarska četkica polica sa fajlovima itd., omogućavajući korisnicima da sa računarom čine stvari koje bi, inače, bilo teško ili nemoguće izvršiti bez računara. Integrisani aplikativni programi kombinuju nekoliko aplikacija u jedan paket, omogućavajući lakši i brži prelazak sa jedne na drugu aplikaciju. U slučaju kada generalni komercijalni program ne može uraditi neki posao, programeri za poslovne sisteme i javne institucije razvija vertikalno tržište i kastomizovane pakete aplikacija.

Operativni sistem računara je glavni sistemski program, koji obuhvata još i prevodioce i uslužne programe. OS radi u pozadini, prevodeći softverske instrukcije u poruke koje računar može razumeti. Operativni sistem služi kao menadžer u računaru, vodeći računa o stotinama detalja kojima treba upravljati da bi računar ispravno funkcionisao. Operativni sistem sa deljenjem vremena, posebno ima izazovne zadatke da konkurent-

no opslužuje više korisnika, monitoriše računarske resurse, prati tragove korisničkih naloga i štiti bezbednost sistema i podataka (*NOSSS* podsistem zaštite). Brojne probleme koje ne može rešiti OS, rešavaju uslužni programi. Popularni operativni sistemi danas uključuju nekoliko verzija *Microsoft Windows, Macintosh* OS i nekoliko verzija *Linux/Unix* OS.

Sistemski i aplikativni programi, programski jezici i uslužni programi moraju, u različitom stepenu, komunicirati sa korisnikom. Programski korisnički interfejs je kritičan faktor za tu komunikaciju. Korisnički interfejs je razvijan godinama do tačke u kojoj sa kompleksnim softverskim paketom može komunicirati korisnik koji zna malo o unutrašnjem radu računara. Dobro dizajnirana školjka korisničkog interfejsa štiti korisnika od sveta bitova i bajtova računara. Savremeni računari koriste umesto komande linije savremeni grafički korisnički interfejs (GUI) koji upotrebljava u intuitivnom i konzistentnom okruženju prozore, ikone, miša i padajući meni. Velika verovatnoća je da će budući korisnički interfejsi zavisiti više od glasa, trodimenzionalne grafike i animacije za kreiranje virtuelne realnosti.

4.7. KLJUČNI TERMINI

Algorithm (algoritam) – set korak po korak procedura za izvršavanje zadatka

Application suites (aplikativni paket) – skup kompletnih aplikativnih programa koji se takođe prodaju kao samostalni programi

Booting process (proces podizanja računara) – proces učitavanja prekonfigurisanog dela (sekvenci) poslednje najbolje konfiguracije operativnog sistema u radnu memoriju (iz BIOS-a i CMOS-a) do tačke kada operativni sistem preuzima kontrolu nad hardverom računara

Bug (greška**) –** greška u programu računara

Compatibility (kompatibilnost) – usaglašenost softvera i hardvera i softvera nove verzije sa softverskim proizvodima stare verzije (kompatibilnost softvera unazad)

Compiler (kompajler) – sistemsko softver **za** prevođenje sa višeg programskog jezika na mašinski jezik (1 i 0)

Concurrent processing (konkurentno procesiranje) – rad računara na nekoliko poslova u isto vreme

Copyright software (prava intelektualne svojine nad softverom) – svaki softver je intelektualna svojina i ne može se neovlašćeno distribuirati i prodavati

Custom application (korisnički prilagođena aplikacija) – aplikacija prilagođena potrebama korisnika

Debugaing (otklanjanje programskih grešaka softvera) – korekcija programskih grešaka softvera

End-User License Agreement – EULA (Licencni sporazum sa krajnjim korisnikom) – sporazum kojeg proizvođač softvera sklapa sa krajnjim korisnikom o korišćenju softvera takvog kao što jeste i bez preuzimanja ikakve odgovornosti za eventualne greške ili nefunkcionalnosti

High Level Language (programski jezik na visokom nivou) – programski jezici tipa C#, C++, Java itd. sa kojim se u približno prirodnom jeziku pišu instrukcije za rad računara

Integrated sotware (Integrisani softverski paket) – softverski paket aplikacija integrisan u jednu celinu sa zajedničkim komandama i mogućnošću brzog prelaska sa jedne na drugu aplikaciju

Machine Language (Mašinski jezik) – prirodni jezika u kojem računar procesira instrukcije

Multitasking (Konkurentno izvršavanje više zadataka procesora) – paralelan, konkurentan rad računara na više zadataka

Open Source Softwre (Softver otvorenog izvornog koda) – softver otvorenog izvornog koda dostupnog korisnicima

Operating system (Operativni sistem) – sistemski program koji održava efikasan rad računara i olakšava korisniku proces komunikacije sa hardverom računara

Platform (platforma) – kombinacija hardvera i softvera operativnog sistema na kome su izgrađeni aplikativni programi

Public domain software (slobodno dostupan softver) – softverski proizvodi slobodni za preuzimanje i deljenje

Shell (ljuska) – tip programa koji se nalazi između korisnika i operativnog sistema, prevodeći kretanje miša i drugih ulaznih komandi koje operativni sistem razume

Software license (Softverska licenca) – softverska licenca za korišćenje programa, tipično na jednoj mašini

System software (Sistemski softver) – klasa softvera koja uključuje operativni sistem i uslužne programe

User interface (Korisnički interfejs) – program koji se nalazi na ngranici dva sistema - računarskog sistema i korisničkog okruženja, povezujući korisnika i računar

Utility program (Uslužni program) – tip sistemskog programa koji rešava brojne zadatke koje ne obavlja sam operativni sistem

Vertical-market application (Aplikacija za vertikalno tržište) – aplikativni programi prilagođeni potrebama specifičnog korisnika

PITANJA ZA PONAVLJANJE

- ☑ Navedite osnovne kategorije softvera.
- ☑ Koje su osnovne funkcije sistemskog softvera?
- ☑ Koji su osnovni zadaci operativnog sistema?
- ☑ Navedite dve glavne vrste korisničkog interfejsa.
- ☑ Navedite operativne sisteme koji koriste GUI interfejs.
- ☑ Navedite *Windows* operativne sisteme za serverske računarske mreže.
- ☑ Kako se naziva Windows OS za džepne i ručne računare?
- ☑ Definišite funkciju *multicasting*-a računara.
- ☑ Kako se naziva podizanja i učitavanje operativnog sistema?
- ☑ Navedite najpoznatije operativne sisteme sa otvorenim izvornim kodom.
- ☑ Kako i odakle se izvršava operativni sistem?
- ☑ Definišite algoritam.
- ☑ Navedite poznatije programske jezike visokog nivoa.
- ☑ Definišite računarski program.
- ☑ Koje su osnovne funkcije aplikativnih programa?
- ☑ Zašto se vrši ažuriranje softvera?
- ☑ Koje su glavne karakteristike besplatnog (*free*) softvera?
- ☑ Koje su osnovne karakteristike *shareware* softvera?
- ☑ Navedite po jedan popularni integrisani aplikativni programski paket i set aplikacija.
- ☑ Za koje funkcije su namenjeni uslužni (*utility*) programi?

5. MULTIMEDIJA

U ovom poglavlju studenti će upoznati tehnologije i alate za računarski kontrolisano kombinovanje teksta, grafike, animacije, videa i zvuka u jednom paketu. Biće sposobni da uporede i procene nekoliko tipova računarskih grafičkih programa koje koriste umetnici, fotografi, dizajneri i drugi; da objasne kako računari menjaju način rada profesionalaca i amatera sa video i audio sadržajima, animacijom i muzikom; da opišu nekoliko načina na koji se računari koriste za kreiranje multimedijskih sadržaja u umetnosti, zabavi i poslovanju i da objasne kako se mogu pomeriti granice ljudskih sposobnosti.

5.1. UVOD

Kombinovanjem žive video akcije sa uređivanjem teksta i ideja procesiranja, *Dough Engelbart* je pokazao da računar može biti višestruki komunikacioni alat sa fantastičnim potencijalom. *Tim Berners-Lee*, **r**ođen u Londonu 1955, izumeo je *World Wide Web* i dao ga na javnu upotrebu. Napravio je distribuirani hipertekst sistem bez granica, sa ciljem da poveže sve naučnike sveta da mogu raditi kao jedna celina. Danas radi na MIT-u i rukovodilac je *WWW konzorcijuma* (W3C) . WWW je danas komercijalizovan i najrasprostranjeniji servis Interneta. Grafički programi omogućavaju umetnicima, dizajnerima, inženjerima i izdavačima i drugim da kreiraju i uređuju vizuelne slike. Hipermedijski (multimedijski) dokument vodi korisnika kroz informacije duž jedinstvenog traga na WWW.

Multimedija je sklop različitih vrsta informacija koje naša čula primaju sveobuhvatno; lako su dostupna i veoma popularna u svim oblicima komunikacije: u obrazovanju, na poslu, u nauci, naročito u umetnosti, kao i u ličnoj upotrebi. Elektronski sadržaj je daleko kompleksniji i sadržajniji od papirne forme, ili pojedinačnog zvuka ili slike, sa daleko lakšim pakovanjem na digitalnim medijima kao što su Internet, CD i DVD, mobilni telefoni i TV. Multimedija je postala sastavni deo savremenog života. Interaktivni multimedijski alati kombinuju tekst, grafiku, animaciju,video i zvuk u računarski kontrolisanom paketu.

5.2. KARAKTERISTIKE MULTIMEDIJE

Poreklo reči *multimedija* je od latinski *multus, multi*=mnogobrojan i *media, medium* = medium, kanal ili sistem komunikacije, informacija ili zabava. Značenje u oblasti informacija: više posrednika istovremeno ("*multiple intermediaries*") između izvora i odredišta informacije. Višestrukost načina ("*multiple means*") na koje se informacija čuva, prenosi, prikazuje ili preuzima. Multimedija povezuje verbalnu i neverbalnu informaciju. Uključuje: tekst, grafiku, zvuk i video. Interakcija sa strukturom povezanih elemenata kroz koje se korisnik može kretati i na koje može delovati, korisnicima pruža mogućnost izbora, pa se često naziva i *hipermedija.*

Multimedija obuhvata: *sredstvo* sa kojim se izvršava, *format* prezentacije i *čula* koja angažuje. *Sredstvo* je neki elektronski medijum kojim se prenosi i snima multimedijski sadržaj. Ssredstvo prenosa mogu bit projektor, računar, televizija, Internet, mobilni aparat i sl. *Format* prikazivanja informacije je način predstavljanja multimedijskog sadržaja - teksta, slika, zvuka, videa i animacije. Npr. u savremenoj umetnosti: koncert je zapravo multimedijski sadržaj u kome pored izvođača učestvuju i razni tehničari koji omogućavaju emitovanje slike uz laserske animacije, svetlosne efekte, snimanje i digitalizaciju događaja itd. *Čula* koja multimedijski sadržaji angažuju kod korisnika su tradicionalno vid i sluh, a potencijalno i miris.

Osnovne karakteristike multimedijskih sadržaja su *prikaz, linearnost* i *nelinearnost* sadržaja.

Prikaz se sastoji od jednog ili više elemenata - teksta, slika, videa, animacija, govora, zvuka. Elementi su kombinovani i usklađeni u vremenu i prostoru na način na koji ljudski mozak obrađuje informacije, kako bi one bile lako prihvatljive i upečatljive. Kombinacija različitih medija može pomoći korisniku u procesu usvajanja podataka, jer pruža se mogućnost izbora, oblikovanje vlastitog iskustva. Multimedijski prikazi mogu biti uživo, ili snimljeni pa reprodukovani. *Uživo* (*live*) prezentacije dozvoljavaju interakciju preko voditelja ili izvođača. *Snimljeni* sadržaj ima svoj sistem navođenja pomoću kojeg se kreće kroz materijal, najčešće preko menija. Multimedijalni sadržaj može se gledati pomoću: *media playera*, uživo na bini, preko projektora, ili preko prijemnika emitovanog sadržaja (televizija, radio prijemnik, računar, mobilni telefon, ...). *Linearnost* sadržaja multimedija znači da aktivni sadržaj teče bez mogućnosti uticaja posmatrača i mogućnosti upravljanja, na primer, filmova. *Nelinearnost* sadržaja multimedija nudi interaktivnost korisnika sa mogućnošću upravljanja i kretanja kroz aplikaciju, kao što su, npr., kompjuterska igra, ili digitalna enciklopedija.

Osnovna pravila rada sa multimedijima su:

- *prikazivanje informacija u više formata* koji se upotpunjuju, kako bi sadržaj bio što bliži korisniku i kako bi održavao pažnju;
- *vremenska usklađenost i prostorna povezanost* prikazivanih sadržaja;
- *koherentnost* elemenata tako da su povezani smisaono razumljivo i skladno za korisnika i
- *individualnost*, što podrazumeva da je svaka poruka prilagođena korisniku.

Multimedija povećava individualnu sposobnost primanja novih informacija, a time povećava obim, kvalitet i brzinu učenja. Istraživanja pokazuju da se uz pomoć samo zvučne (audio) stimulacije zapamti oko 20% sadržaja, uz audio-vizuelnu stimulaciju oko 30%, dok uz pomoć interaktivne multimedijske prezentacije procenat usvajanja sadržaja dostiže 50%.

5.2.1. Tekst kao multimedijalni sadržaj

Najčešći komunikacioni sistem čine reči i simboli, koji su vitalni elementi multimedijskih menija, navigatora i multimedijskih poruka. Tekstovi u multimediji su kratki i jezgroviti, pošto je čitanje na ekranu zamorno, a *„jedna slika govori više od hiljadu reči“*. Koristi se raznovrsna organizacija teksta pomoću alata u programu za obradu teksta tako da tekst bude zanimljiviji.

Programi za obradu teksta omogućavaju upotrebu različitih vrsta slova i različitog pisma, boje i izgleda, zaglavlja, sa podvlačenjem i isticanjem. U programu za obradu

teksta (*word processor*) na zanimljivost teksta utiču font, stil i druge veličine za formatiranje teksta. *Font* je skup znakova iste veličine i stila koji pripada određenom pismu. *Stil* može biti *regular*, *bold* i *italic*. Različite *opcije* obrade teksta omogućavaju da reči i rečenice po želji korisnika budu *podvučene*, *precrtane*, eksponencirane (*superscript*), indeksirane (*subscrip*t) itd. Veličina slova se izražava u tačkama - pt (*points*), gde je 1pt=1/72 inča. Za štampani oblik tekstualnih sadržaja najčešće se koristi *Serif font*. *Sans-serif* se koristi najčešće za čitanje teksta na ekranu. Na Slici 1 prikazani su primeri fontova računara.

Slika 5.1 Primeri fontova računara

Proporcionalni fontovi se najčešće koriste za GUI (*word procesori* i *web* pretraživači). *Fontove fiksne širine* (*monospace*) koriste programeri za kodiranje (ASCII).

Procesor reči, programi za crtanje i brojne druge savremene aplikacije su tipa – što vidiš to dobiješ na štampanoj stranici (*WYSIWYG*). Međutim, kako je *Doug Engelbart* demonstrirao decenijama, *WYSIWYG* nije uvek potrebno niti poželjno. Ako se dokument ne mora štampati, ne mora se ni struktuirati kao papirni dokument. Ako se korisnik želi usredsrediti više na međusobne odnose ideja, nego na formu stranice, veću korist ima od dinamičkog, referenciranog super dokumenta koji koristi sve prednosti interaktivnih kapaciteta računara. Osnovni način komunikacije na Internetu takođe je tekst, a osnovni jezik HTML (*Hypertext Markup Language*). Ovakav dokument se naziva *hipertekst*. Konvencionalni tekst, na primer, knjiga je linearni ili sekvencijalni dokument, jer je dizajniran da se čita od početka do kraja. Hipertekst dokument sadrži linkove koji čitaoca vode brzo na druge delove dokumenta ili druge odnosne dokumente. Hipertekst je skrenuo pažnju javnosti tek 1987., kada je *Apple* uveo *HyperCard* multimedijalni (hipermedijalni) sistem koji kombinuje tekst, brojeve, grafiku, animaciju, zvučne efekte, muziku i druga hiperlinkovana dokumenta.

Savremeni korisnici računara rutinski koriste hipermedijska dokumenta, a najveća baza je svakako WWW. Termin hipermedija može biti sinonim za ineraktivna multimedia. Međutim uprkos popularnosti hiperteksta i hipermedija, postoji nekoliko ograničenja, koja sprečavaju potpunu zamenu papirnih knjiga. Neka ograničenja hipermedijskih dokumenata su:

- mogu biti dezorijentišući zbog velikog broja linkova, ostavljajući čitaoca sa utiskom da je nešto propustio;
- nemaju uvek linkove koje korisnici žele;
- ne omogućavaju pisanje po marginama, zabeleške, podvlačenja i sl., kao
- na štampanom dokumentu i
- hipermedijski hardver je težak za čoveka i čitanje zamara većinu korisnika,
- više nego čitanje knjiga.

5.3. RAČUNARSKA GRAFIKA

Programi za tabele, statistički i drugi matematički programi kreiraju kvantitativnu grafiku. Ovi programi štede vreme poslovnim ljudima, naučnicima i inženjerima da ručno kreiraju visokokvalitetne crteže. Brojne grafičke aplikacije omogućavaju izradu jednostavnih crteža, slikarske alate i kompleksne programe za profesionalne umetnike i dizajnere.

Programi za bitmapiranu grafiku omogućavaju korisniku da „slika“ piksele na ekranu sa mišem. Tipični programi za slikanje prihvataju ulaze sa miša, *joystick*-a, *trackball*-a, *tuchpad*-a ili olovke , prevodeći kretanje pokazivača u linije i obrasce na ekranu. Program za slikanje tipično nudi paletu alata na ekranu. Programi za slikanje kreiraju bitmapiranu grafiku (ili rastersku grafiku) – slike koje su za računar jednostavno mapa, koja pokazuje kako pikseli slike treba da budu postavljeni na ekranu. Za najjednostavniju bitmapiranu grafiku, jedan bit memorije računara predstavlja svaki piksel. Pošto bit može imati vrednost 0 ili 1, svaki piksel može prikazivati jednu od dve moguće boje – crnu i belu.

Alociranjem više memorije po pikselu svaki piksel može prikazati više mogućih boja ili nijansi i proizvesti grafiku višeg kvaliteta. Grafika skale sivog omogućava da se svaki piksel pojavljuje kao crna, bela ili jedna od nijansi iz skale sivog. Neki program koji alocira 8 bita po pikselu omogućava da se na ekranu prikaže 255 različitih nivoa sivog crno bele slike. Realistična kolor grafika zahteva više memorije računara. 8-bitna grafika omogućava prikazivanje slika, ali ne i tačnu reprodukciju većine kolor fotografija.

Fotorealistična fotografija zahteva 24-bitnu ili 32-bitnu memoriju za svaki piksel slike na ekranu. Na primer, crno-bele slike koriste za svaki piksel dve boje - crnu ili belu, koje se mogu definisati korišćenjem samo jednog bita po pikselu. U ***RGB (****crvena, zelena, plava****) modelu boja* za jednostavan crtež dovoljna je dubina piksela od 8 bita ($\mathbf{2^8}$ = **255** različitih boja); slike u punoj boji su sa dubinom piksela od 24 bita ($\mathbf{2^{24}}$≈**15,7** miliona različitih boja), što je više nego dovoljno za ljudsko oko. U ***CMYK (****cijan, magenta, žuta i crna*) modelu boja za svaku od četiri komponente po 8 bita po pikselu, čini $\mathbf{2^{32}}$ ili preko 4 milijarde različitih boja!

Broj bita namenjen za svaki piksel naziva se *dubina boje* ili *bitska dubina,* koja je jedan od dva tehnološka faktora koji ograničavaju mogućnosti umetnika da kreira realistične slike na ekranu sa bitmapiranim grafičkim programima. Drugi faktor kvaliteta bitmapirane slike na ekranu monitora je rezolucija – gustina piksela u broju tačaka po inču (dpi).

Međutim, neke grafičke slike, posle gledanja na ekranu, namenjene su za štampanje na štampaču, pa je potrebno poznavati i rezoluciju štampača. Tako slika prikazana na monitoru rezolucije 72 dpi koja izgleda da je visoko kvalitetna, odštampana na štampaču neće imati tako finu strukturu kvalitetne fotografije – dijagonalne linije, krivulje i slova teksta imaju sitne stepeničaste prekide u kojima se uočavaju pikseli slike. Programi za slikanje upravo se brinu za ove prekide omogućavajući korisniku da uskladišti sliku sa 300 dpi, ili većom rezolucijom, čak iako monitor ne može prikazati svaki piksel. Dakle, slike visoke rezolucije zahtevaju više memorijskog prostora na disku. Što je rezolucija štampača veća, teže je ljudskom oku da uočava piksele štampane slike.

Bitmapirane slike kreirane na računaru organizuju se u *grafičke fajlove***.** *Formati grafičkog fajla* su različiti, a predstavljaju način na koji se informacija o slici organizuje u fajlu. Poznatiji formati grafičkih fajlova su: Windows *bitmaps* (**.BMP),** *Device independent bitmaps, PC Paint*brush, *True Visions Targa* (**.TGA),** *Portable Document Format* (**.PDF),** *Graphics Interchange Format* (**.GIF),** *Joint Experts Photography Group* (**.JPG, .JEPG),** *Tagged Image File Format* (**.TIFF),** *Apple Macintosh* (**.PICT).**

Za skladištenje bitmapirane slike potreban je znatan memorijski prostor koji se računa jednostavnom formulom:

POTREBAN MEMORIJSKI PROSTOR = BROJ PIKSELA ***X*** *DUBINA PIKSELA*

Primer 1: za otisak slike u boji veličine 10 x 8 inča (~ 25 x 20 cm) sa štampačom rezolucije 500 dpi, broj piksela je: (10 x 500) x (8 x 500) = 5000 x 4800 = **28,800.000**, dubina piksela je 32 bita=4 B, a potreban memorijski prostor više od 100 MB. Za smanjenje grafičkih fajlova i uštedu memorijskog prostora koriste se programi za *kompresiju*.

Za kvalitetan rad računarska grafika zahteva, minimalno personalni računar najboljih performansi ili namensku radnu stanicu, grafički korisnički interfejs (*GUI*), multimedijalne sisteme na Internetu, grafičke multimedijalne programe za prikaz sadržaja na optičkim diskovima, tipa CD-ROM i DVD, itd.

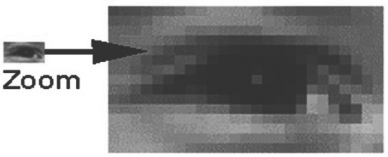
Namena računarske grafike je generisanje, obrada, modeliranje, vizuelizacija i animacija, statičnih i dinamičnih sintetičkih slika, u 2-D, ili 3-D prostoru uz pomoć računara i računarskih programa. Ima široku primenu u nauci, industriji, arhitekturi i dizajnu za stvaranje i obrada statične 2D sintetičke slike (vektorska i raster grafika), 3D vizuelizacija u realnom vremenu (video igre, modeli virtuelne realnosti), računarsku animaciju, video digitalizaciju i video vizualizaciju, obradu i dorađivanje specijalnih efekata (za potrebe filmske i televizijske industrije). Primenjuje se za potrebe grafičkog dizajna, industrijske štampe, itd; kreiranje i manipulaciju 3D računarskih modela (inženjerstvo, arhitektura, industrijski dizajn, hirurgija), itd; grafičke modele preko složenih algoritama (numerička mehanika za dinamičku simulaciju ponašanja fluida, određenih prirodnih fenomena, kretanja krvotoka, u meteorologiji, vulkanskoj geologiji, fizici, itd).

5.3.1. Dvodimenzionalna računarska grafika

5.3.1.1. Rasterska grafika

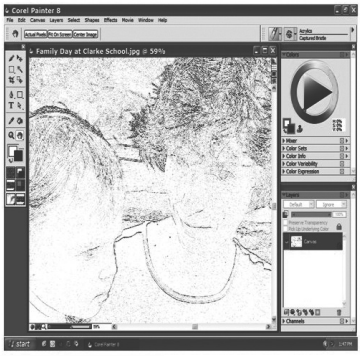
Slika na ekranu monitora računara sačinjena je od piksela – najsitnijih crnih, belih i obojenih elemenata slike aranžiranih u redove. Reči, brojevi i slike koje vidimo na ekranu nisu ništa drugo do obrasci piksela koje kreira program. Većinu vremena korisnik ne kontroliše ove obrasce piksela; grafički programi automatski kreiraju ove obrasce kao odgovor na komande. Automatska grafika (npr. uzorci bar dijagrama) uobičajena je, ali može biti i restriktivna. Ako korisnik želi veću kontrolu nad detaljima na ekranu monitora, više odgovara vektorska grafika.

Dvodimenzionalna računarska grafika je npr., statična slika i animacija. Moguće su različite vrste statične slike: crteži, dijagrami, grafikoni, fotografije. 2-D grafika može trenutno da prenese informaciju i da bude hiperveza za drugi tip informacija. *Vizuelizacija* je važan deo komunikacionog procesa a obuhvata naglašavanje pojedinih delova, ilustrovanje pojmova, usmeravanje pažnje izbor podloge za sadržaj. Obezbeđuje rastersku (bitmapiranu) sliku, fotorealističnu sliku i složene crteže. Slika je matrica ***piksela*** (*picture element*). Bitmapirane slike su memorijski zahtevne. Nastaju problemi ako se povećava slika. Ako se rezolucija *smanjuje* - gube se detalji sa slike, a ako se *povećava*- treba izvršiti interpolaciju između tačaka (Slika 5.2).



Slika 5.2 Bitmapirana slika: gubljenje rezolucije sa povećanjem slike

Rasterska (*bitmapirana*) grafika (RG) je stalna 2-D mreža piksela. Svaki piksel ima svoju vrednost (svetlinu, boju, transparentnost, ili kombinaciju ovih). Rasterska grafika ima konačnu rezoluciju - ako se ona poveća najčešće se gubi kvalitet (gube se pikseli slike). Rasterske slike su slike prenesene iz stvarnog sveta: skenirani materijali, negativi filmova, snimci digitalnom foto kamerom, digitalizovani „okvir" video snimka, sintetizovana slika primenom odgovarajućeg programa, snimak (dela) ekrana, druga grafika pretvorena u bitmapiranu**.**



Slika 5.3 Bitmapirano slikanje

Slikanje na računaru obezbeđuje rasterska (bitmapirana) grafika. Na raspolaganju su brojni programi za slikanja. Poznatiji program za slikanje je *Corel Painter.* Slikanje piksela na ekranu vrši se pomoću miša. Kretanje pokazivača se prevodi u linijske i druge forme na ekranu. Softver memoriše slike od 300 ***piksela*** po inču i više (Slika 5.3).

Kao i slike kreirane grafičkim programom visoke rezolucije, digitalna fotografija snimljena digitalnom kamerom je bitmapirana slika. Program za procesiranje digitalnih slika omogućava korisniku da manipuliše fotografijama i drugim slikama visoke rezolucije sa alatima sličnim programima za slikanje.

Obrada slike uključuje uređivanje (*editovanje*) fotografija na računaru. Omogućava korisnicima manipulaciju fotografija i drugih visokorezolucionih slika alatima kao što je *Adobe Photoshop*. Ovi programski alati su daleko snažniji od tradicionalnih fotografskih tehnika retuširanja. Mogu da izobliče i preurede fotografije u slike, kakve se često susreću u tabloidima. Omogućavaju uklanjanje neželjenih refleksija, eliminisanje crvenih očiju i uklanjanje svetlih mrlja sa lica (*blemish*). Mogu da fabrikuju slike na kojima se ne može primetiti narušavanje originalnosti. Zato mnogi eksperti dovode u pitanje prihvatljivost digitalne fotografije kao forenzičkog dokaza pred sudom. Poznatiji softveri za upravljanje digitalnim slikama su: *iPhoto i Microsoft PictureIt i dr.!* Ovi alati uprošćavaju i automatizuju opšte poslove, kao što su: prihvatanje, organizovanje, *editovanje* i distribucija digitalnih slika. Primer obrade slike softverskim alatima dat je na Slici 5.4a.

Slika 5.4 Primer obrade slike softverskim alatom (a) i rasterske slike (b)

Bitmapirane slike (pikseli) imaju prednosti što bolje kontrolišu teksture, senčenja i fine detalje. Pogodne su za prikazivanje na ekranu, simulirajući prirodne slikarske podloge, kao i za ulepšavanje fotografija (Slika 5.4b).

5.3.1.2. Kompresija podataka

Digitalni filmovi zahtevaju snažan hardver, odnosno, memorijske kapacitete računara. Zato se digitalni filmovi, dizajnirani za web ili CD ROM često prikazuju u malim prozorima sa frekvencijom manjom od 30 frejmova u sekundi. Pored toga, *hardver i programi za kompresiju* podataka smanjuju količinu podataka digitalnog video filma i slika, tako da se mogu skladištiti na manji memorijski prostor sa neznatnim gubicima ili bez gubitaka.

Kompresija računa na redundansu podataka koji se primenom matematičkog algoritma, zamenjuju jednostavnim kodovima, tako da se veličina fajla podataka smanjuje i do 50%. Moguća su dva generička tipa kompresije: kompresija bez gubitaka i kompresija sa gubicima. *Kompresija bez gubitka* podataka ("lossless") ne gubi informacije, što je važno za slike sa tekstom. Na primer, *WinZip* je kompresija bez gubitaka podataka, koja koristi kombinaciju LZ77 i *Huffman* kodiranja (jednostavno kodiranje entropije). *Kompresijom sa gubicima* gube se podaci. Primeri kompresije sa gubicima su *JPEG* format slike koji koristi diskretnu kosinusnu transformaciju (DCT) sa kvantizacijom, a zatim *Huffmanovo* kodiranje i *MPEG,* familija audio i video kompresionih standarda, koja za video koristi DCT i tehniku predikcije kompenzovanih pokreta (*motion-compensated prediction*). Kompresijom i dekompresijom se gubi kvalitet slike. Što je veći stepen kompresije, veći je gubitak podataka. Tehnika kompresije računa na to da naša čula neće značajnije registrovati gubitak u kvalitetu, nastao usled gubitka podataka kompresijom i dekompresijom.

Opšti programi za kompresiju slika, generalno mogu redukovati veličinu skoro svake vrste fajla podataka. Specijalizovani programi za kompresiju slika, generalno se koriste za kompresiju grafičkih i video fajlova. Sistemske ekstenzije, kao što su *QuickTime* i *Windows Media Player* uključuju nekoliko opštih softverskih algoritama za kompresiju. Najbolji algoritmi za kompresiju uključuju specijalizovani hardver i program za kompresiju. Kako se tehnologije za kompresiju i skladištenje razvijaju, digitalni filmovi postaju sve duži i češće zastupljeni u svakodnevnim računarskim aplikacijama. Može se očekivati da hardver za kompresiju uskoro postane standardni deo opreme u multimedijskim računarima.

5.3.2. Vektorska grafika (VG)

Vektorska (objektno orijentisana) grafika koristi geometrijske oblike: linije, kvadrate, krugove, elipse, poligone i sl. Svaki oblik se matematički predstavlja koordinatama i rastojanjima. Vektor je linija opisana pozicijom svojih krajnjih tačaka, pravcem, smerom i intenzitetom. VG je najbolja je za dijagrame i crteže, ali je teža za rad.

Vektorska grafika sadrži tačne geometrijske podatke: topologiju, koordinatne tačaka, veze između tačaka (za linije i putanje), boju itd., a ne može se pregledati pomoću vanjskog programa (*web browser* npr.), odnosno, vektorsku grafiku prepoznaje program pomoću kojeg je nastala. Često različiti programi za VG mogu čitati druge formate (*Freehand* čita **.cdr** *Corel Draw* datoteku) zato je VG evoluirao u rastersku **(.jpg, .bmp** itd.). Sa povećanjem rezolucije VG ne gubi kvalitet slike zato što ima tačne podatke o geometriji i drugim parametrima slike. Postoje formati koji uključuju i RG i VG (.pdf, .swf).

Vektorska grafika obezbeđuje crtanje na računaru, upotrebom nekog softvera. Softver za crtanje memoriše slike, ne kao kolekcije tačaka, nego kao kolekciju linija i oblika. Kada korisnik crta liniju sa programom za crtanje, program ne snima promene u mapi piksela. Umesto toga program računa i pamti matematičku formulu za liniju. Program za crtanje skladišti oblike kao formule za oblike, a tekst kao tekst. Pošto su slike kolekcije objekata - linija i oblika, ova grafika se često naziva objektno orijentisana ili vektorska grafika. Drugim rečima računar pamti, na primer, „plava linija ide ovde, crveni krug tamo“, umesto“ovaj piksel je plav, onaj crven, a onaj beo“, kao kod rasterske grafike. Memorijski zahtevi nisu tako veliki kao kod rasterskih slika. Mnogi alati za crtanje linija i oblika, kao i alati za tekst, su slični slikarskim alatima u bitmapiranim programima, ali korisnici mogu manipulisati objektima i uređivati tekst bez uticaja na najbliže objekte, čak i kada se preklapaju sa tekstom. Na ekranu obe slike izgledaju slično, ali kada se crtež štampa, jasan je onoliko kolika je rezolucija štampača. Naravno svi crteži se ne moraju štampati, npr., za publikovanje na web stranici. Međutim, kako većina web pretraživača prepoznaje samo bitmapirane slike, verovatno treba konvertovati crteže u bitmapirane slike pre objavljivanja na web stranici.

PostScript programski jezik je standardni, tzv. *page-description language*, za opis tekstualnih fontova, ilustracija i drugih elemenata štampanih stranica. Koriste ga profesionalni programi za crtanje kao što *su Adobe Illustrator i Macromedia Freehand* i dr. Ugrađen je u mnoge laserske štampače i druge izlazne uređaje, tako da ovi uređaji prihvataju i izvršavaju *PostScript* naredbe. Program za crtanje zasnovan na *PostScript* jeziku konstruiše jedan *PostScript* program na osnovu tekućeg crteža. Ovaj program obezbeđuje kompletan set instrukcija za rekonstrukciju slike na štampaču. Kada korisnik aktivira komandu *Print,* računar šalje *PostScript* instrukcije na štampač, koji ih koristi za konstrukciju matrice mikroskopskih piksela za štampanje na svakoj stranici. Većina desktop programa za publikovanje koristi *PostScript* program na isti način.

Objektno orijentisano crtanje i bitmapirano slikanje imaju određene prednosti i nedostatke za neke aplikacije. Programi za bitmapirano slikanje daju umetniku i uredniku fotografija neograničenu kontrolu nad teksturom, senkama i finim detaljima, što se mnogo koristi u video igrama, multimedijskim prezentacijama i web stranicama za simulaciju prirodnih slikarskih medija i obradu fotografija. Objektno orjentisani programi za crtanje su bolji za kreiranje štampanih grafikona, dijagrama i ilustracija sa jasnim linijama i glatkim oblicima. Neki integracioni programi, kao što su *Corel Draw* i *AppleWorks*

sadrže module i za *crtanje i za slikanje*. Omogućavaju izbor pravog alata za svaki poseban zadatak. Neki programi objedinjavaju mogućnosti oba sistema u jednoj aplikaciji, čime se brišu razlike između tipova programa za slikanje i crtanje, čime se nude nove mogućnosti za amaterske i profesionalne ilustratore i slikare.

Za samostalno kreiranje umetničkog dela preporučuju se opuštena priprema, izbor pravih alata za dati posao, preuzimanje najboljih rešenja, ne preuzimanje bez dozvole i zaštita sopstvenog rada (Slika 5.5).

Slika 5.5 Kreiranje umetničkog dela

5.4. TRODIMENZIONALNA RAČUNARSKA GRAFIKA

Dizajner koji radi sa olovkom i papirom može nacrtati trodimenzionalni (3-D) objekat na dvodimenzionalnoj (2-D) stranici papira. Na isti način, dizajner na računaru može koristiti program za crtanje ili slikanje i kreirati scenu koja ima dubinu na 2-D ekranu monitora računara. Međutim, u oba slučaja crteži nemaju istinsku dubinu, to je samo ravna reprezentacija scene sa iluzijom perspektive. Tek sa pojavom programa za 3-D modelovanje, grafički dizajneri mogli su kreirati 3-D objekte sa alatima sličnim konvencionalnim alatima za crtanje.

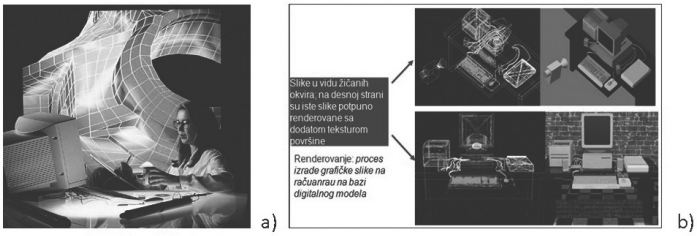
Trodimenzionalna grafika je nastala pojavom jakih računara (tzv. radnih stanica, tipa *LISP - List Processing Language*) mašina ili *Silicion Graphics* sa RISK procesorima). U suštini je utemeljena na *2-D vektorskoj grafici*, ali daje osećaj stvarnosti nekom računarski napravljenom objektu. Dizajner ne može dotaći 3-D računarski model, ali ga može rotirati, rastezati i kombinovati sa drugim modelima objekata i kreirati kompleksnu 3-D scenu. Dizajneri mogu posmatrati 3-D modele iz različitih uglova i uzeti 2-D fotografiju najboljeg pogleda za štampanje. Dizajner, takođe, može prolaziti „kroz" 3-D okruženje, koje postoji samo u memoriji računara i štampati onaj pogled koji prikazuje simulirani prostor sa više aspekata. Za većinu aplikacija nije cilj štampani izlaz, nego animacija prezentacije na ekranu monitora računara. Programi za animaciju, prezentacionu grafiku i multimedijski programi mogu prikazati sekvence na ekranu koje prikazuju 3-D objekte koji se mogu rotirati, ispitivati i transformisati. Većina savremenih specijalnih TV i filmskih efekata uključuje kombinaciju stvarnih akcija i simuliranih 3-D animacija. Ove su tehnike pionirski demonstrirane u filmovima *Jurassic Park, Final Fantasy, Monsters i dr.*

5.4.1. Programi za 3-D modelovanje

Programi za 3-D grafiku rade na skoro istim principima kao i 2-D vektorska grafika (VG) - program pohranjuje geometrijske podatke o 3-D prostoru, koji se nazivaju *poligoni. 3-D poligoni* pohranjeni u memoriju, čine suštinu 3-D računarske grafike, a čine ih: tačke, linije koje spajaju tačke i strane između linija. Savremeni grafički program, osim pohranjivanja 3-D poligona u memoriju računara, može vršiti: *senčenje, teksturiranje i rasterizaciju*.

Senčenje je tehnika simulacije izgleda *poligona* kada na njega pada virtuelna svetlost, pri čemu je bitan način senčenja nekog poligona. Senčenje omogućava puno realniji prikaz 3-D slike, a koristi se u računarskim igrama i računarski generisanim filmovima (CGI). *Tekstura* je pozadina koja se "lepi" na 3-D poligone i dodaje utisak stvarnosti, pa je osim boja, moguće stavljati slike za realniji prikaz objekta. *Rasterizacija* je pretvaranje kontinualnih oblika (linija, trouglova, krugova, elipsa,...) u diskretni oblik. Proces rasterizacije koristi različite algoritme: DDA (*Digital Differential Analyzer*), *Bresenhamov i dr.* Razvijeno je više tipova rasterizacije: *klasična, hijerarhijska*, *scan-line*, *brza rasterizacija...*

Na raspolaganju su brojni programi namenjeni za računarsku grafiku: *Adobe Systems, BRL-CAD, Computer Graphics Metafile (CGM), Crystal Space, DirectX, GLUT, Graphical Kernel System (GKS), Macromedia Shockwave, Open Inventor, OpenGL Pixia, PostScript, Scalable Vector Graphics (SVG), X Window System*. Koriste se za kreiranje 3-D objekata alatima sličnim softverima za crtanje. Ovi alati su poznati pod opštim imenom alata za dizajniranje pomoću računara - ***CAD*** **(***Computer Aided Design***).** Ovi alati su fleksibilni, mogu da kreiraju 3-D model, da ga rotiraju i izaberu proizvoljan ugao posmatranja (Slika 5.5a) i omogućavaju *kretanje* kroz 3-D okruženje, (Sl. 5b). Računarski podržan dizajn (CAD) omogućava inženjerima, dizajnerima i arhitektama da kreiraju na ekranu različite proizvode, od računarskih čipova do javnih zgrada i daleko su prevazišli bazične programe za crtanje i objektno orijentisanu grafiku. Omogućavaju kreiranje „čvrstih" 3-D modela sa fizičkim karakteristikama, kao što su težina, zapremina i centar gravitacije. Računar može evaluirati strukturalne performanse svakog dela modela. Pomoću CAD programa inženjeri mogu testirati prototipove proizvoda, jeftinije, brže i preciznije od tradicionalne manuelne tehnike dizajna, simulirati i ispitivati sudare novih modela automobila, pre nego što napuste memoriju računara.



Slika 5.6 CAD alat i dizajn računarskog sistema primenom CAD programa

Najčešće korišćeni grafički formati su .**PCX**, .**TIFF** i .**BMP** i široko su zastupljeni u obradi slika, uključujući skeniranje, prenos među platformama i korišćenje u stonom izdavaštvu. Sadrže *nekomprimovane*, ili *komprimovane* podatke *bez gubitaka* (npr., *WinZip*) i dobri su za editovanje, ali ne i za korišćenje na Webu. Grafički formati GIF, JPEG i PNG namenjeni su pre svega za upotrebu na Webu. Ovi formati koriste moćne tehnike *kompresije* sa gubicima, kao što su: ***LZF, JPEG-JFIF, PNG*** (poboljšan *LZF*, slično ***pkzip***), troše manje memorijskog prostora za slike, lakše se šalju preko mreže i omogućavaju progresivno prikazivanje, tzv. 2-D preplitanje.

Slika 5.7 Primer računarski integrisane proizvodnje

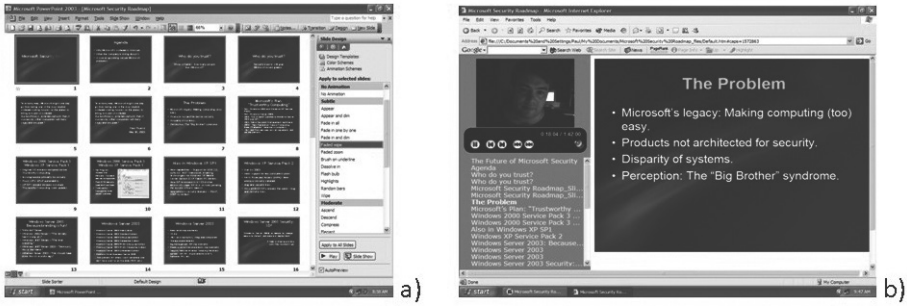
CAD programi su često povezani sa programima za računarski podržanu proizvodnju – CAM (*Computer-Aided Manufacturing).* U tom procesu podaci, koji se odnose na dizajn proizvoda, se unose u program za direktno upravljanje proizvodnjom delova tog proizvoda. Dakle, CAD/CAM programski paket pretvara slike u proizvode, pa se često ova kombinacija naziva računarski integrisana proizvodnja - CIM (*Computer-Integrated Manufacturing*), koja predstavlja veliki korak ka potpuno automatizovanim fabrikama (Slika 5.7).

5.5. PREZENTACIONA GRAFIKA

Prezentaciona grafika, uobičajena aplikacija za savremene računare, automatizuje kreiranje vizuelnih sadržaja kao pomoć u predavanjima, obuci, prodajnim demostracijama i drugim prezentacijama. Program za prezentacionu grafiku najčešće kreira slajd šou direktno na računarskom monitoru ili LCD projektoru, uključujući nepokretne slike, animaciju i video klipove. Prezentacija se može automatski transformisati u web stranice, štampane folije, slajdove, ili se može direktno projektovati na ekran, ili preko projektora na spoljašnje projekcione panele. Ovi alati, kao Microsoft *PowerPoint,* ponekad se nazivaju jednostavni multimedijski prezentacioni alati. Pravi multimedijski alati su mnogo fleksibilniji i moćniji, nego osnovni programi za prezentaciju slajdova. Autorizovani multimedijski programski alati mogu kombinovati različite tipove medija za proizvodnju dinamičkih, interaktivnih dokumenata. Na primer, *Microsoft Producer* pruža mogućnost kombinovanja prezentacije sa video zapisom govornika i tekućim sadržajem, (Slika 5.8).

Slika 5.8 MS PowerPoint (a,b) i video projektor za prezentaciju (c)

Može se dizajnirati pozadinu, okvire, tekst ili izabrati profesionalno dizajnirane šablone iz kolekcije koja se isporučuje zajedno sa *PowerPoint* softverom. Program zatim postavlja tekst na izabrani šablon za svaki slajd prezentacije. Zatim se može prikazati slajd šou (Slika 5.9a) i dobiti pomoć u slučaju problema (b).



Slika 5.9 Slajd šou *PowerPoint* prezentacije (a) i zahtev za pomoć (b)

Za izradu upečatljive prezentacije treba imati u vidu šta je osnovni cilj, ko su slušaoci/gledaoci, zatim istaći osnovne ideje. U samim slajdovima treba biti oskudan u tekstu, držati se jednostavnosti i koristiti konzistentan dizajn. Treba pametno izabrati umetnički deo prezentacije, a svaki slajd zadržati dovoljno dugo. Za način prezentacije najbolji savet: *recite šta ćete reći, zatim to recite, a potom recite šta ste rekli,* (Slika 5.10).

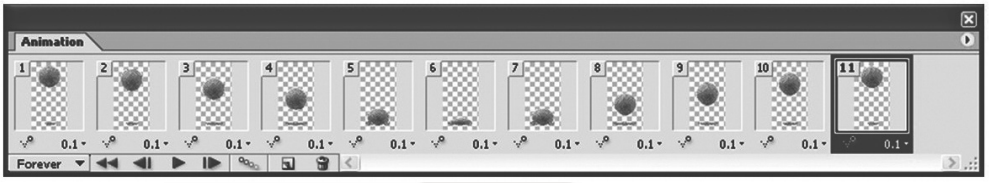
Slika 5.10 Način prezentacije

5.6. DINAMIČKI ASPEKT MULTIMEDIJALNIH SADRŽAJA

Realni svet je dinamičan, kompleksan i multidimenzionalan i teško ga je predstaviti na ravnom papiru. Većina PC aplikacija – grafički dizajn, obrada teksta, stono izdavaštvo i druge, dizajnirana je da proizvodi papirna dokumenta. Međutim većina savremenih medija ne može se svesti na štampane piksele, zato što sadrže dinamičke informacije, koje se menjaju vremenom, ili na komandu korisnika.

Savremeni multi medijski računari omogućavaju kreiranje i uređivanje animacija, grafike, kućnog videa, audia, teksta, hiperteksta i hipermedija.

Animacija je grafika u vremenu**.** Omogućava vizuelizaciju kod multimedije, a svaki frejm je računarski generisana slika. Računar prikazuje slike u regularnim vremenskim razmacima, a tromost oka – omogućava animaciju. U uprošćenoj formi, animacija je slična tradicionalnoj tehnici animacije filma – prikazivanja mirnih slika *frejm-po-frejm*. Svaki frejm je računarski pokretana mirna slika, koju računar prikazuje u brzom sledu. Programski alat, čak i za amatersku animaciju mnogo je više od brzog prekidača slika; omogućava automatizaciju ponovljivih procesa. Umesto crtanja svakog frejma, animator koristi tehnika u kojoj generiše samo glavne frejmove, a softver za animaciju interpolira ostale frejmove potrebne za animaciju mirne slike. Ova se tehnika naziva *Tweening*. Dakle, pokret u filmu, crtanom filmu i računarskoj animaciji je iluzija - sastavljen je od mnogo statičkih brzo promenljivih slika i to: u filmu-30 sl/min, crtanom filmu – 24 frejma u sekundi (1440/min) i u računarskoj animacija - 12 do 15 frejmova/sekundi. Na Slici 5.11 prikazana računarska animacije loptice koja skače.



Slika 5.11 Računarska animacije loptice koja skače

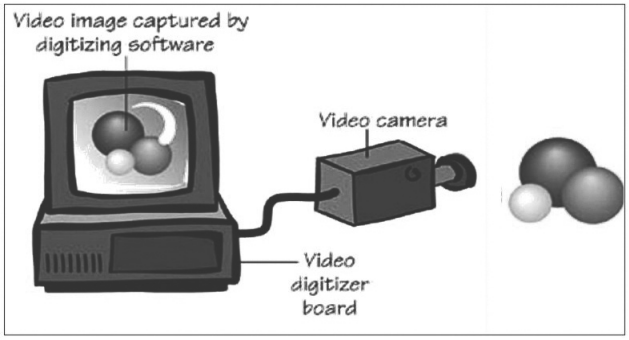
Glavni tipovi animacije su 2-D linearna animacija, gde se ostvaruje utisak pomeranja objekata i 3-D modelovanje gde se iscrtavaju različite perspektive objekta i vrše senčenja – boja, struktura površine, prozirnosti. Najmoćniji programski alati za animaciju uključuju alate za rad sa animiranim objektima u tri dimenzije, dodajući dubinu scene na ekranu.

Računarska animacija je postala uobičajena za TV reklame i savremene filmove. Ponekad se kombinuje sa stvarnim akcijama u brojnim filmovima, neki filmovi (*Toy Story, Shrek, Monster i dr.)* su u potpunosti računarski animirani – karakteri, scene i događaji, dok su samo zvučni efekti i muzika realno kreirani.

5.6.1 Digitalna video produkcija

Digitalna tehnologija je isti tip revolucije kao i dodavanje tona nemom filmu i boje crno beloj slici. Računar se može koristiti za uređivanje (*editing*) video snimaka, deljenje i premeštanje scena, kreiranje naslova i druge zadatke. Jedini zahtev je da je video signal digitalan i da ga računar tretira kao binarne podatke.

Dinamički medijumi uveliko prevazilaze štampane stranice (knjige, časopise, novine, …). Analogni i digitalni video su dostupni multimedijski sadržaji za savremene korisnike PC računara. Video digitalizator konvertuje u digitalne podatke analogni video signal, koji se emituje, ili se uzima sa video traka (VCR), ili TV prijemnika, (Slika 5.12).

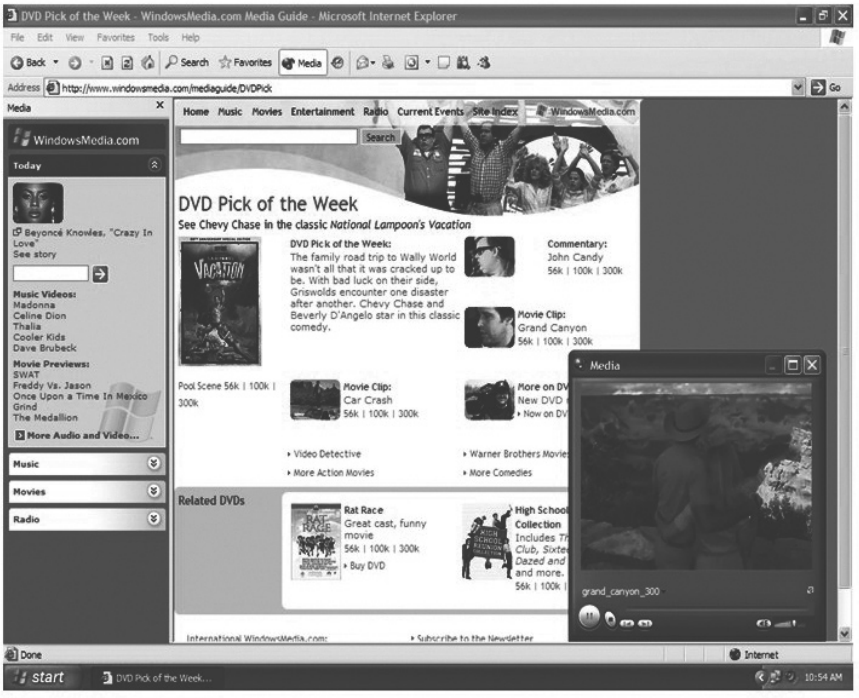


Slika 5.12 Digitalizacija analognog video signala

Većina *video digitalizatora* instalira se kao ekspanziona kartica u računaru (VGA-video grafičke kartice) ili kao spoljni uređaj koji se veže na serijski ili USB port. Mogu da preuzmu signal sa televizije, video traka, analognih video kamere i drugih izvora i da video signal prikazuju na računarskom ekranu u *realnom vremenu*— u isto vreme kada se kreira, ili preuzima. Ekran monitora može služiti kao TV ekran ili, ako je računar umrežen i opremljen web kamerom, kao telekonferencijski ekran. *Digitalna video kamera* snima fizičke scene u digitalnom obliku, kojeg računar direktno prima kao svaki binarni podatak, uglavnom preko *FireWire (IEEE 1394)*. Digitalni video se može kopirati, *editovati*, memorisati i emitovati bez ikakvog gubitka kvaliteta. Digitalni video je gotovo zamenio analogni video u većini primena, uključujući klasične filmske kamere.

Danas se većina video editovanja obavlja *nelinearnim tehnikama editovanja* koje koriste računar i softver za editovanje, a sve manje *linearnim tehnikama editovanja* koje koriste video trake. Za nelinearno editovanje video i audio klipovi se skladište u digitalnoj formi na HD računara. Ovi se video/audio klipovi mogu organizovati, rearanžirati, poboljšati i kombinovati korišćenjem raznih alata i komandi raspoloživih i za PC računare i bez upotrebe skupe opreme. Programi za video editovanje (*Ado-*

be's Premiere, Avid's Media Composer , Xpress Pro, Apple's Final Cut Pro) jednostavno eliminišu nepotrebne scene, kombinuju video klipove iz više izvora i spajaju scene bez *prelaza*; uklanjaju višak sekvenci, uređuju vizuelne prelaze, nabacuju nazive, sinhronizuju tonske tragove, produkuje specifične video efekte i distribuiraju video različitim sredstvima (DVD, web *striming*, iPod, video traka itd). Programi za video editovanje, takođe mogu kreirati video klipove u kojima se jedna slika pretvara u drugu, tzv *Morfove*. Za editovanje video scena primenjuju se pored tehnike *Morfa* i kompresije podataka. *Morf* je tehnika *topljenja* slike tokom vremena; video klip u kome se jedna slika transformiše u drugu, a *kompresija podataka* se obavlja hardverski i softverski u cilju što efikasnijeg memorisanja video podataka (zauzimanje manje mesta na memorijskom mediju). Mnogi Web sajtovi dostavljaju video sadržaj korisnicima koji poseduju širokopojasnu Internet konekciju, (Slika 5.13). Sistemske ekstenzije kao što je *Apple*-ova univerzalna platforma *Quick Time* omogućava da svaki računar sa multimedijskim kapacitetima prikazuje video klipove bez dodatnog hardvera.



Slika 5.13 Primer video sadržaja sa web sajta

Video formati u savremenim računarskim sistemima su: ***.AVI*** - *Audio Video Interleave*, proizveden u Microsoftu novembra 1992; ***QuickTime***, razvijen za Apple računare, koji se često koristi na Internetu i *Advanced Systems Format* (*Advanced Streaming Format*), Microsoft striming medijum.

5.7. RAČUNARI I AUDIO SINTETIČKA MUZIKA

Zvuk i muzika mogu pretvoriti neku vizuelnu prezentaciju u aktivnost koja uključuje čula sluha i vida i angažuje celog čoveka. Za većinu aplikacija upravo zvuk čini ono *multi* u multimedijskom sadržaju. Računar može zvučne (audio) signale digitalizovati, digitalno snimati ili sintetizovati, odnosno, sintetički generisati. Svaki analogni zvuk iz okruženja se može snimiti, digitalizovati, uskladištiti na čvrstom disku računara i manipulisati kao svaki fajl binarnih podataka. Programi za uređivanje zvuka mogu menjati volumen i visinu tona, dodavati zvučne efekte, kao što je eho, ukloniti spoljne zvukove i čak rearanžirati muzičku sekvencu. Zvučni signali se nazivaju *talasni oblici audio signala*, zato što obrada zvučnih signala često uključuje manipulisanje video slikom audio talasa.

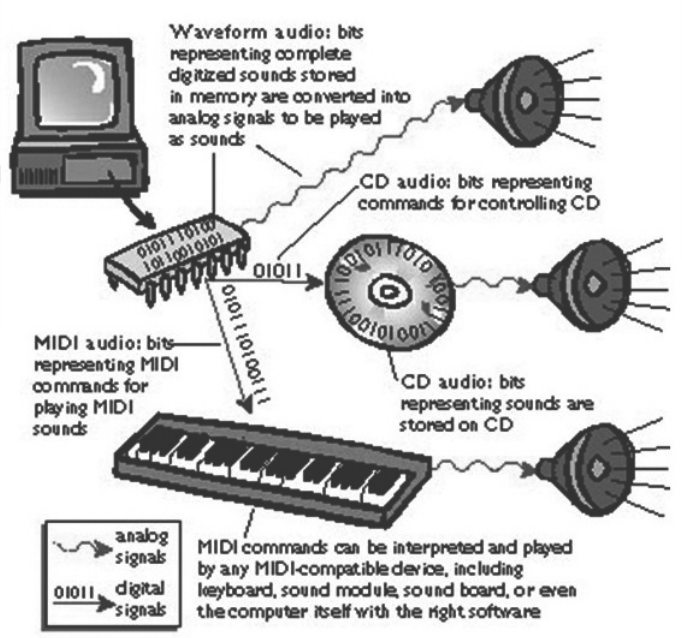
Audio digitalizatori, računarske zvučne kartice, prihvataju analogni zvuk, digitalizuju ga i memorišu kao binarne podatke, a računar ih obrađuje i prenosi kao fajlove binarnih podataka. Za reprodukciju digitalnih audio signala računar mora učitati fajl podataka u memoriju, konvertovati ih u analogne audio signale i reprodukovati kroz zvučnike ili slušalice. Snimljeni audio signali mogu zauzeti dosta prostora na disku, pa reprodukcija zvuka većeg kvaliteta zahteva više memorije. Većom *frekvencijom uzorkovanja* analognih signala – broja uzorka analognog audio signala uzetih svake sekunde, dobiju se veći kvalitet digitalnog audio signala i realniji digitalni tonovi. Broj bita po uzorku analognog tonskog signala, obično 8 ili 15 bita, takođe utiče na kvalitet zvuka, na sličan način na koji bitska dubina (dubina boje) utiče na kvalitet digitalne fotografije.

Muzički sadržaji se digitalizuju na audio CD ROM optičkim diskovima sa visokim frekvencijom uzorkovanja i bitskom dubinom, tako da je teško osetiti razliku između originalnog analognog signala i digitalnog snimka. Muzički CD ROM skladišti muziku koja je u čujnom opsegu od 20Hz do 22KHz. Muzički signali se digitalizuju sa učestanosti odabiranja od 44KHz i tako se snimaju na CD ROM. Za formiranje stereo zvuka formiraju se dva posebna kanala. Ako se svaki uzorak kvantizuje sa 15 bita po kanalu, potreban je kapacitet prenosnog medijuma od 32 bita/uzorku x 44000 uzoraka/s = 1,408.000 bita/s, ili oko 1,4 Mb/s, što je daleko veća brzina od kapaciteta modernih ISDN linija - 180 Kb/s. Dakle, audio CD ROM zahteva veliku memoriju – 3 minuta tonskog zapisa zauzima oko 30MB prostora na CD-u, pa su veliki audio fajlovi suviše skupi za skladištenje i prenos kroz računarske mreže. Zato se većina računarskih audio fajlova snima sa manjom frekvencijom uzorkovanja i manjom bitskom dubinom, pa je kvalitet zapisa slabiji nego na audio CD-u. Primenom tehnike kompresije ovi se fajlovi mogu smanjiti. Relativno novi metod kompresije nazvan MP3, što je skraćenica od ***MPEG*** **(***Moving Picture Experts Group***) *audio Layer***, muzički fajl se može smanjiti na računaru na deo originalnog CD snimka sa neznatnim gubicima kvaliteta reprodukcije. MP3 standard je omogućio transfer muzičkih sadržaja preko Interneta, skladištenje na HD računara i reprodukciju na džepnim digitalnim plejerima, bez CD-a ili trake.

Većina govornog sadržaja je u opsegu do 4KHz. Za digitalizaciju govornog signala vrši se odabiranje (uzorkovanje) analognog signala sa učestanosti (frekvencijom) od 8KHz. Prema teoremi odabiranja što je učestanost veća to je vernost reprodukcije veća. Ako se svaki uzorak kvantizuje sa 8 bita, kanal za prenos podataka treba da ima kapacitet prenosa od: 8 bita/uzorku x 8.000 uzoraka/s = 54.000 bita/s. Taj kapacitet obezbeđuju moderne digitalne linije – ISDN, koje su omogućile razvoj *digitalne telefonije*

Računari mogu generisati zvuk i reprodukovati na zvučniku, ili slušalici sa digitalnog audio signala uskladištenog na HD, sa audio CD-a ili MIDI audia. Za reprodukciju audio signala, računar može koristiti pogon CD ROM/DVD ROM optičkih diskova, gde su audio signali uskladišteni na CD/DVD diskovima, a ne u memoriji računara. U tom slučaju, program treba da sadrži samo komandu koja će reći pogonskom sistemu *šta* i *kada* da reprodukuje.

Multimedijski računar, takođe, može kontrolisati razne elektronske muzičke instrumente i izvore zvuka koristeći standardni ***MIDI*** (*Musical Instrument Digital Interface*) interfejs, koji se istovremeno koristi kao *standardni interfejs* za komunikaciju računara i elektronskih muzičkih instrumenata, *standardni format* za reprezentovanje muzičkih informacija u digitalnom zapisu i *standardizovan softver* za komponovanje i uređivanje elektronske muzike, (Slika 5.14).



Slika 5.14 Digitalni audio i MIDI standard

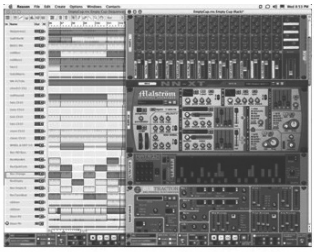
MIDI interfejs omogućava da različiti uređaji međusobno komuniciraju i rade zajedno, bez obzira na tip i proizvođača. Kako je *PostScript* standardni jezik za stono izdavaštvo, tako je MIDI opšti univerzalni jezik hardvera za elektronsku muziku. MIDI se koristi da pošalje komandu zvuka, koja kaže „otsviraj zvuk ovog tona i volumena u ovom vremenu".

MIDI standard podržava preko 300 kompanija u svetu (*Apple, Microsoft, Roland and Yamaha, Nokia, Sony/Ericsson* i dr.). MIDI formati fajlova su: *SMF*-standardni MIDI format, *.KAR - MIDI Karaoke* format fajla, *.XMF* format fajla i *RIFF-RMID* format fajla koji se koristi za generisanje tonova u mobilnom telefonu. *MIDI Machine Control* se koristi u studijima za snimanje za sinhronizaciju i daljinsku kontrolu studijske opreme za snimanje. *MIDI Sequencer* snima komponovanu muziku za kasniju reprodukciju, ili u standardnom MIDI formatu fajla za reprodukciju na drugim MIDI sistemima. Omogućava evaluaciju progresa muzičara i studiranje tuđe muzike. *MIDI Controller* kontroliše različite muzičke instrumente i obezbeđuju zvuk bilo kojeg instrumenta. *MIDI Notation* su programi koji omogućavaju postavljanje nota za muzičare pomoću miša i tastature računara

5.7.1. Sintesajzeri, sempleri i sekvenceri

Multimedijalni računari mogu da upravljaju različitim muzičkim instrumentima i izvorima zvuka korišćenjem MIDI interfejse i standarde. *MIDI* naredbe mogu interpretirati različiti *muzički uređaji*: *sintesajzeri*, *sempleri i sekvenceri***.** *Sintesajzeri su* elektronski računarski instrumenti koji sintetišu tonove na osnovu matematičkih formula. *Sempleri* su instrumenti koji digitalizuju ili uzorkuju audio signale, pretvarajući ih u note i reprodukujući sa bilo kojom visinom tona. Sempleri su i hibridni instrumenti koji reprodukuju muziku delom uzorkovanu, a delom sintetizovanu. *Sekvencer* je tastatura u obliku klavijature koja šalje *MIDI* signale računaru, a računar interpretira MIDI naredbe korišćenjem programa za sekvenciranje. *Program za sekvenciranje* pretvara računar u muzičku mašinu za komponovanje, snimanje i uređivanje muzičkih sadržaja. Računar snima MIDI signale kako muzičar odsvira svaki deo na tastaturi; može slojevito snimati tragove instrumenata, menjati tonove instrumenata, menjati tempo itd. Završena kompozicija se može reprodukovati pomoću programa za sekvenciranje ili eksportovati u bilo koji drugi MIDI kompatibilan program, uključujući različite multimedijske aplikacije. Primer programa za sekvenciranje je *Cubase SX MIDI/Audio* profesionalni sekvencer poslednje generacije.

Elektronska muzika je muzika dizajnirana u potpunosti pomoću digitalne tehnologije (Slika 5.15b). Neki od najinteresantnijih sekvenciranih muzičkih komada su delovi klasične muzike (Slika 5.15a). Kako je tehnologija računarske grafike izmenila način rada likovnih umetnika, tako je i tehnologija elektronske muzike transformisala svet muzičara.

a)

b)

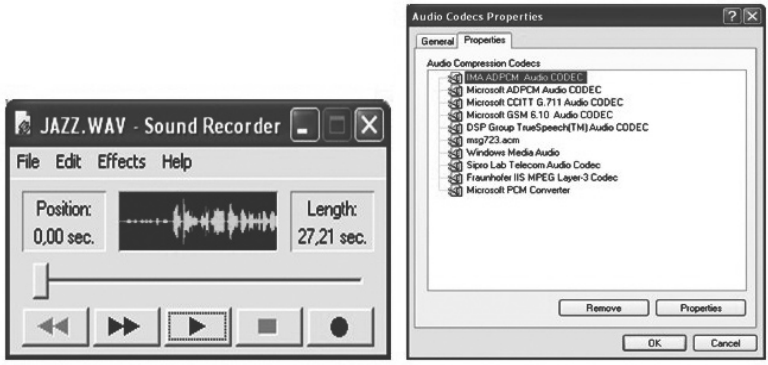
Slika 5.15 Primer sekvencirane klasične muzike i savremeni sekvencer

Broj muzičara zavisi od *sekvencera* koji izvodi muziku zajedno sa muzičarima uživo u toku koncerta, ili predstave. *Abelon's Live* je sekvencer sa posebnim mogućnostima za premošćavanje komunikacione barijere između pevača i računara u koncertnim uslovima.

Većina multimedijskih PC računara može interpretirati i izvršavati MID komande, koristeći zvučne signale implementirane u zvučne kartice, ili uskladištene u obliku programa. Računar treba samo da uskladišti komande za sviranje nota u pravilnim sekvencama, bez obzira da li se zvuk generiše spoljnim instrumentom ili interno. MIDI fajl koji sadrži MIDI komande za pesmu ili zvučni zapis, zahteva svega nekoliko kB memorije. Elektronska muzička prodavnica *iTunes* pomaže *Macintosh* i *Windows* korisnicima kupovinu muzike po željenim autorima u zaštićenom digitalnom formatu (Slika 5.15)

Slika 5.16 Muzička *iTune* prodavnica

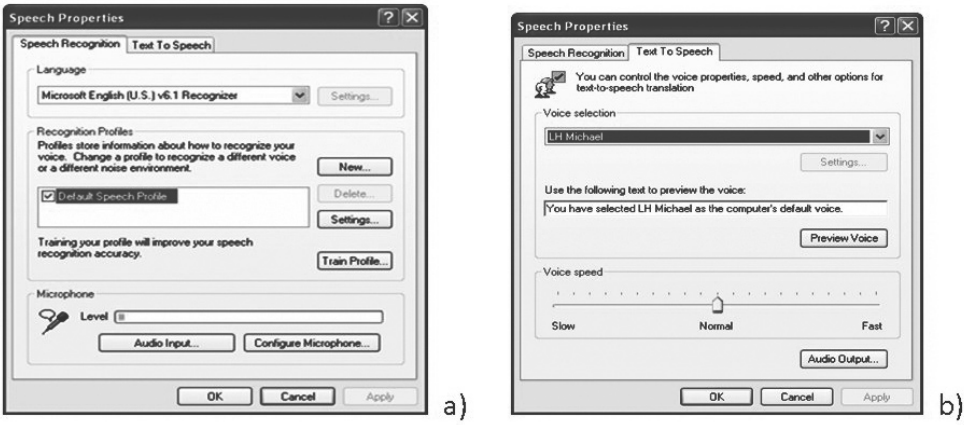
Poznati programi za reprodukciju digitalnih muzičkih sadržaja su *Windows Media Player, RealPlayer,* a programi za obradu zvuka *SoundForge, WaveLab, Codec-i, PCM, GSM, MPEG Layer 3.* (Slika 5.17).



Slika 5.17 Primeri programa za snimanje i obradu zvuka

Govorna komunikacija preko računara i računarske mreže može se izvršiti sa, npr., *Windows XP* operativnim sistemom. Za ovu komunikaciju zahteva se zvučna kartica, mikrofon, zvučnik ili slušalice i program (npr. *Scype*).

Programi za prepoznavanje govora (*Speech Recognition*) namenjeni su i za prevođenje teksta u govor (*Text To Speech*), (Slika 5.18).



Slika 5.18 Programi za prepoznavanje govora (a) i prevođenje teksta u govor (b)

Formati zapisa digitalnog zvuka su fiksni *Microsoft wave* (.**wav**), RIFF, MPEG Layer 3 audio (.**mp3**) koji omogućava perceptualno kodiranje (10:1), *Midi* (.**mid**) za zapis izvođenja muzike i *Real audio* (.**ra**) za *streamed* audio sa web sajtova. Popularni digitalni audio formati su prikazani komparativno sa osnovnim karakteristikama u Tabeli 5.1.

Tabela 5.1 Neke karakteristike glavnih formata digitalnog *audia*

Format	***Može se preuzeti*** ***(****daunlodovati****)***	***Streamable***	Tipična upotreba
MP3	DA	DA	Kopiranje CD-ova na računar i portabl audio plejere
WMA	DA	DA	Kopiranje CD-ova na računar, kao i kupljene muzike iz *online* muzičkih prodavnica
AAC	DA	DA	Muzika kupljena iz *online* muzičkih prodavnica
RealAudio	DA	DA	Audio strimovi sa komercijalnih Web sajtova kao što je CNN
MIDI	DA	DA	Ne sadrži audio već samo sekvence naredbi za kontrolu muzičkih instrumenata i muzičkih uzoraka na C

Za kvalitetno skidanja digitalnih muzičkih sadržaja sa Interneta ne treba neovlašćeno kopirati i potrebno je razumeti razliku *streaming* i *downloading.* Kod *daunlodovanja* korisnik snima muzički sadržaj na svoj disk kao binarni fajl, a zatim ga može po volji reprodukovati, presnimavati ili obrađivati, a *streaming* znači da se muzički sadržaj sluša u realnom vremenu u toku preuzimanja sa web-a. Korisnik, takođe, treba da poznaje formate tonskih zapisa i njihove osnovne karakteristike i ne treba da vrši isuviše veliku kompresiju.

5.7.2. Hipertekst i hipermedija

Hipertekst (HTTP – *Hypertext Transfer Protocol*) speciajalni tip *baze podataka* u kojoj se objekti (tekst, slike, muzika, programi itd.) povezani na *nesekvencijalan* način i mogu se kreativno međusobno povezivati. Izborom jednog objekta mogu se videti svi ostali linkovani objekti. Hipertekst je posebno pogodan za pretraživanje velikih baza podataka na Webu i kreira ne-linearni medijum informacija

Hipermedija je računarski baziran sistem koji omogućava korisniku da dobije pristup tekstu, audio i video zapisu, fotografijama i računarskoj grafici koji se odnose na određeni predmet. To je multimedijalni sistem u kojem su odnosni informacioni sadržaji (podaci, tekst, grafika, video, audio) povezani zajedno sa hipertekst programom i mogu se zajedno prezentovati. WWW je klasični primer hipermedija – predstavlja kombinaciju teksta, brojeva, grafike, animacije, zvučnih efekata, muzike i videa u hiperlinkovanim dokumentima. Hipermedija je korisna za *online* help fajlove i omogućava korisniku prelaženje sa jednog na drugi dokument u okviru Interneta.

Poznatiji alati za kreiranje hipermedija su *Adobe Flash, Visual FoxPro, MS Power Point, Adobe InDesign, Hyper Publishing.*

Hipermedijski dokumenti mogu biti dezorjentišući, ostavljajući korisnika u nedoumici da je nešto propustio. Dokumenti nemaju uvek linkove koje bi korisnici želeli. Autori ne mogu ugraditi sve moguće linkove u dokumente . Neki korisnici su frustrirani činjenicom da nisu u stanju da jednostavno prelaze sa jednog dokumenta na drugi. Dokumenta ponekad imaju "izgubljene" linkove, posebno na Webu, gde čak i popularne strane mogu da isčeznu. Dokumenta ne omogućavaju zapisivanje komentara na marginama, podvlačenje ili uvrtanje krajeva stranica radi označavanje interesantnih delova teksta. Hardver za hipermedije može biti pretežak. Umetnost hipermedija je još uvek u povoju.

Savremene primene multimedijalnog komuniciranja u poslovanju najizrazitije su na Internetu za: poslovne komunikacije (*e-mail*), oglašavanje (*advertising*), predstavljanje firmi i proizvoda (*presentation*), elekronsku trgovinu (*e-commerce*), elektronsko bankarstvo (*e-banking*) i telekonferencije (*teleconferencing*).

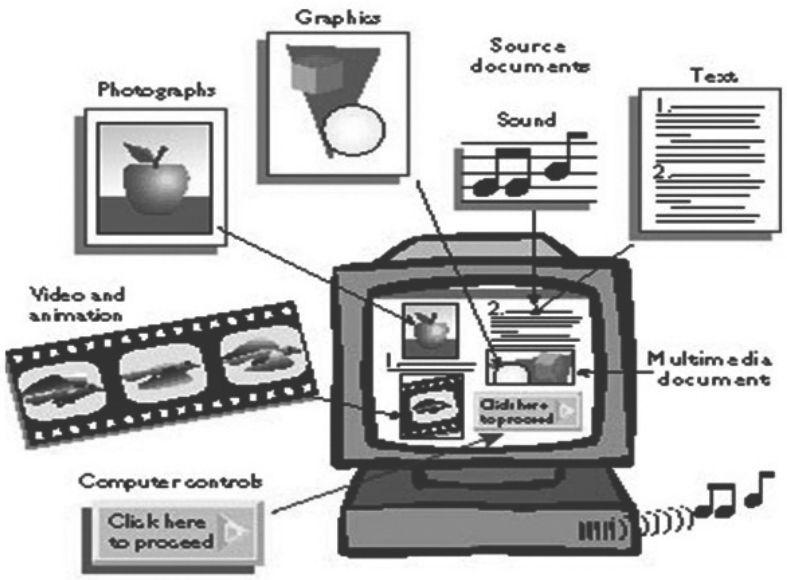
5.7.3. Interaktivna multimedija

U savremenom životu čovek prima informacije u različitim oblicima: slike, teksta, videa, muzike, glasa itd. Računari, kao mašine za procesiranje informacija mogu isporučivati informacije, takođe, u različitim oblicima. Multimedijski računari omogućavaju korisniku da radi sa informaciono bogatim sadržajima.

Interaktivna multimedija generalno znači korišćenje neke kombinacije različitih formi sadržaja: teksta, grafike, animacije, videa, muzike, govora i zvučnih efekata, koji omogućavaju korisniku aktivnu ulogu. Interaktivni multimedijski programi su na raspolaganju za različite platforme – *Windows, Macintosh Linux*, i dr. Multimedijski programi se isporučuju na CD/DVD ROM-u, zvučnim karticama, a mnogi se mogu kontrolisati na TV i uređajima za video igre (Slika 5.19). Za interaktivne multimedije zahteva se visoko kvalitetni kolor monitor, brzi procesor, velika memorija, CD-ROM, zvučnici i zvučna kartica.

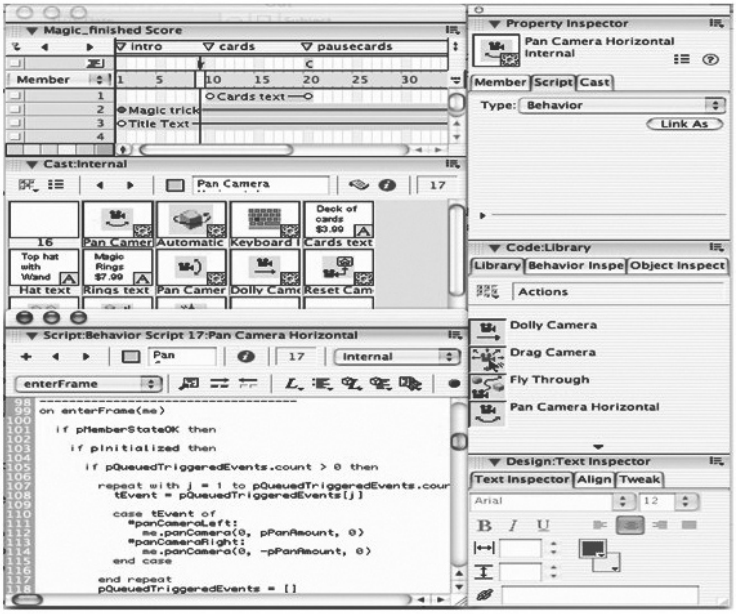
Slika 5.19 Primer multimedijalnog DVD diska

Multimedijski autorizovani programi – ***MAP*** (*Multimedia Authorized Porgrams*) se koriste za kreiranje i uređivanje multimedijskih dokumenata. Za pravljenje mešovitih medija koriste se programi kao što su *HyperStudio i MetaCard.* Ovi programi koriste *stek kartica* za interfejs sa računarom, originalno razvijen u *Apple*-u. Svaki ekran koji se naziva kartica može sadržavati npr., grafiku, tekst i *dugme* – „vruću tačku" koja odgovara na klik miša. Ova *dugmad* mogu biti programirana za transport korisnika na drugu karticu, za sviranje muzike, otvaranje dijalog boksa, rearanžiranje informacije, izvršavanje brojnih operacija, slanje poruka hardverskom uređaju i dr. Neki MAP, uključujući *ToolBook* koriste slične korisničke interfejse sa metaforičnim značenjem *knjiga-stranica,* gde knjiga zamenjuje *stek* (kartica), a stranica – karticu. Mešoviti mediji povezuju izvorna dokumenta u jednu celinu, koja komuniciraju sa korisnikom na estetski pogodan način. Ovi programi služe kao lepilo za povezivanje dokumenata kreiranih sa drugim aplikacijama (Slika 5.20).



Slika 5.20 Ilustracija mešovitih medija

Kreiranje multimedija uključuje i programiranje objekata na ekranu koji treba da reaguju i ponašaju se na određen način pod određenim uslovima. *Macromedia Director MX*, jedan od takvih najpopularnijih programskih paketa, ima različite vrste korisničkog interfejsa. Dokument ovog programa je film. Program poseduje unapred definisane reakcije koja se mogu dodeliti dugmićima na ekranu, slikama i drugim objektima, (Slika 5.21). Dugme može preneti korisnika na drugi frejm filma, umesto na karticu ili stranicu knjige kod drugih alata.



Slika 5.21. Primer prozora programa za programiranje objekata

WWW stranice, takođe, koriste metaforične stranice za reprezentaciju informacija na ekranu. *Macromedia Flash,* popularni alat za dodavanje multimedija na Webu, baziran je na interfejsu sličnom onom kod *Macromedia Director MX.* Većina MAP alata može kreirati multimedijski dokument pripremljen za Web prezentaciju. Na primer, dokumenta kreirana sa *Authorware* i *Macromedia Director MX* mogu se konvertovati u Web dokument pomoću *Macromedia Shockwave* programa, koji komprimuje multimdijski dokument, tako da se brže pojavljuju i odgovaraju na Webu. Međutim, čak i sa kompresijom, Internet globalno još nije dovoljno brz da isporučuje audio i video sadržaje visokog kvaliteta, kao što je moguće sa CD/DVD ROM-om. Sa druge strane sadržaji sa CD/DVD ROM-a su statički i onemogućavaju dinamičku interakciju korisnika.

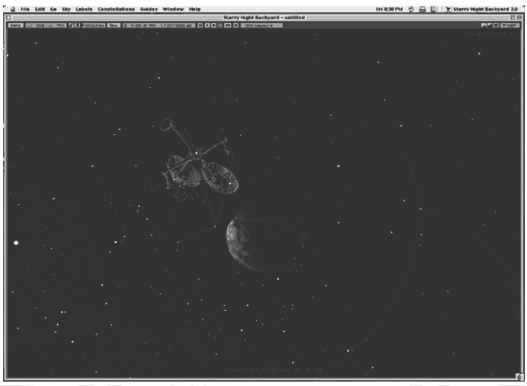
Da bi dizajner učinio da interaktivna multimedija rade mora biti konzistentan u vizuelnoj ekspresiji. Treba koristiti grafičke metafore za vođenje korisnika, zadržati ekran čistim i ne pretrpavati ga, a multimedijalne elemente uključivati u cilju oživljavanja prezentacije. Potrebno je koncentrisati se na poruku i dati korisniku mogućnost upravljanja. Prezentaciju je najbolje testirati na onima koji nisu familijarni sa datom oblašću.

5.7.3.1. Perspektive interaktivnih multimedia

Hiljadama godina u ljudskoj zajednici je dominirala dvosmerna interaktivna komunikacija: dok jedan čovek govori drugi sluša i odgovara. Savremeni komunikacioni sistemi – TV, radio, novine, časopisi i knjige svakodnevno unose jednosmerne informacije u milione glava pasivnih ljudi, za koje je to postao uobičajen, čak jedini način komunikacije sa svetom.

Prema mišljenju brojnih eksperata, tehnologija interaktivnih multimedija nudi nadu za povratak ljudi u interaktivne komunikacije u elektronskom okruženju. Interaktivni multimedijski alati omogućavaju korisnicima da kontrolišu medije, što je tradicionalno bilo rezervisano za profesionalne umetnike, producente filmova i muzičare. Mogućnosti primene su praktično ograničene samo sa tehnologijom i ljudskom maštom. Jedna od višestruko perspektivnih mogućnosti koje otvaraju interaktivne multimedije su i kreiranje virtuelne realnosti.

Virtuelna realnost kombinuje virtuelni svet i umrežavanje i omogućava postavljanje više učesnika u virtuelno okruženje. Svaki učesnik vidi virtuelnu predstavu onog drugog. Ta virtuelna realnost na Internetu se ponekad naziva i *avatara* (u sanskritu-*inkarnacija*). Većina današnjih *avatara* je slična crtanom filmu, ali i u takvoj formi prenosi osećaj prisutnosti i emocija, (Slika 5.22).



Slika 5.22 Primer virtuelne realnosti (*avatare*) na Internetu

Virtuelna realnost se razvija u dve glavne oblasti: tele-uranjanje i proširenu realnost. *Tele-uranjanje* koristi višestruke kamere i brze mreže za kreiranje videokonferencijskog okruženja u kome više udaljenih korisnika mogu da međusobno interaktivno komuniciraju kao i sa računarski generisanim objektima. Kombinuje tehniku projektovanja i interakcije virtuelne realnosti sa novim tehnikama vizije koje omogućavaju učesnicima da se kreću u zajedničkom virtuelnom prostoru, zadržavajući u izvesnoj meri svoj sopstvenu, jedinstvenu tačku gledanja. *Proširena realnost (AR)* je upotreba računarskog ekrana u cilju dodavanja virtuelnih informacija korisnikovom perceptivnom sistemu.

Međutim budućnost interaktivnih multimedija ne mora biti sasvim ružičasta. Mnogi eksperti strahuju da će ove nove medijske mogućnosti još više otuđiti ljude od knjige, prirode i međusobnog druženja. Ako je savremena TV izazvala zavisnost tolikog broja ljudi od koje se razvila bolest tzv. *blenetitis,* a zavisnost od Interneta je u nezamislivom porastu, onda treba samo zamisliti koliki broj ljudi će prihvatiti interaktivne multimedije i izlete u virtuelnu realnost. Takođe, treba očekivati i daleko veće zloupotrebe ove nove „digitalne demokratije".

5.8. ZAKLJUČAK

Računarska grafika danas obuhvata više od dijagrama i grafikona generisanih alatima za tabelarni prikaz *(spreadsheets)*. Bitmapirani programi za slikanje omogućavaju korisnicima da *slikaju* po ekranu sa mišem, olovkom ili drugim uređajem za pokazivanje. Program skladišti rezultate u mapu piksela gde svaki piksel ima pridruženu boju. Što je po pikselu više bita i što je veća rezolucija (gustina piksela9 to je veći kvalitet slike i slika bliža realističnoj sceni. Objektno orijentisani programi za crtanje omogućavaju crtanje na ekranu sa pokazivačkim uređajem – mišom, sa skladištenjem kolekcije geometrijskih objekata umesto mape računarskih bita. Bitmapirana (rasterska) grafika i objektno orijentisana (vektorska) grafika imaju svoje prednosti i nedostatke u konkretnim situacijama; kompromis uključuje kapacitete za uređivanje i lakoću upotrebe alata. Oba tipa računarske grafike imaju aplikacije izvan sveta umetnosti. Bitmapirana grafika se koristi u programima za digitalnu obradu slika visoke rezolucije za uređivanje fotografija na ekranu. Objektno orijentisana grafika je srce 3-D programa za modelovanje i dizajniranje pomoću računara (CAD), koje koriste arhitekte, dizajneri i inženjeri. Programi za prezentacionu grafiku, koji mogu uključiti jedan ili oba tipa računarske grafike, automatizuje proces kreiranja slajdova, transparenata, rukopisa i računarski zasnovanih prezentacija, što olakšava prosečnom korisniku bez umetničkog dara da kreira vizuelno atraktivne prezentacije.

Računari danas nisu ograničeni na rad sa nepokretnim slikama, široko se koriste za kreiranje i editovanje dokumenata koji se menjaju u vremenu i usled korisničke interakcije. Za animacije i video, savremeni PC oponaša većinu karakteristika skupih profesionalnih radnih stanica, po znatno nižoj ceni. Na isti način personalni računar može izvršiti različite vrste zadataka uređivanja tona i muzike koji su nekad zahtevali skupu opremu i brojne muzičare. Interaktivna priroda PC čine mogućim kreiranje *nelinearnih dokumenata* koji omogućavaju korisniku individualno kretanje kroz prezentovane informacije. Prvi nelinearni dokumenti su se zvali hipertekst zato što su mogli sadržavati samo tekstualne sadržaje. Danas se kreiraju i koriste hipermedijski dokumenti - interaktivni dokumenti na lokalnom računaru ili Web-u, koji objedinjavaju tekst, grafiku, zvuk i pokretnu sliku sa navigacionim dugmićima na ekranu.

Multimedijalni računar omogućava primenu nove vrste programa, koji koriste tekst, grafiku, animaciju, video, muziku, glas i zvučne efekte. Bez obzira na hardver, interaktivni multimedijski program omogućava korisnicima upravljanje prezentacijom umesto pasivnog gledanja i slušanja. U kojoj meri će interaktivna multimedija oživeti svoje potencijale za poboljšavanje obrazovanja, obuke, zabave i kulturnih dostignuća, odgovor može dati samo vreme. Ljudi su milenijumima živeli u harmoniji uravnoteženih čula vida, sluha, mirisa i okusa. Tehnološke inovacije koje su po pravilu ekstenzije ljudskih čula, izmenile su ovu ravnotežu. Ova promena ravnoteže čula, s druge strane, preoblikovala je nepovratno ljudsku zajednicu. Kakve će konačne posledice imati interaktivne multimedije na pojedinca i društvo u celini – ostaje da se vidi.

5.9. KLJUČNI TERMINI

Animation (Animacija)- grafika u vremenu, koja omogućava vizelizaciju kod multimedija, a svaki frejm je računarski generisana slika.

Audio digitalyser (Audio digitalizator)- računarske zvučne kartice, prihvataju analogni zvuk, digitalizuju ga i memorišu kao binarne podatke, a računar ih obrađuje i prenosi kao fajlove binarnih podataka.

Bitmap graphics (Bitmapirana (rasterska) grafika) - slike koje pokazuju kako su pikseli preslikani na ekran/papir.

Pixels number (Broj piksela) - broj elemenata slike po inču horizontalne i vertikalne dimenzije ekrana ili štampane stranice.

Digital video (Digitalni video) - dostupni multimedijski sadržaji, gde video digitalizator konvertuje u digitalne podatke analogni video signal, koji se emituje, ili se uzima sa video traka (VCR) ili TV prijemnika.

Color depht (Dubina boje) - dubina piksela (dubina boje) - bitska rezolucija je broj bita upotrebljenih za jedan piksel, više bita - veća dubina piksela prikazuje više različitih boja; veća dubina piksela zahteva više memorije za čuvanje slike.

Frame (Frejm) - računarski pokretana mirna slika, koju računar prikazuje u brzom sledu.

Hypermedia (Hipermedija) – uključuje tekst, grafiku, zvuk i video; obezbeđuje interakciju sa strukturom povezanih elemenata kroz koje se korisnik može kretati i na koje može delovati; korisnicima pruža mogućnost izbora; sinonim za multimedije.

Hypertext (Hipertekst) - osnovni način komunikacije na Internetu, a osnovni jezik za opisivanje stranice hiperteksta je HTML (*Hypertext Markup Language*); sadrži linkove koji čitaoca vode brzo na druge delove dokumenta ili druge odnosne dokumente; specijalni tip baze podataka u kojoj se objekti (tekst, slike, muzika, programi itd.) povezani na nesekvencijalan način i mogu se kreativno međusobno povezivati.

Interactive multimedia (Interaktivna multimedija) - generalno znači korišćenje neke kombinacije različitih formi sadržaja: teksta, grafike, animacije, videa, muzike, govora i zvučnih efekata, koji omogućavaju korisniku aktivnu ulogu.

Compression (Kompresija) - proces zamene redundantnih podataka koji se primenom matematičkog algoritma, zamenjuju jednostavnim kodovima, tako da se veličina fajla podataka smanjuje i do 50%.

MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*) - interfejs, koji se istovremeno koristi kao standardni interfejs za komunikaciju računara i elektronskih muzičkih instrumenata, standardni format za reprezentovanje muzičkih informacija u digitalnom zapisu i standardizovan softver za komponovanje i uređivanje elektronske muzike.

Morf (*morph*) - efekat video klipova u kojima se jedna slika pretvara u drugu; tehnika topljenja slike tokom vremena.

MP3 - formati zapisa digitalnog zvuka *MPEG Layer 3* audio koji omogućava perceptualno kodiranje (10:1).

Multimedia (Multimedija) - sklop različitih vrsta informacija koje naša čula primaju sveobuhvatno; lako su dostupna i veoma popularna u svim oblicima komunikacije: u obrazovanju, na poslu, u nauci, naročito u umetnosti, kao i u ličnoj upotrebi.

Vector graphic (Objektno orijentisana grafika) - 3-D grafički programi koji sadrži tačne geometrijske podatke: topologiju, koordinate, veze, boju itd za vektorsku grafiku, za crtanje i kreiranje štampanih grafikona, dijagrama i ilustracija sa jasnim linijama i glatkim oblicima.

Paleta - na meniju alata oponaša realni slikarski pribor sadrži i druge alate jedinstvene samo za računare.

Pixeli - su osnovni elementi slike, najsitniji beli, crni, sivi ili obojeni elementi od kojih je sačinjena slika na ekranu.

PostScript - programski jezik je standardni, tzv. page-description language, za opis tekstualnih fontova, ilustracija i drugih elemenata štampanih stranica.

Drawing program (Program za crtanje) - programi za 3-D grafiku sa senčenjem, tekstuiranjem i rasterizacijom.

Presentation program (Program za prezentacionu grafiku) - najčešće kreira slajd šou direktno na računarskom monitoru ili LCD projektoru, uključujući nepokretne slike, animaciju i video klipove (npr. Microsoft PowerPoint).

Sequencing program (Program za sekvenciranje) - pretvara računar u muzičku mašinu za komponovanje, snimanje i uređivanje muzičkih sadržaja.

Painting program (Program za slikanje) – tipa CorelPainter obezbeđuju rastersku (bitmapiranu) grafiku slikanjem piksela na ekranu pomoću miša.

Video editing program (Program za uređivanje videa - uglavnom se obavlja nelinearnim tehnikama editovanja koje koriste računar i softver za editovanje.

Computer Aided Design-CAD (Računarski podržan dizajn) - programski alati slični softverima za crtanje koji kreiraju 3-D modele na ekranu računara.

Resolution (Rezolucija) - gustina piksela na ekranu, ili broj tačaka štampača

Sequencer (Sekvencer) - tastatura u obliku klavijature koja šalje MIDI signale računaru, a računar interpretira MIDI naredbe korišćenjem programa za sekvenciranje.

Sintetic sound (Sintetizovan zvuk) - generisan elektronski računarskim instrumentima koji sintetišu tonove na osnovu matematičkih formula.

Video digitalyser (Video digitalizator)- konvertuje u digitalne podatke analogni video signal.

PITANJA ZA PONAVLJANJE

- ☑ Kako se zove autor World Wide Web-a?
- ☑ Koji su osnovni elementi multimedijskih sadržaja?
- ☑ Kako se deli multimedija u odnosu na mogućnost upravljanja?
- ☑ Kako je definisana *Point* – veličina slova nekog teksta?
- ☑ Navedite jezik/e za pisanje tekstova koji se razmenjuju Internetom?
- ☑ Koje su osnovne karakteristike hiperteksta?
- ☑ Koje su vrste statične slike kod grafike?
- ☑ Navedite moguće vrste grafike.
- ☑ Navedite osnovne karakteristike bitmapirane (rasterske) grafike.
- ☑ Navedite osnovne karakteristike vektorske grafike.
- ☑ Čime se meri rezolucija kod računarske grafike?
- ☑ Navedite formate podataka za grafiku.
- ☑ Navedite osnovne karakteristike kompresije sa i bez gubitaka:
- ☑ Koje vrste animacije postoje u grafičkom dizajnu?
- ☑ Navedite skraćenicu za integrisano računarsko modelovanje i proizvodnju.
- ☑ Koje korake obuhvata proces digitalizacije?
- ☑ Kolika je brzina odabiranja muzičkog, a kolika govornog signala?

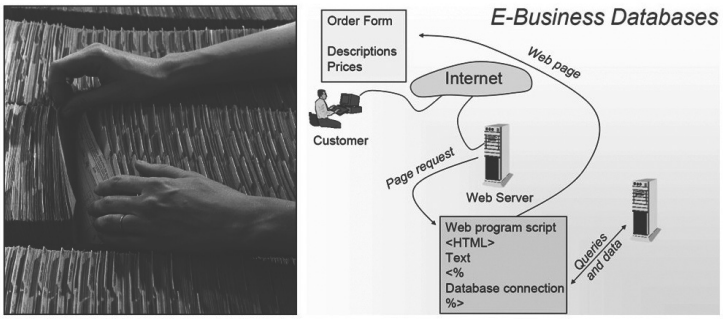
6. BAZE PODATAKA

Baze podataka su danas široko rasprostranjene, predstavljaju osnovu informacionih sistema, omogućavaju izradu dinamičkih web sajtova i podržavaju sisteme elektronske trgovine. Za realizaciju baza podataka koriste se različite tehnike modelovanja kojima se realan svet (konkretan sistem) svodi na konačan broj povezanih objekata. Rad sa bazama podataka omogućavaju sistemi za upravljanje bazama podataka koji podržavaju kreiranje baze i njenih objekata, manipulaciju sa podacima i kontrolu prava pristupa. U ovoj lekciji su opisani osnovni koncepti u radu sa bazama podataka.

6.1. UVOD

Baze podataka (BP) se koriste za prikupljanje, čuvanje i manipulaciju podacima na osnovu kojih se dobijaju nove informacije u različitim organizacijama, kao što su poslovni sistemi, zdravstvo, školstvo, vladine institucije itd. Svakodnevno ih koriste pojedinci putem ličnih računara, radne grupe putem mrežnih servera i svi zaposleni putem aplikacija koje se nalaze u poslovnim sistemima. Bazama podataka takođe pristupaju kupci i drugi udaljeni korisnici korišćenjem različitih tehnologija kao što su govorni automati, web čitači (*browser*-i), digitalni telefoni i sl. Zbog velike konkurencije u svim oblastima poslovanja, može se očekivati da tehnologija baza podataka dobije još veći značaj. Menadžeri traže način da iz baze podataka brže dođu do novih saznanja kako bi bili u prednosti u odnosu na svoju konkurenciju. Na primer, detaljna baza podataka o prodaji se može iskoristiti kako bi se saznalo koji kupci kupuju koje proizvode, što se koristi kao osnova za reklamu i marketinšku kampanju. Organizacije mogu da uključe u svoje baze podataka procedure koje se zovu okidači - trigeri (*alerts*) koji upozoravaju o mogućim vanrednim događajima (kao što su predstojeći nedostatak zaliha neke robe ili šansa za prodaju dodatne količine robe) i na osnovu kojih mogu nastati odgovarajuće reakcije. Mnoge organizacije danas prave posebne baze podataka koje se zovu „skladišta podataka“ (*data warehouses*) koje služe za aplikacije za podršku u odlučivanju.

Izučavanje BP i sistema za upravljanje bazama podataka jesu osnova za izučavanje informacionih sistema. Stručnjak za informacione sisteme mora biti spreman da analizira potrebe preduzeća i da dizajnira i implementira baze podataka u okviru razvoja informacionog sistema jedne organizacije. Takođe, mora biti spreman da se konsultuje sa krajnim korisnicima i da im pokaže kako se korišćenjem BP može imati bolja podrška za odlučivanje, čime se stvara prednost nad konkurencijom. Široko rasprostranjeno korišćenje BP vezanih za Internet sajtove, koji vraćaju dinamičke informacije korisnicima web sajta, zahteva od projektanta da razume ne samo kako da poveže BP sa sajtom već i kako da je obezbedi tako da se njenom sadržaju može pristupiti ali ne i izmeniti od strane spoljnih korisnika.



Slika 6.1 Baze podataka nekada i danas

Moderne baze podataka su čuvaju na računaru, ali to nije bitno za samu definiciju. Na primer, adrese poznanika i prijatelja, kolekcija filmova na CD-ovima, telefonski imenik itd. jesu baze podataka (mada ih većina ljudi tako ne zove). Međutim, smeštanje baze podataka na računar omogućava lakšu i bržu obradu podataka i dobijanje željene informacije. Karakterističan je primer sa telefonskim imenikom koji se nalazi na papiru. Jednostavno je pronaći telefonski broj željene osobe, ali je znatno teže pronaći ime osobe na osnovu telefonskog broja. Ako je telefonski imenik veći (više smeštenih podataka) prethodni problem se dodatno usložnjava. Računarski zasnovane baze podataka omogućavaju jednostavno i brzo dobijanje informacija. Pored osnovnih informacija iz odgovarajuće baze podataka se mogu dobiti i posebne informacije. Na primeru telefonskog imenika mogu se izlistati podaci za sve osobe po imenu npr. Marko, mogu se izlistati sve osobe kojima telefonski broj počinje npr. sa 2, osobe kojima se telefonski broj završava sa 45 i još mnogo toga.

6.2. OSNOVNI KONCEPTI I DEFINICIJE

Baze odataka se može definisati kao organizovani skup logički povezanih podataka. Ona može biti bilo koje veličine i kompleksnosti. Na primer, prodavac može da ima malu BP vezanu za kupce na svom *notebook* računaru koja se sastoji od nekoliko megabajta podataka. Preduzeće koje zapošljava hiljadu i više ljudi može da ima veoma veliku BP od nekoliko terabajta podataka (jedan terabajt = 10^{12} bajtova). Veoma velika skladišta podataka imaju više od petabajta podataka (1 petabajt = 10^{15} bajtova). U širem smislu, BP možemo posmatrati kao integrisani skup podataka o nekom sistemu i skup postupaka za njihovo održavanje i korišćenje, organizovan prema potrebama korisnika. To je dobro struktuirana kolekcija podataka, koja postoji jedno određeno vreme, koja se održava i koju koristi više korisnika ili programa.

6.2.1. Podatak

Pod terminom podatak se podrazumeva činjenica o nekom predmetu i/ili događaju koja se može zabeležiti i sačuvati na računaru. Na primer, u bazi podataka nekog prodavca podaci bi bile činjenice kao što su ime, adresa i broj telefona kupca. Ovakav tip podatka se zove struktuirani podatak. Najvažniji struktuirani podaci su brojevi, karakteri i datumi (vreme). Današnje baze podataka pored struktuiranih podataka sadrže i druge vrste podataka kao što su razna dokumenta, mape, fotografije, zvuk, čak i video zapise. Na primer, u bazi podataka nekog prodavca mogla bi se naći i slika kupca. Takođe bi se mogao naći zvučni ili video zapis poslednjeg razgovora sa kupcem. Ova vrsta podatka se naziva nestruktuirani podatak ili multimedijalni podatak. Multimedijalni podaci se najčešće mogu naći na web serverima i u Internet bazama podataka.

Podatak se može definisati kao sačuvana reprezentacija predmeta i/ili događaja koja ima smisla i važnosti za korisnika baze podataka. Često se u okviru jedne baze podataka mogu naći kombinovani struktuirani i nestruktuirani podaci kako bi se stvorilo multimedijalno okruženje. Na primer, automehaničarska radnja može kombinovati struktuirane podatke (koji opisuju klijenta i njegova kola) sa multimedijalnim podacima (slika automobila i skenirana kopija osiguranja).

Pod podatkom se podrazumeva činjenica prihvaćena kao takva tj. kakva jeste. Podatak sam po sebi nema značenje, tek kada se interpretira nekom vrstom sistema za obradu podataka poprima značenje i postaje informacija. Tipično, termin "podatak" se odnosi na ono što je u bazi podatak. Računar vrši obradu podataka, prema zadatom programu, te se na osnovu saznanja sadržanih u podacima, a kao rezultat njihove obrade, stiču nova saznanja - informacije.

6.2.2. Informacija

Termini podatak i informacija su usko povezani i često se koriste kao sinonimi. Međutim, korisno ih je razlikovati. Informaciju definišemo kao podatak koji je bio obrađen na takav način da se znanje osobe koja koristi podatak povećalo. Na primer, razmotrimo sledeći spisak činjenica:

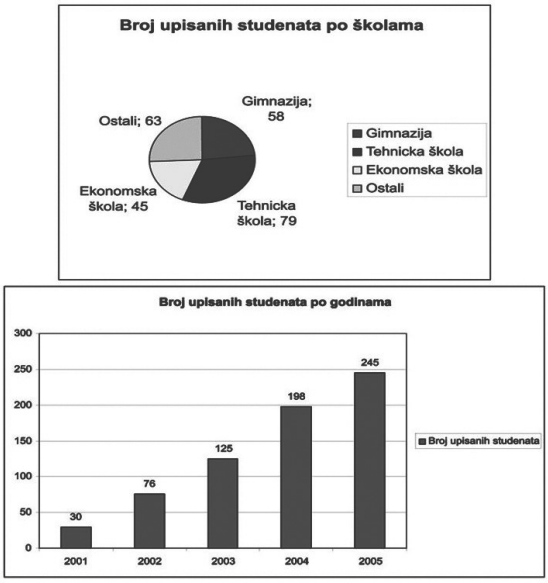
Petar Petrović	1506983610325
Marko Marković	0211969850123
Janko Janković	1112985830456
- - - - - - - - - -	- - - - - - - - - -

Prikazane činjenice po definiciji predstavljaju podatke, ali su ovi podaci u sadašnjoj formi beskorisni. Organizovanjem prethodnih podataka, dodavanjem još nekoliko novih i njihovim uređivanjem, prepoznaje se spisak upisanih studenata. Na ovaj način se dolazi do informacije koja je korisna npr. upravi fakulteta, profesorima, studentskoj službi i sl.

Tabela 6.1 Tabelarni prikaz podataka iz BP - informacija o upisu

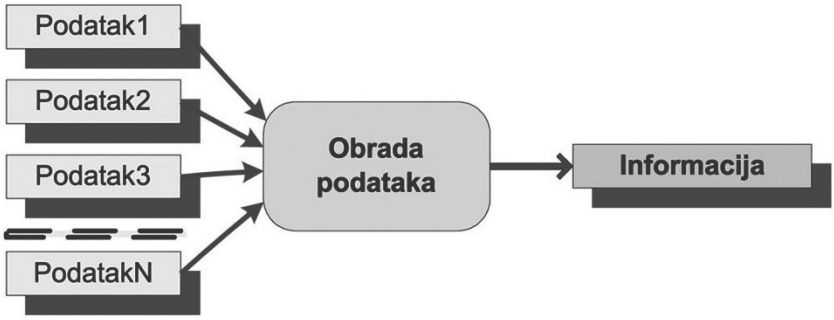
Ime i prezime	JMBG	Fakultet	Godina upisa
Petar Petrović	1506988610325	FIM	2008
Marko Marković	0211989850123	PFB	2006
Janko Janković	1112989830456	FTHM	2006
- - - - - - - - - -	- - - - - - - - - -	PFB	2008

Drugi način da se iz podataka dobiju informacije je da se podaci sumiraju ili na neki drugi način obrade i prezentuju. Na primer, na slici 6.2 se vide sumirani podaci o upisu studenata prezentirani u vidu grafičke informacije. Ova informacija se može iskoristiti kao osnova za odlučivanje o dodavanju novih predavanja ili o zapošljavanju novog nastavnog kadra. Moderne baze podataka vrlo često sadrže i podatke i informacije. Podaci se često obrađuju i čuvaju u obrađenoj formi i služe za pomoć pri donošenju odluka, a takvim podacima (informacijama) se najbrže pristupa.



Slika 6.2 Grafički prikaz podataka iz BP - informacija o upisu

Podaci obrađeni tako da dobijaju značenje čine informaciju. Informacija koja je precizna, relevantna, i dobijena na vreme je ključ za donošenje dobre odluke.



Slika 6.3 Obradom prikupljenih podataka nastaje informacija

6.2.3. Metapodaci - podaci o podacima (metadata)

Podaci koji se prikupljaju i čuvaju u bazi podataka često se nazivaju i podaci krajnjih korisnika (*end user data*). Metapodaci su podaci koji opisuju svojstva ili karakteristike podataka krajnjih korisnika i kontekst tih podataka. Neka tipična svojstva podataka su naziv (ime) podatka, definicija, dužina (veličina), i dozvoljene vrednosti. Kontekst podataka, koji opisuju metapodaci, podrazumeva izvor podataka, gde se čuvaju podaci,vlasništvo i korišćenje.

Tabela 6.2 Primer metapodataka

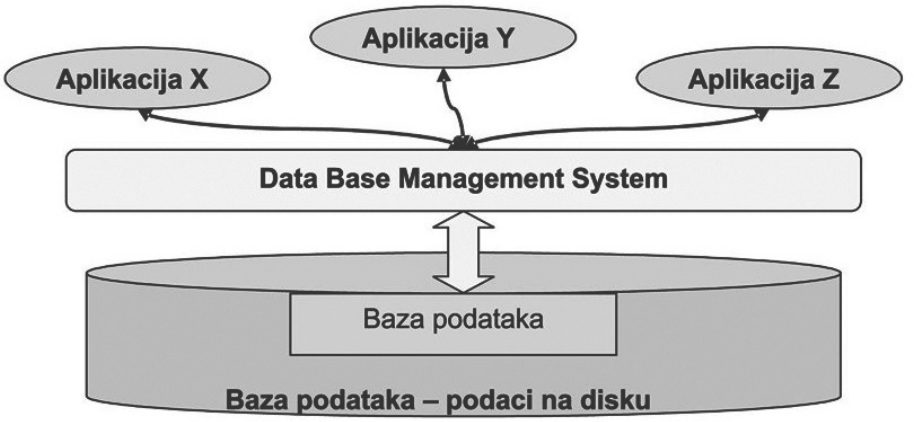
Naziv	Tip	Dužina	Opis	Izvor
Ime	Text	30	Ime i prezime studenta	Lična karta
JMBG	Integer	1	Jedinstven matični broj	Lična karta
Smer	CHAR	3	Smer na fakultetu	Strudentska služba
GodUpisa	Number		Godina upisa	Studentska služba

Metapodaci opisuju svojstva podatka ali se nalaze odvojeno od tog podatka. Metapodaci iz tabele 6.2 ne prikazuju ni jedan podatak. Oni omogućavaju dizajnerima i korisnicima BP da razumeju koji podaci postoje u bazi, šta oni znače, i koja je razlika između podataka koji na prvi pogled izgledaju isto. Upravljanje metapodacima je veoma bitno jer podaci bez jasnog značenja mogu biti zbunjujući, pogrešno protumačeni ili puni grešaka.

6.2.4. Sistem za upravljanje bazama podataka

Sistem za upravljanje bazama podataka - DBMS (*Data Base Management System*) je softverski sistem koji se koristi za kreiranje, održavanje i manipulisanje podacima, kao i za kontrolu prava pristupa bazi podataka. DBMS omogućava krajnjim korisnicima i programerima da dele podatke, tj. omogućava da se podaci koriste od strane više aplikacija, a ne da svaka aplikacija ima svoju kopiju podatka sačuvanu u posebnim datotekama. DBMS takođe pruža mogućnost kontrole pristupa podacima, osigurava integritet podataka, uspostavlja kontrolu konkurentnosti i vrši oporavak baze podataka. Programeri aplikacija za rad sa bazama podataka ne moraju da poznaju detalje o načinu zapisa baze podataka na disku, ne moraju da formulišu algoritme za efikasan pristup podacima, niti su opterećeni bilo kakvim aspektima oko upravljanja podacima u bazi podataka.

Termini BP i upravljanje bazom podataka se ponekad mešaju. Stručno govoreći, BP je uvek skup činjenica, ne računarski program. DBMS je uveden kao interfejs između korisnika (korisničkih programa, aplikacija) i zapisa baze podataka na disku. Korisnički programi ne pristupaju podacima direktno, već komuniciraju sa ovim softverom (programom). DBMS upravlja strukturom baze podataka: definiše objekte baze, njihova svojstva (atribute), dozvoljene vrednosti atributa, veze između objekata, ograničenja nad objektima i međusobnim vezama. Omogućava manipulaciju podacima u bazi: unošenje, brisanje i izmene, tj. omogućava njeno održavanje. Kontroliše pristup podacima: ko može da pristupi podacima, kojim podacima i šta može sa njima da radi. DBMS dozvoljava deljenje BP između više aplikacija/korisnika i čini upravljanje podacima uspešnijim i delotvornijim Uobičajeno je da kada se govori o softveru za baze podataka, onda se misli upravo na DBMS.

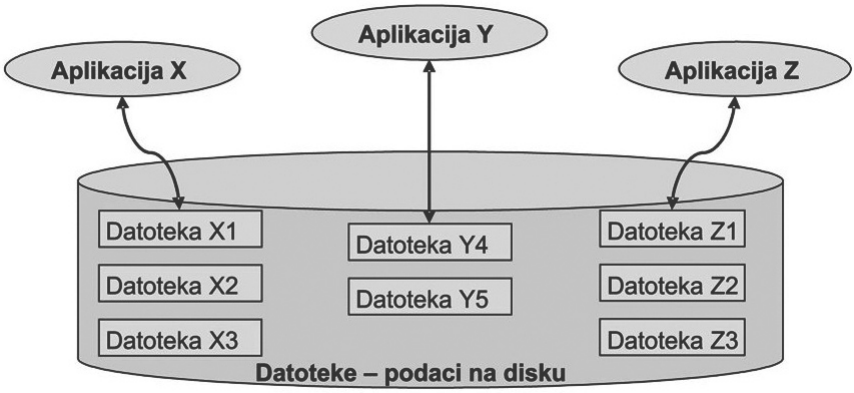


Slika 6.4 DBMS je interfejs između (aplikacija) korisnika i zapisa baze podataka na disku

6.3. KLASIČAN SISTEM ZASNOVAN NA DATOTEKAMA

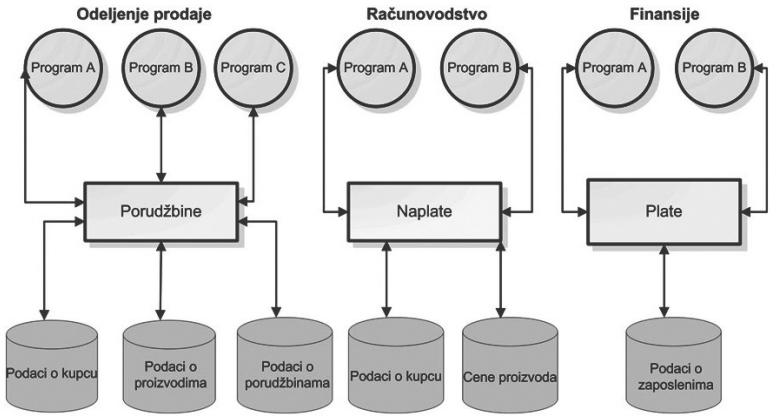
Kada su se računari počeli koristiti za obradu podataka, nisu postojale baze podataka. Računari su u to vreme bili znatno slabiji nego današnji personalni računari, zauzimali su čitavu prostoriju i koristili su se skoro isključivo za naučna izračunavanja. Postepeno su računari uvođeni u poslovni svet. Da bi bili od koristi za poslovne aplikacije, računari moraju da skladište, manipulišu, i preuzimaju velike datoteke podataka. Kako su poslovne aplikacije postajale sve kompleksnije, postalo je očigledno da klasični sistemi zasnovani na datotekama imaju veliki broj nedostataka i ograničenja. U većini bitnih poslovnih aplikacija danas se umesto klasičnog sistema zasnovanog na datotekama koriste baze podataka.

Klasičan sistem obrade podataka zasnovan na datotekama i programskim jezicima prikazan je blok šemom na sledećoj slici. Programi su direktno povezani sa datotekama, svaki program mora da poznaje detaljan zapis podataka na disku.



Slika 6.5 Klasičan sistem obrade podataka zasnovan na programskim jezicima i datotekama

Da bi objasnili osnovne karakteristike sistema zasnovanog na datotekama, posmatrajmo jednu fabriku sa određenim proizvodnim programom. Pretpostavimo da su nabavljene računarske aplikacije za vođenje poslovanja ove fabrike realizovane na klasičnim sistemima koji se zasnivaju na datotekama. Ovaj pristup dizajnu informacionog sistema se fokusira na potrebe za obradom podataka pojedinačnih odeljenja, a ne na potrebe organizacije kao celine. Kada bi se kod korisnika javila potreba za novim sistemima pisali bi se novi računarski programi za individualne aplikacije kao što su kontrola proizvoda, prijem računa, ili kadrovsko poslovanje. Svaki od programa pravi se tako da odgovara potrebama određenog odeljenja ili radne grupe. Prema tome, ne postoji opšti plan, mapa ili model kojim bi se rukovodili za planiranje razvoja sistema. Tri računarske aplikacije (A, B i C) pomoću kojih se obrađuju podaci zapisani u datotekama su prikazane na Slici 6.6. Programima se održavaju tri nezavisna sistema porudžbine, naplate i plate. Na slici se takođe vide osnovne datoteke vezane za svaku aplikaciju. Na primer, proces porudžbina ima tri datoteke: podaci o kupcu, podaci o proizvodima, podaci o porudžbinama. Neke od datoteka se ponavljaju u sva tri procesa (redudansa) što je tipično za sistem obrade podataka koji se zasniva na datotekama.



Slika 6.6 Klasična obrada podataka zasnovana na sistemu datoteka

6.3.1. Nedostaci sistema zasnovanog na datotekama

Postoji više mana koje su tipične za sistem koji je zasnovan na datotekama i klasičnim programskim jezicima. Ove mane za primer prikazan na slici 6.6 ukratko su opisane u nastavku.

Zavisnost između programa i podataka: Opisi datoteka se čuvaju u okviru svakog programa koji pristupa toj datoteci. Na primer, u procesu porudžbine sa Slike 6.6 program A pristupa datoteci sa podacima o kupcu. Stoga, ovaj program sadrži detaljan opis datoteke. Kao posledica ovoga, svaka promena koja se napravi u datoteci, a odnosi se na strukturu, momentalno podrazumeva da se mora menjati i opis datoteka u svakom programu koji pristupa tim podacima. Primetite na slici 6.6 da se podaci o kupcima nalaze i u procesu porudžbine i u procesu naplate. Pretpostavimo da se veličina polja "adresa kupca" menja sa 20 karaktera na 30 karaktera. Opis datoteke u svakom programu (možda čak u svih pet) se mora ažurirati. Često je teško i samo lociranje svih programa na koje je uticala ovakva promena. Što je još gore pri ažuriranju se često prave greške.

Redundansa podataka: Kako se u prikazanom sistemu procesi odvijaju nezavisno jedni od drugih, ponavljanje podataka nije izuzetak već je pravilo. Na primer, na slici 6.6 proces porudžbina ima datoteke sa osnovnim podacima o proizvodima dok proces naplate ima datoteku o cenama proizvoda. Dakle, obe ove datoteke sadrže podatke o istim proizvodima kao što su: cena po jedinici proizvoda, opis proizvoda i količina u skladištu. Zbog nepotrebnih duplikata potreban je veći prostor za njihovo čuvanje kao i više truda i rada pri njihovom ažuriranju. Neplanirana redundansa podataka može da dovede do gubitka podataka. Na primer, isti podaci mogu se voditi pod različitim imenima atributa u različitim dokumentima, ili obrnuto, isto ime se može koristiti za različite vrste podataka.

Ograničenost deljenja podataka: Korišćenjem klasičnog sistema zasnovanog na datotekama, svaki proces ima svoje datoteke i korisnici nemaju šansu da međusobno dele podatke sa korisnicima iz drugih procesa. Na slici 6.6 se vidi da radnici u računovodstvu imaju pristup samo procesu naplate, dok nemaju pristup procesima porudžbina i plata. Menadžeri su imali velike probleme pri sastavljanju izveštaja za koje su im bili potrebni podaci iz različitih procesa, jer bi se često desilo da su dokumenta nekompatibilna i da je potrebno dosta programiranja kako bi se svi ti podaci sakupili u jedan izveštaj. Takođe, dodatni problem je bio u tome što su se željeni podaci često nalazili u različitim odeljenjima organizacije.

Dugo vreme za razvoj: Sa klasičnim sistemom zasnovanom na datotekama postoji mala šansa za korišćenje prethodnih razvojnih dostignuća. Svaka nova aplikacija zahteva od projektanta da krene od nule. Svaki put je neophodno definisati nove formate i opise podataka i pisati kod za pristup podacima za svaki program. Ovako veliko vreme za razvoj nije u skladu sa današnjim poslovnim potrebama, gde je svaki minut bitan da bi se postigao uspeh.

Teško održavanje programa: Skup svih prethodno navedenih nedostataka dovodi do preterane potrebe za održavanjem programa. Čak 80% budžeta predviđenog za razvoj sistema zasnovanog na datotekama odlazi na njegovo održavanje. Zbog toga, naravno, ostaje jako malo prostora za razvoj novih aplikacija.

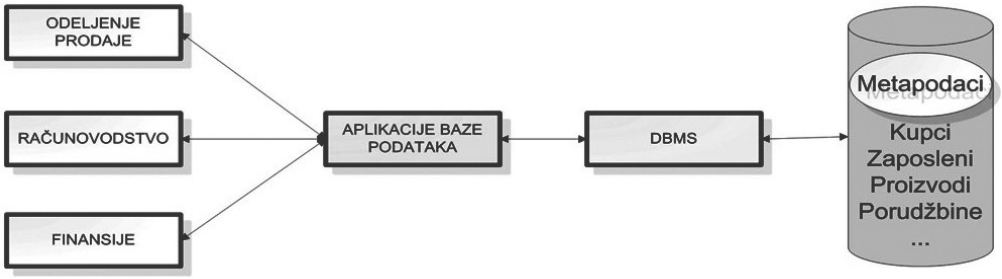
Važno je znati da većina mana klasičnog sistema zasnovanog na datotekama, koje smo u prethodnom delu teksta pominjali, mogu isto tako biti ograničenja za BP, pogotovo ako se ne promeni pristup razvoju baze podataka. Na primer, ukoliko preduzeće razvije nekoliko zasebnih BP (recimo, za svaku radnu jedinicu ili proces po jednu bazu) sa malom ili nikakvom vezom između njih, onda može doći do nepotrebnog ponavljanja istih podataka, ograničenja deljenja podataka, produžavanja vremena potrebnog za razvoj i preterane potrebe za održavanjem programa.

6.4. PRISTUP ZASNOVAN NA BAZAMA PODATAKA

Pristup zasnovan na BP potencira integraciju i deljenje podataka između svih odeljenja jedne organizacije. Ovaj pristup zahteva potpunu promenu u načinu razmišljanja, počevši od najvišeg nivoa upravljanja. Takva promena načina razmišljanja za većinu organizacija je veoma teška.

Da bi objasnili pristup zasnovan na BP posmatrajmo prethodno razmatrani zastareli informacioni sistem fabrike koji se klasično zasnivao na datotekama. Koncept pristupa

razvoju informacionog sistema zasnovanog na BP prikazan je na Slici 6.7. Odmah se može uočiti da podaci koji su prethodno čuvani u više različitih datoteka, sada su integrisani u jedinstvenu BP. Metapodaci, koji opisuju ove podatke, nalaze se zajedno sa njima u BP. Sistem za upravljanje BP pruža mogućnost stvaranja različitih pogleda na istu (ili više) BP za različite korisnike u organizaciji. DBMS dozvoljava korisnicima da dele, pretražuju, pristupaju i ažuriraju integrisane podatke.



Slika 6.7 Blok šema informacionog sistema zasnovanog na bazama podataka

6.5. PRIMENE BP

Vrste BP variraju od onih pravljenih za jednog korisnika PC računara do baza koje su smeštene na *mainframe* računar i kojima pristupaju hiljade korisnika. Po broju korisnika koji im pristupaju, BP se mogu podeliti u više kategorija: lične BP, BP za radne grupe, BP odeljenja, BP preduzeća i Internet, intranet i ekstranet BP.

6.5.1. Lične baze podataka

Lične BP su namenjene jednom korisniku i već su dugo prisutne u korišćenju personalnih računara. Jednostavne aplikacije sa BP u kojoj se čuvaju informacije i detalji o komunikaciji sa svakim klijentom, mogu da se koriste i sa računara i sa ličnog digitalnog pomoćnika, kao i da se prebacuju sa jednog na drugi uređaj radi izrade sigurnosnih kopija (backup) ili zbog zahteva posla. Uzmimo za primer preduzeće koje ima određeni broj prodavaca koji su u kontaktu sa klijentima. Ako svaki prodavac ima još neke aplikacije, npr. grafičke prezentacije, cenovnik sa uslovima prodaje po kojem klijentu može ponuditi najpovoljniju kombinaciju proizvoda i količina za naručivanje, onda bi mu za takav posao prenosni računar, zbog svojih performansi i skladišnog prostora, mogao biti optimalno rešenje. S druge strane, ako prodavac ima samo listu klijenata i kontakata, njemu bi lični digitalni pomoćnik i aplikacija koja koristi malu BP bili najbolje rešenje.

Lične BP se široko primenjuju jer često mogu bitno unaprediti produktivnost pojedinca. Međutim, one sadrže jedan faktor rizika: podatke ovih baza nije lako deliti sa drugim korisnicima. Na primer, ako bi menadžer prodaje želeo celokupan spisak klijenata i kontakata, to se ne bi moglo ni brzo ni lako uraditi uzimanjem podataka iz ličnih baza svakog od prodavaca. Ovo ilustruje veoma čest problem: ako su neki podaci od interesa jednom čoveku, onda su verovatno (ili će brzo postati) od interesa i drugim ljudima. Zbog toga, lične BP bi trebalo svesti na korišćenje pod posebnim okolnostima (npr. u veoma malim preduzećima) gde je verovatnoća potreba za deljenjem podataka između korisnika izuzetno mala.

6.5.2. Baze podataka za radne grupe

Radnu grupu čini relativno mali broj ljudi koji sarađuju na jednom projektu ili aplikaciji. Radna grupa obično sadrži desetak ljudi. Oni mogu biti uključeni u npr. planiranje, projektovanje ili razvoj novog računarskog programa. BP za radne grupe služi za podršku zajedničkog rada jedne takve grupe. Uzmimo za primer radnu grupu koja pravi i standardne i programe po porudžbini, koji se prodaju softverskim kompanijama kao i krajnjim korisnicima. Obično, jedna ili više osoba rade na datom programu, ili dele programe, u isto vreme. Grupi je potrebna BP koja će da prati razvoj svakog dela i koja će da omogući da se podaci što lakše razmenjuju među članovima tima.

6.5.3. Baze podataka odeljenja

Odeljenje je funkcionalna radna jedinica u okviru organizacije. Tipični primeri odeljenja su: kadrovsko, marketing, proizvodnja, računovodstvo i sl. Odeljenje je obično veće od radne grupe (nekada se sastoji i do 100 osoba) i odgovorno je za veći broj različitih poslova. BP odeljenja služe kao podrška različitim oblicima poslova i aktivnosti koje obavlja to odeljenje. Uzmimo za primer BP kadrovskog odeljenja u kojoj se prate podaci vezani za zaposlene, vrste poslova, stručnu spremu i poslovna zaduženja. Kada su svi relevantni podaci sačuvani u bazi podataka, korisnici mogu da pretražuju BP u cilju dobijanja odgovora na pitanja kao što su sledeća:

- Za određenu vrstu zanimanja (npr programer) kakve prilike za zaposlenje trenutno postoje u organizaciji?
- Za tu istu vrstu posla, koja stručna sprema ili veština je neophodna?
- Koje veštine, znanje poseduje određeni radnik? I obrnuto, koji radnici poseduju određenu veštinu, znanje?
- Koji sve radnici su obavljali određeni posao u organizaciji? I obrnuto, koje sve poslove je određeni radnik obavljao u organizaciji?
- Koje sve zaposlene nadgleda određeni menadžer?

6.5.4. Baza podataka organizacija

Baza podataka organizacije obuhvata čitavu organizaciju ili više njenih odeljenja. Ova vrsta BP je namenjena da podrži sve procese organizacije i proces donošenja odluka. Važno je istaći da jedna organizacija može imati više BP, tako da jedna takva BP ne sadrži sve podatke jedne organizacije. Jedna BP za celu organizaciju srednjih do velikih dimenzija ne bi bila praktična iz mnogo razloga. Kao prvo zbog različitih potreba različitih korisnika, kompleksnosti stvaranja jedinstvenih metapodataka za sve korisnike BP je ogromna. BP organizacije pruža podršku za jedan određeni broj (skup) odeljenja. Tokom poslednjih decenija, razvoj BP organizacije je doveo do dva najvažnija oblika:

- *Enterprise resource planning* (ERP) sistem
- Implementacija skladišta podataka (*data warehouses*)

ERP sistemi rade sa tekućim podacima organizacije, dok skladišta podataka sakupljaju podatke iz raznih operativnih BP, uključujući i lične, radnih grupa, odeljenja i ERP BP. Skladišta podataka pružaju mogućnost korisnicima da rade sa prethodnim podacima kako bi pronašli obrasce i trendove događaja i kako bi odgovorili na pitanja koja su vezana za strategiju poslovanja.

6.5.5. Internet, intranet i ekstranet baze podataka

Internet tehnologije služe za olakšavanje deljenja podataka i informacija. Na primer, u okviru fabrike može se koristiti lokalna mreža (LAN) koja povezuje radne stanice zaposlenih iz raznih odeljenja sa serverom na kome se nalazi BP. LAN unapređuje komunikaciju i proces donošenja odluka u okviru same kompanije. Ako se uvede Intranet koji se zasniva na Web tehnologiji, njemu se može pristupati samo u okvirima kompanije. Radna stanica svakog zaposlenog se može koristiti kao web *browser*, i na taj način se dobija brz pristup informacijama kompanije, uključujući i telefonski adresar, specifikacije proizvoda, elektronsku poštu i tome slično. Takođe se radne stanice mogu koristiti i kao personalni računari koji povezani preko LAN-a pristupaju serveru na kome se nalazi BP. Moguće je dodati i Web interfejse nekim poslovnim aplikacijama, kao što su unošenje porudžbina, da bi na taj način više internih poslovnih aktivnosti moglo biti obavljano od strane zaposlenih preko intraneta.

U cilu efikasnijeg ukupnog poslovanja intranet sistem se može otvoriti ka kupcima preko Interneta. Ovo omogućava maloprodajama da pretražuju katalog proizvoda (uključujući slike i specifikacije proizvoda) i utvrde da li željenog proizvoda ima u skladištu. Tada radnici u maloprodajnim objektima mogu da obaveste svoje kupce i da poruče željeni komad proizvoda preko Interneta. Internet konekcija je konfigurisana kao ekstranet što znači da samo odobrene maloprodaje mogu da pristupe intranet-u fabrike.

Sve veće korišćenje Interneta je dovelo i do promena u okruženju BP. Prihvatanje Interneta od strane poslovnog sveta je dovelo do bitnih promena u davno utvrđenim modelima poslovanja. Veoma uspešne kompanije su bile ugrožene zbog novih kom-

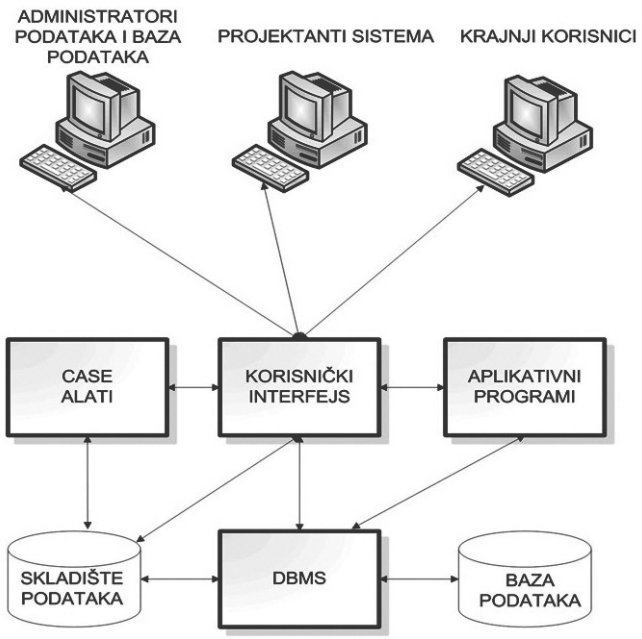
panija koje su prihvatile Internet pomoću koga su unapredile informisanje i usluge koje su pružale svojim klijentima, i koje su zaobišle tipične tokove marketinga i distribucije proizvoda. Na primer, kupci konfigurišu i poručuju svoj PC računar direktno od proizvođača računara. Informacije o upražnjenim mestima i aktivnostima organizacije se mogu dobiti preko Interneta za većinu organizacija. Svaka od ovih radnji zahteva podršku BP. Lak pristup Internetu svih vrsta platformi omogućava kompanijama da reorganizuju svoje poslove i razviju brže aplikacije i to po manjim troškovima. Standardni interfejsi omogućavaju veću produktivnost korisnika, uz manje provedenog vremena na obuci, i manju potrebnu podršku. Osnova razvoja korisnikove aplikacije je priključivanje BP iz koje se mogu dobiti sveže informacije. Kada je BP povezana sa nekom Internet lokacijom, korisnici preko Web browser-a mogu da postavljaju određena pitanja na koja će dobiti odgovore bazirane na svežim informacijama. Odgovaranje na pitanja je automatsko. Nema potrebe da se putem telefona prolazi kroz niz opcija da bi se postavilo pitanje nekoj osobi i da bi se zatim od nje čekao odgovor. Internet BP su nezamenljive u razvoju sajtova za kupovinu preko Interneta. Kompanije prate sva dešavanja na sajtu kako bi došli do što više informacija o svojim klijentima (obrasci pri kupovini, navigacija sajtom, dužina zadržavanja na svakoj stranici i tome slično) kako bi što više unapredili svoj odnos prema kupcima.

6.6. TIPIČNO OKRUŽENJE BAZE PODATAKA

Glavni delovi tipičnog okruženja BP su prikazani na Slici 6.8.

1. **BP** - Organizovan skup logički povezanih podataka, obično napravljena da zadovolji potrebe za informacijama više korisnika u organizaciji.
2. **Metapodaci** - Centralna baza „znanja“ za sve definicije podataka, njihova ograničenja, veze između podataka, izgleda ekrana i izveštaja, i drugih sistemskih komponenti.
3. **DBMS** - Sistem za upravljanje bazama podataka (SUBP). Softverski sistem koji se koristi za kreiranje, održavanje i kontrolu pristupa korisnika BP.
4. **Aplikativni programi** - Računarski programi koji služe za kreiranje i održavanje BP i pružaju informacije korisnicima.
5. **Administratori podataka i BP** - Administratori podataka su osobe odgovorne za upravljanje svim izvorima podataka u organizaciji. Administratori podataka su odgovorni za fizički dizajn BP i za upravljanje tehničkim problemima u okruženju BP.
6. **Projektanti sistema** - Osobe kao što su sistemski analitičari i programeri koji dizajniraju nove aplikativne programe. Projektanti sistema često koriste CASE alate za analizu potreba sistema i dizajn programa.

7. **Korisnički interfejs** - Jezici, meniji, i itd. pomoću kojih korisnici upotrebljavaju različite komponente sistema
8. ***Computer-aided software engineering*** - (CASE) alati koji se koriste za dizajniranje BP i aplikativnih programa.
9. **Krajnji korisnici** - Osobe koje dodaju, brišu i modifikuju/ažuriraju podatke u bazi podataka i koje zahtevaju ili primaju podatke iz njih. Svaka interakcija između korisnika i BP dešava se preko DBMS-a.

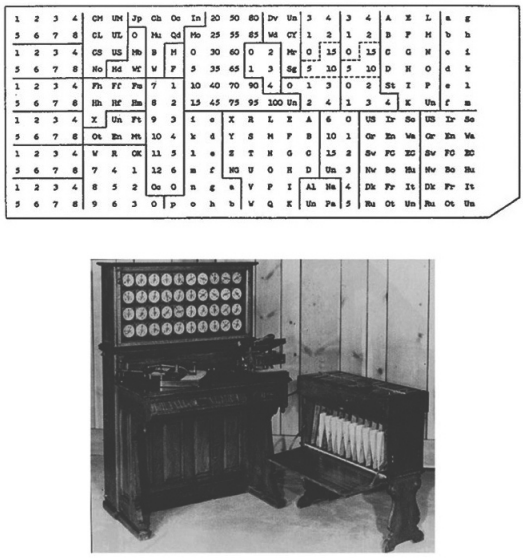


Slika 6.8 Komponente okruženja BP

Sa unapređenjem softvera, korisnički interfejs postaje sve lakši za upotrebu. Primeri za ovakav napredak su sistemi zasnovani na menijima, sistemi sa mogućnošću pristupa Internetu i sistemi koji prepoznaju govor (prihvataju govorne komande). Cilj ovih sistema je da što više krajnjih korisnika može da koristi računar, što znači da korisnici koji nisu računarski eksperti mogu sami da naprave izveštaje i koriste jednostavne aplikacije. Naravno, u ovakvom okruženju administratori BP moraju da obrate pažnju na bezbednost BP. Okruženje BP prikazano na Slici 6.8 predstavlja integrisani sistem hardvera, softvera i ljudi koji je napravljen da olakša skladištenje, preuzimanje i kontrolu izvora informacija i da poveća produktivnost preduzeća.

6.7. ISTORIJA RAZVOJA BAZE PODATAKA

Nastanak BP se vezuje za *Herman*-a *Holerith*-a koji je 1884. godine prijavio patent – sistem za automatsku obradu podataka (AOP) o popisu stanovništva u SAD. Podaci na bušenim karticama su ručno ubacivani u uređaj za očitavanje, a obrada podataka se odnosila na prebrojavanje. Programiranje se svodilo na izbor vrste prebrojavanja, a radilo se ručnim prespajanjem kontakata. Dotadašnja obrada podataka popisa trajala je 10-tak godina, a sa *Holerith*-ovim izumom vreme obrade bilo je smanjeno na šest nedelja. *Herman Hollerith* je osmislio ideju po kojoj se svaki stanovnik SAD predstavlja nizom od 80 karaktera – ime, godište itd. popunjenih praznim prostorima da bi se za sva imena obezbedila ista dužina, tako da BP bude „poravnata". Tako je popis stanovništva iz 1890. godine bio prva automatizovana BP, koja se u suštini sastojala od hiljada kutija punih bušenih kartica. Od *Holerith*-ove kompanije nastao je današnji IBM.



Slika 6.9 Izgled *Holerith*-ove bušene kartice i mašine za očitavanje kartica

Nakon Drugog svetskog rata, u kompanijama i vladinim institucijama počeli su se pojavljivati prvi elektronski računari. Oni su se često koristili upravo za jednostavne linearne BP, najčešće za računovodstvo. Ipak, vrlo brzo, bogati kupci su počeli da zahtevaju više od njihovih ekstremno skupih mašina. Sve je to vodilo do ranih BP. Zanimljivo je da su ove rane aplikacije nastavile da koriste Hollerith-ove bušene kartice, neznatno modifikovane u odnosu na originalni dizajn. Nefleksibilnost polja iste dužine, BP pokretane 80 kolonskim bušenim karticama, učinile su rane računare metom napada i šala i potpunom misterijom za običnog čoveka.

Većina prvobitnih BP se odnosila na specifične programe napisane za specifične BP. Za razliku od modernih sistema koji mogu biti primenjeni na potpuno različite BP, ovi sistemi su bili usko povezani za BP da bi osigurali brzinu na uštrb fleksibilnosti. Sistemi upravljanja bazama podataka su se prvi put pojavili tokom 1960-tih godina i nastavili su da se razvijaju tokom sledećih decenija. U većini slučajeva, period uvođenja je dugo trajao, skoro deceniju pre navedene godine početka upotrebe. Na primer, relacioni model je prvi put definisan od strane E.F.Codd u tekstu objavljenom 1960 godine. Međutim, relacioni model nije bio široko prihvaćen sve do 1980-tih godina.

1960'te: Tokom ovog perioda, sistemi zasnovani na datotekama su i dalje imali dominantnu ulogu. Pa ipak, prvi sistemi za upravljanje bazom podataka su uvedeni u ovoj deceniji i korišćeni su najpre samo kod velikih i složenih projekata, kao što je to bio projekat sletanja Apollo-a na Mesec. Ovaj period možemo posmatrati kao period 'dokazivanja', u kom je demonstrirana sposobnost ovih sistema da upravljaju ogromnim količinama podataka. Prvi standardi u bazama su uvedeni sa formiranjem DBT Grupe (*Data Base Task Group*), tokom kasnih '60-ih godina.

1960'te: Tokom ove decenije, upotreba sistema za upravljanje bazom podataka je postajala komercijalna stvarnost. Hijerarhijski i mrežni sistemi za upravljanje podacima su uvedeni velikim delom zbog potrebe za sistemom koji će moći da upravlja složenim strukturama podataka, kao što su računi fabrika pri nabavci sirovina. Ovi modeli se i suštinski smatraju prvom generacijom sistema za upravljanje bazom podataka. Oba pristupa su se široko primenjivala, zapravo, mnogi od tih sistema su u upotrebi i danas.

1980'te: Da bi se prevazišla ova ograničenja razvijen je model relacionih podataka tokom '60-ih godina. Ovaj model, koji se smatra drugom generacijom DBMS-a, doživeo je široku komercijalnu upotrebu u poslovnom svetu tokom '80-ih godina. Sa relacionim modelom svi podaci su predstavljeni u formi tabele. Relativno jednostavan programski jezik četvrte generacije, nazvan SQL, korišćen je za dobijanje informacija. Ovaj model je obezbedio jednostavan pristup podacima i onim ljudima koji nisu bili programeri, prevazilazeći na taj način jednu od najvećih primedbi koja je pratila sisteme prvih generacija. Model je takođe pokazao i svoju pogodnost za komunikaciju na relaciji klijent/server, paralelni prenos podataka, i upotrebu grafičkog korisničkog interfejsa (GUI).

1990'te: Ove godine se označavaju kao nova računarska era zbog računarskih komunikacija zasnovanih na klijent/server arhitekturi, pojave skladišta za podatke i upotrebe Internet aplikacija. Kao što je upravljanje podacima od strane DBMS-a postalo visoko primenjivo (npr., u računovodstvu) tokom osamdesetih godina, multimedijalni podaci (grafika, zvuk, slika i video zapisi) su postali uobičajena stvar tokom devedesetih godina. Kako bi se izborili sa sve složenijim podacima, tokom devedesetih su uvedeni sistemi okrenuti ka objektu, koji se smatraju trećom generacijom.

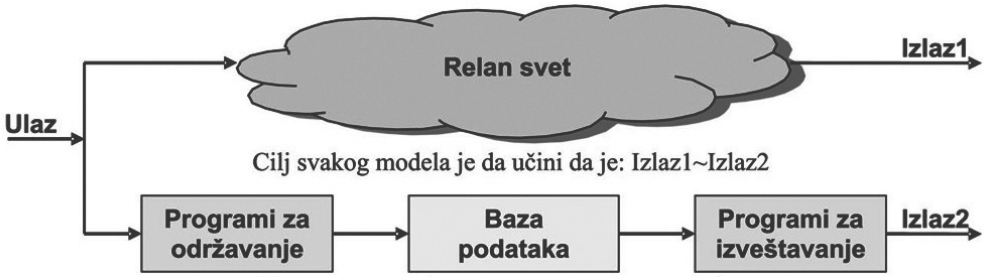
Od 2000. godine: U daljem razvoju BP može se očekivati nastavak dobro uspostavljenih trendova:

- Mogućnost upravljanja sve složenijim tipovima podataka. Ovi tipovi uključuju i multidimenzionalne podatke, koji su već dobili na važnosti u aplikacijama skladištenja podataka;
- Nastavak razvoja 'univerzalnih servera'. To su serveri koji mogu da upravljaju širokom lepezom raznih tipova podataka, tako da budu transparentni svim korisnicima. Naročito su važni kod Internet aplikacija;
- Skladišta sa adresiranim sadržajem će postajati sve popularnija. Sa ovakvim pristupom, korisnik može da dođe do informacije specifikacijom kakvu vrstu podatka želi, umesto kako da dođe do njega. Na primer, korisnik može da skenira fotografiju i da traži od kompjutera pretragu, kako bi pronašao istu takvu, ili njoj sličnu fotografiju;
- BP i druge tehnologije, poput veštačke inteligencije, olakšaće pristup podacima neobučenim korisnicima. Na primer, korisnik će biti u mogućnosti da zahteva podatak na više jezika;
- Rad na tehnologijama algoritama za tehniku analize podataka, koji teže ka upravljanju veoma velikim paketima podataka, kako bi organizacije što lakše analizirale svoja ogromna skladišta podataka. To će u velikoj meri olakšati planiranje strategije organizacija za njihovo poslovanje za duže vremenske periode;
- I na kraju skale se nalazi dalje širenje PDA, što će dovesti do poboljšane sinhronizacije malih BP i poboljšanje brzine bežičnog prenosa. *Bluetooth* bežični standard će u velikoj meri ubrzati razvoj bežične konekcije na Internet. Ali će i nametnuti pitanje daljeg razvoja zaštite podataka.

6.8. MODELOVANJE

Informacioni sistemi pojedinih firmi omogućavaju upravljanje podacima koji su bitni za njeno poslovanje. Međutim, broj internih podataka i podataka iz okruženja je ogroman te je nemoguće sve podatke i sve uočene detalje opisati i sačuvati unutar informacionog sistema. Postupkom selekcije identifikuju se i čuvaju samo relevantni podaci. Time se dolazi do pojma modela podataka. On je izraz i posledica zahteva za obradom podataka relevantnih za određeno područje primene. Modeli su čovekovo sredstvo pojednostavljivanja problema i njegovo posmatranje samo sa stanovišta bitnih za ciljeve analize. Objekt posmatranja (npr. automobil) ima uvek više osobina (atributa) od kojih u datom trenutku analize može biti dovoljan samo njihov manji broj (npr. samo *registarski broj, tip automobila, ime i prezime vlasnika*). To su najvažniji atributi potrebni u postupku pretraživanja i pronalaženja vlasnika vozila na osnovu registarskog broja vozila unutar jednog informacionog sistema. Ostali atributi kao što su *boja, godina proizvodnje, broj sedišta* i sl. nisu bitni (mogu se zanemariti) za takav postupak.

Čovek, obdaren sposobnostima apstraktnog načina mišljenja, stvara jedan apstraktni model realnog sveta. Takav model realnog sveta zasniva se na simbolima i zove se konceptualni model podataka.



Slika 6.10 Realan svet i njegov model

Modelovanje podataka se radi paralelno sa analizom potreba. Kako se informacije prikupljaju, objekti se identifikuju, dodjeljuju im se imena koristeći termine bliske krajnjim korisnicima. Objekti se onda modeluju i analiziraju korišćenjem dijagrama objekti-veze (ER dijagrami). Dijagram se može pregledati od strane dizajnera i krajnjeg korisnika da bi se osigurala njegova kompletnost i tačnost. Ako model nije tačan, modifikuje se, što ponekad zahteva da se prikupe dodatne informacije. Ciklus pregledanja i modifikovanja se nastavlja sve dok se ne dobije potvrda da je model korektan.

6.8.1. Razvoj konceptualnih modela

Objekti iz realnog sveta se u računarskoj primeni opisuju pomoću podataka. Podaci su zato apstrakcija realnosti, tj. sredstva za kodiranje osobina objekata iz realnog sveta. Modelovane, kao postupak kojim se realni svet svodi na određeni broj podataka, predstavlja kompleksan posao i sastoji se iz više koraka:

Izbor (selekcija): U prvom koraku se mnoštvo objekata iz realnog sveta redukuje na manji skup objekata, koji će činiti objekte modela. Npr. objekti mogu biti student, predmet, profesor, studentska služba, polaganje ispita i sl. U procesu selekcije ovaj broj objekata se može redukovati na manji broj, ako je cilj praćenje uspešnosti studiranja na fakultetu. Time se složenost realnog sistema smanjuje. Selekcija se ne odnosi samo na objekte nego i na njihove osobine, kao i na međusobne veze (relacije) između objekata.

Imenovanje: Svakom objektu u realnom svetu, svakoj vezi između uočenih objekata, kao i svakom atributu uočenog objekta ili veze dodeljuje se ime.

Klasifikacija: Nehomogeni skup objekata i odnosa se svrstava u homogene klase i tipove objekata. Klasifikacija uvek zavisi od područja primene.

Rezultat navedenih koraka modelovanja zove se konceptualni model. On sadrži, za posmatrani problem iz realnog sveta, sve relevantne tipove objekata, njihove osobine i međusobne veze. Rezultati proučavanja modela podataka doveli su do saznanja da svaki model podataka ima tri neodvojive komponente:

- strukturu podataka,
- operacije nad podacima,
- ograničenja (*constraints*).

Struktura i ograničenja, za razliku od operacija, opisuju stanje realnog sistema, tj. predstavljaju statički opis stanja sistema. Strukturu modela čine objekti, njihova svojstva, veze između objekata i njihovih svojstava. Operacije nad podacima u modelu su, u stvari, operacije nad strukturom modela kojima se izražava dinamika realnog sistema. Operacije izražavaju kretanje i promene tj. dinamiku realnog sistema. Ograničenja su pravila koja razdvajaju dopuštena od nedopuštenih stanja realnog sistema i u svojoj prirodi deo su strukture modela podataka. Ponekad se ne posmatraju kao odvojene komponenta, nego kao deo strukture modela podataka.

6.8.2. Entiteti

Modelima podataka nastoji se preslikati realan sistem. Realan sistem sastoji se od objekata iz realnog sveta i njihovih veza između kojih se uspostavljaju različiti odnosi. Pod entitetom se podrazumeva sve što se može jednoznačno odrediti, identifikovati i razlikovati. Tako široko postavljena definicija pokazuje da entitet može biti svaki "realan" ili "apstraktan" objekt o kojem u određenom trenutku razmišljamo. Entitet je realan ako fizički, stvarno postoji. Najopštije se može tvrditi da su granice entiteta u modelu podataka određene ljudskim pogledom i načinom razmišljanja.

Svaki entitet uočen u realnom sistemu ima svoje osobine koje ga čine složenim i njihove vrednosti omogućavaju razlikovanje entiteta. Svojstvo entiteta uključuje dva elementa - atribut i vrednost atributa (npr. entitet *Student* ima atribute: *Ime, Prezime, Broj indeksa, Adresu, Telefon* i sl. i vrednosti *Marko, Marković, 123/06, Danijelova, 15, 011/366-543* respektivno). Svaki put kada se promeni vrednost atributa, potrebno je promenu evidentirati, tj. ažurirati tu vrednost atributa za dati entitet.

Atribut opisuje entitet. Jedno konkretno pojavljivanje atributa naziva se vrednost. Ako je atribut dovoljno složen, tako da ima svoje dodatne atribute, može se posmatrati kao novi entitet.

Domen atributa je skup svih mogućih vrednosti koje atribut može poprimiti.

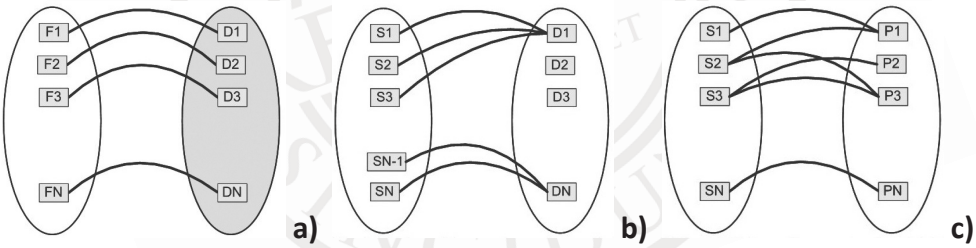
Primarni ključ je jedan ili više atributa čija vrednost jednoznačno određuje primerak entiteta. Na primer, za entitet *Auto*, primarni ključ je atribut registarski broj. Dva različita člana ili primerka entiteta ne mogu imati isti primarni ključ. Primarni ključ je jedinstven za svakog člana entiteta. Na primer, za entitet *Student* primarni ključ bi mogao biti broj indeksa.

6.8.3. Veze između entiteta

BP se ne odnosi samo na pojedinačne objekte nego i na odnose između objekata. U realnom sistemu objekti nisu međusobno izolovani, nego se nalaze u međusobnoj interakciji. Student se upisuje na fakultet, sluša predavanja iz pojedinih predmeta, prijavljuje polaganje ispita, polaže ispit itd. To su primeri logičkih i realnih veza između objekata, koje slede iz realnih odnosa u posmatranom sistemu studiranja na jednom fakultetu. Istražimo jedan skup odnosa između studenata koji slušaju predavanja kod određenog profesora. Postavlja se pitanje šta su u takvim odnosima objekti, koje su njihove osobine (atributi) i kako prikazati njihove odnose.

Identifikovati objekte, njihove osobine i odnose znači praktično izgraditi model podataka. U modelu podataka ne postoje samo atributi objekta, nego i veze između objekata. Prvo se selektuju objekti, imenuju se, a zatim se analiziraju tipovi odnosa koji se uspostavljaju između objekata. Odnosi između objekata posmatranja prikazuju se najčešće primenom logike skupova i preslikavanja njihovih elemenata.

Najjednostavniji odnos između dva objekata naziva se preslikavanje 1:1. Kod takvog preslikavanja svaki se element skupa X može preslikati na najviše jedan element skupa Y. Istovremeno, i svaki element skupa Y može biti preslikan na najviše jedan element skupa X. Karakterističan primer bi bio sa entitetima Fakultet i Dekan. Na jednom fakultetu može biti samo jedan dekan, a jedan dekan može biti dekan na samo jednom fakultetu. Takvi odnosi između entiteta su retki, a mogu se predstaviti slikom 6.11a:



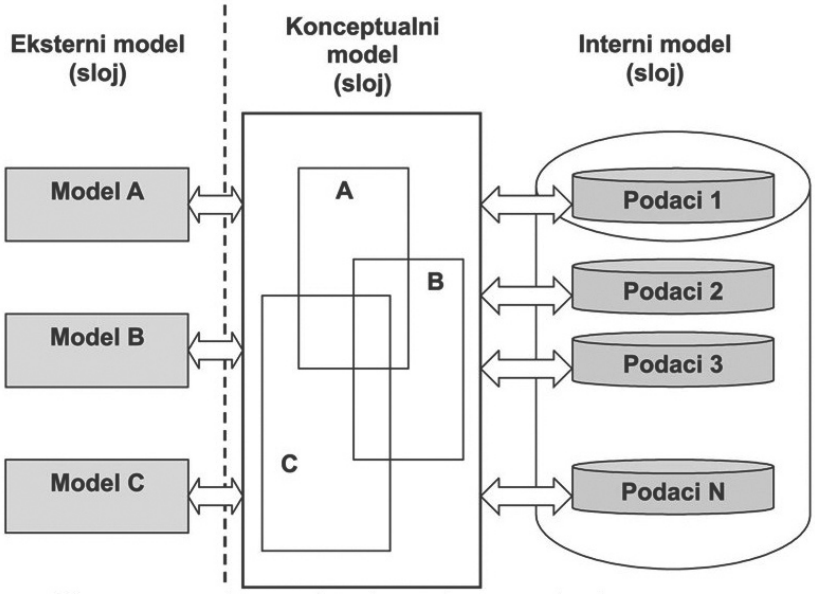
Slika 6.11 Preslikavanje entiteta 1:1 (a), N:1 (b) i M:N (c)

Druga vrsta odnosa naziva se preslikavanje N:1 (ili 1:N). Više elementa skupa X može se preslikati na najviše jedan element skupa Y. Istovremeno jedan element skupa Y može se preslikati na više elemenata skupa X. Pogodan primer za ovu vrstu odnosa između entiteta je odnos između entiteta Student i Dekan. Više studenata na jednom fakultetu ima samo jednog dekana, a jedan dekan je dekan za više studenata na svom fakultetu.

Najsloženije preslikavanje je tipa M:N. Svaki element prvog skupa može se preslikati na više elemenata drugog skupa, ali se i svaki element drugog skupa može preslikati na više elemenata prvog skupa. Karakterističan primer ovakvih veza postoji ako se uoče entiteti Student i Profesor. Jednom studentu predaje više profesora, a ujedno jedan profesor predaje za više studenata.

6.8.4. Troslojna arhitektura baza podataka

Model BP koji je danas u primeni prikazan je na Slici 6.12. Na bazi tog modela razvijeni su sistemi za upravljanje bazama podataka koji imaju troslojnu arhitekturu ili varijantu te arhitekture. Aplikativni programi komuniciraju s bazom podataka preko odgovarajućeg eksternog modela. Konceptualni nivo je najbliži stvarnosti. Taj se nivo definiše u procesu kreiranja modela podataka. Jedan od ciljeva modela podataka je oblikovanje podataka za sadašnje i buduće aplikacije. Može se reći da konceptualni nivo čine sve relacione šeme modela podataka, sve relacije i ograničenja. Spoljašnji nivoi (modeli A, B i C) formiraju se na temelju konceptualnog nivoa i predstavljaju samo pogled (VIEW) prema potrebama pojedinih korisnika.



Slika 6.12 Troslojna arhitektura BP

Unutrašnji (interni) sloj baze odnosi se na zapisivanje konceptualnog sloja na nekom medijumu za čuvanje (najčešće disku). Radi se o slogovima zapisanim u datotekama. Niži sloj, uslovno rečeno, ili nivo bliži disku od internog sloja BP, je operativni sistem, koji na osnovu logičkih adresa slogova čita sadržaj diska.

6.9. MODELI BAZA PODATAKA

Za modelovanje strukture podataka koriste se različite tehnike. Određeni modeli se lakše koriste za neke tipove sistema upravljanja bazama podataka nego drugi modeli. Model čini osnovu za osmišljavanje, definisanje i implementaciju BP.

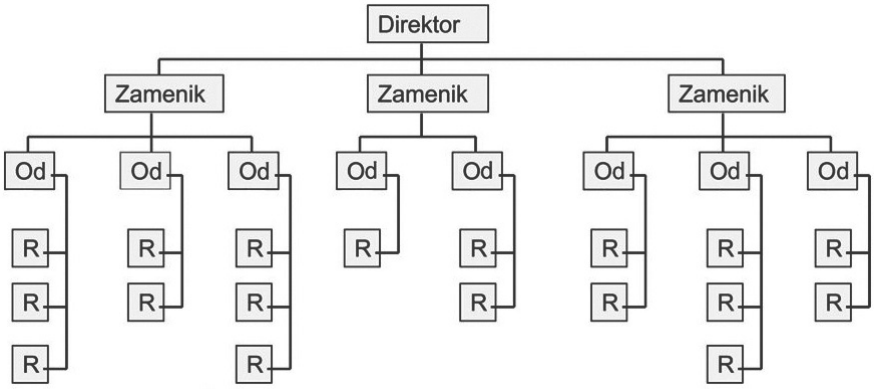
Istorijski gledano sistemi za upravljanje bazama podataka mogu se podeliti u sledeće osnovne modele:

- **Hijerarhijski model** – čine ga podaci složeni u hijerarhijsku strukturu;
- **Mrežni model** – može se predstaviti usmerenim grafikonom u kojem su čvorišta podaci, a lukovi među čvorištima definišu veze među podacima;
- **Relacioni model** – zasnovan na matematičkom pojmu relacije. Podaci i veze među podacima se prikazuju preko dvodimenzionalnih tabela.
- **Objektni model** – bazira se na konceptu objekata, koji predstavljaju skup podataka i operacija koje se na njima mogu izvršavati.

6.9.1. Hijerarhijski model

Hijerarhijski model je najstariji od svih modela BP, i za razliku od mrežnog, relacionog ili objektno orjentisanog, nema dobro dokumentovanu istoriju svoje koncepcije i početne verzije modela. Ovaj model se razvio iz informacionog sistema za upravljanje u 50-tim i 60-tim godinama prošlog veka. Usvojen je u mnogim bankama i osiguravajućim društvima koji ga, kao nasleđe, i danas koriste.

U hijerarhijskom modelu podaci su smešteni u seriju slogova (zapisa) Da bi se uspostavila veza između slogova, hijerarhijski model uspostavlja relaciju roditelj – naslednik. Ovo je takozvano 1:N mapiranje između slogova koje se radi korišćenjem stabla. U ovom modelu, relacije su takve da jedan naslednik može imati samo jednog roditelja, ali roditelj može imati više naslednika. Roditelji i naslednici su povezani vezama koje se nazivaju pokazivači (u fizičkoj realizaciji to je adresa u memoriji gde se slog nalazi). Roditelj ima listu pokazivača za svakog od svojih naslednika. Hijerarhijski model je dobro uređena struktura, koja podseća na hijerarhijsku strukturu u npr. državi, vojsci ili nekoj velikoj organizaciji.



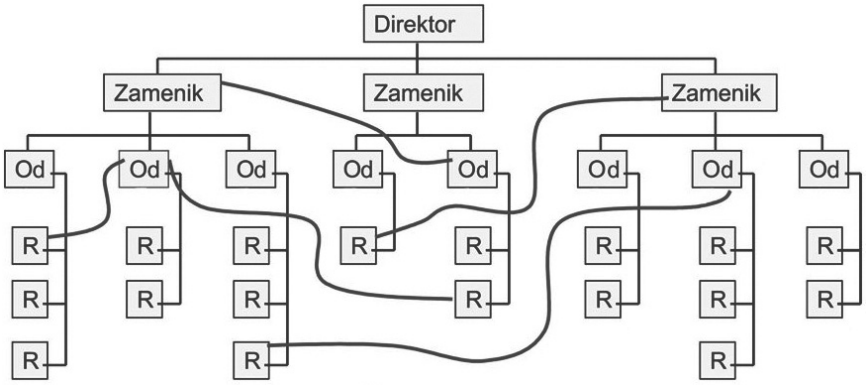
Slika 6.13 Šematski prikaz jednog hijerarhijskog modela

Hijerarhijski model ima ozbiljnih nedostataka. Na primer, ne može se dodati slog u tabelu naslednika dok se ne uključi u roditeljsku tabelu. Hijerarhijski model je sposoban da radi jedino sa jednostrukim stablima, ali ne može da se nosi sa povezivanjem ogranaka ili stvaranjem višestrukih veza. Zbog toga se stvara redundansa (višestruko pojavljivanje) podataka i mogućnost netačnog ažuriranja. Na primeru hijerarhijske organizacije nekog fakulteta koji ima katedre, profesore, studente itd. mogu se lako uočiti navedene slabosti. Lako je predstaviti da na jednoj katedri ima više profesora, ali se ne može predstaviti da jedan profesor radi na više katedri. Da bi se ovo uradilo, moraju postojati dva pojavljivanja istog profesora. To može dovesti do netačnosti kod ažuriranja podataka, npr. moguće je da informacije budu različite u dva zapisa, što vodi do konfuzije.

Hijerarhijski model se više ne koristi kao osnova za trenutne komercijalne sisteme, ali još uvek postoji mnogo nasleđenih sistema baziranih na ovom modelu. Zbog svih nedostataka koji postoje u hijerarhijskom modelu, razvijen je mrežni model.

6.9.2. Mrežni model

Mrežni model je prvi put predstavljen 1961. godine. Omogućava da se višestruki skupovi podataka koriste zajedno putem pokazivača (ili pointera). Neke kolone sadrže pokazivače na druge tabele umesto samih podataka. Na taj način, tabele su povezane pokazivačima i mogu se posmatrati kao mrežna struktura. Dok u hijerarhijskom modelu svaki slog ima jedan „roditeljski“ slog i neograničeno „naslednika“, mrežni model omogućava svakom zapisu da ima višestruke roditelje i naslednike, kreirajući mrežastu strukturu.



Slika 6.14 Šema mrežnog modela

Mrežni model se danas uglavnom ne upotrebljava za dizajniranje BP, ali ipak ima slučajeva gde se kao deo nasleđa koristi u nekim kompanijama. Predstavlja unapređenje hijerarhijskog modela, ali je kompleksan i težak za upotrebu. Pored toga, teško ga je podržati matematičkim aparatom, što onemogućava kasnije efikasno programiranje.

6.9.3. Relacioni model

Kao i mnoge druge tehnologije u računarskoj industriji, koreni relacionih BP potiču iz IBM-a i njihovog istraživanja automatizovanja kancelarijskih operacija u 60-tim i 60-tim godinama XX veka (1960.), IBM-ov istraživač *Ted Codd* je prezentovao prvi rad o relacionim bazama podataka. Zbog same tehničke prirode rada i oslanjanja na matematički aparat, njegova važnost nije odmah shvaćena. U srcu relacionog modela nalazi se koncept tabele (koja se naziva i relacija) u kojoj su smešteni svi podaci. Svaka tabela je načinjena od slogova (redova u tabeli), a svaki slog ima svoja polja (atribute). Osnovne karakteristike relacionog modela podataka su sledeće:

- Sve se predstavlja relacijama (tabelama);
- Zasniva se na strogoj matematičkoj teoriji;
- Minimalna redundansa podataka;
- Jednostavno ažuriranje podataka;
- Izbegnute su anomalije ažuriranja;
- Redosled kolona i redova ne utiče na informacioni sadržaj tabele;
- Ne mogu da egzistiraju dva identična reda (zapisa) u jednoj tabeli;
- Svaki red se može jednoznačno odrediti (postoji primarni ključ);
- ...

U relacionom modelu podataka klase objekata se predstavljaju tabelama. Na primer klasa *Student* se može opisati atributima *Broj indeksa* i *Ime*. Klasa *Knjiga* sa atributima *Šifra knjige* i *Naziv*. Trenutno stanje studenata i knjiga koje je uneseno u ove tabele može biti sledeće:

Student

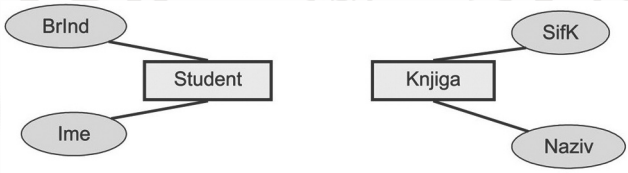
BrInd	Ime
75/01	Marko
22/02	Petar
156/03	Milan
112/02	Dragan

Knjiga

SifK	Naziv
001	Računovodstvo
002	Baze podataka
003	Osnove finansija
004	Poslovna informatika
005	Marketing

Slika 6.15 Tabela kao osnovni objekat relacione BP

Prethodna dva objekta sa svojim atributima grafički se mogu predstaviti na sledeći način:



Slika 6.16 Grafički prikaz objekata i njihovih atributa

U realnom svetu objekti međusobno stupaju u veze. Na jednom fakultetu studenti drže (pozajmljuju iz biblioteke) pojedine knjige. Može se uočiti da je veza između ova dva posmatrana objekta tipa M:N, tj. više studenata mogu da drže jednu knjigu, a jedna knjiga može biti kod više studenata. Neka je trenutna situacija iz realnog sveta prikazana na sledećoj slici:

Student

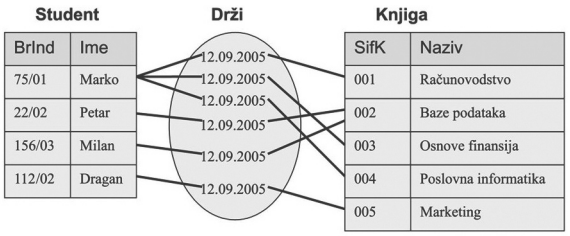
BrInd	Ime
75/01	Marko
22/02	Petar
156/03	Milan
112/02	Dragan

Knjiga

SifK	Naziv
001	Računovodstvo
002	Baze podataka
003	Osnove finansija
004	Poslovna informatika
005	Marketing

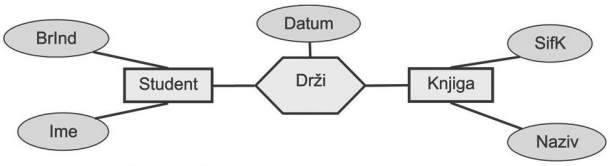
Slika 6.17 Veze između objekata realnog sveta – formira se klasa veza

Klasa veza se može posmatrati kao zaseban entitet, a taj entitet može da ima svoje posebne atribute. U našem primeru, klasa veza *Drži* može da ima kao atribut *Datum* od kada student drži određenu knjigu. Neka je trenutna situacija iz realnog sveta prikazana sledećom slikom



Slika 6.18 Klasa veza može da ima svoje atribute

Grafički prikaz navedenog dat je na sledećoj slici



Slika 6.19 Klasa veza može da ima svoje atribute

Suština relacionog modela je da se i klase objekata i klase veza između objekata predstavljaju na jedinstven način, tj. preko tabela. U našem primeru postoje tri tabele: STUDENT, KNJIGA i DRŽI. U relacionom modelu podataka tabela se definiše kao relacija, koja mora da ispuni odgovarajuće uslove. Svaka relacija mora da ima primarni ključ – jedan ili više atributa koji na jedinstven način opisuju svaki zapis u jednoj tabeli. Primarni ključ se pažljivo bira. Na primer u klasi studenata loš izbor primarnog ključa bi bio atribut *Ime*, zato što se mogu pojaviti dva studenta sa istim imenom. Dobar izbor primarnog ključa je atribut *Broj indeksa*, zato što ne postoje dva studenta sa istim brojem indeksa. Za klase objekata *Student* i *Knjiga* vrši se prevođenje u relacioni model na sledeći način (podvlačenjem su označeni atributi koji čine primarni ključ):

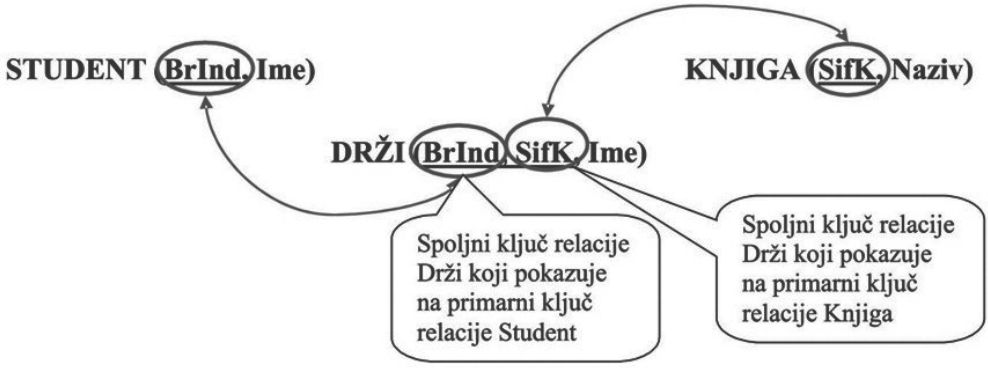
STUDENT (BrInd, Ime),

KNJIGA (SifK, Naziv)

Za klasu veza *Drži*, može se definisati prirodan primarni ključ u odnosu na objekte koje povezuje. U našem primeru relacija Drži bi glasila:

DRŽI(BrInd, SifK, Datum)

Dakle, za posmatrani realan slučaj gde studenti drže pojedine knjige, izvršeno je modelovanje preko tri tabele tj. relacije. Tabele STUDENT i KNJIGA imaju dve kolone, a tabela DRŽI tri kolone. Sve tabele su povezane. Povezivanje se vrši preko vrednosti atributa u relacijama. na sledeći način:



Slika 6.20 Relacije se povezuju vrednostima stranih i primarnih ključeva

Veoma je važno zapaziti da kako i gde su tabele smeštene ne pravi nikakvu razliku. Svaka tabela se identifikuje jedinstvenim imenom koje BP koristi da bi pronašla tabelu. Korisniku je potrebno samo da zna ime tabele. Nema potrebe da se vodi računa o tome kako su podaci smešteni na disku. Ovo je različito od hijerarhijskog i mrežnog modela u kojima korisnik mora da razume kako su podaci struktuirani unutar BP da bi mogao da ih pretražuje, unosi nove, ažurira ili briše postojeće slogove.

Zahtev za podatkom iz relacione BP se dobija izvršavanjem upita koji je napisan u posebnom jeziku, obično nekom od dijalekata SQL-a (programski jezik za rad sa relacionim bazama podataka). Iako je SQL originalno namenjen za krajnje korisnike, mnogo češće se SQL upiti ugrađuju u softver koji omogućava lakši korisnički interfejs. Kao odgovor na upit, BP vraća skup podataka, koji je u stvari lista redova koji sadrže odgovor. Najjednostavniji upit je da se dobiju svi redovi iz tabele, ali češće, redovi se filtriraju na neki način da bi se dobio traženi odgovor. Često se podaci iz više tabela kombinuju u jednu, procesom udruživanja.

6.10. TRANSAKCIJE

BP kontinuirano skladište informacije koje opisuju trenutno stanje preduzeća. Na primer, BP banke čuva trenutni bilans na svakom računu deponenta. Kada se u stvarnom svetu dogodi nešto što menja stanje preduzeća, mora da se uradi odgovarajuća promena podataka u bazi podataka. Ove promene se dešavaju uz pomoć programa koji se nazivaju transakcije koje deluju kada dođe do promena u stvarnom svetu. Na primer, kada klijent polaže novac u banku (događaj u stvarnom svetu), izvršava se transakcija depozita.

Obično se transakcijom naziva niz operacija nad bazom podataka koji odgovara jednoj logičkoj jedinici posla u realnom sistemu. Važno je istaći da se ta logička jedinica posla izvršava do kraja ili se poništava u celini. Drugim rečima, zahteva se da transakcija bude atomska (nedeljiva) i da svi koraci jedne transakcije moraju biti izvršeni ili ni jedan. U tom smislu, transakcija predstavlja osnovnu programsku jedinicu kojom se obezbeđuje očuvanje konzistentnosti baze.

Primer transakcije: Podizanje novca sa računa u banci. Kada banka primi zahtev, transakcija obuhvata sledeće korake:

1. Provera bankarske kartice;
2. Provera računa (stanje);
3. Ako je stanje ispod minimuma odbija se zahtev, u suprotnom se nastavlja;
4. Smanjuje se stanje na računu za zahtevani iznos;
5. Generiše se izveštaj o transakciji;
6. Isplaćuje se novac i daje izveštaj o transakciji;

Transakcija mora da kompletira sve korake, inače bi jedna od strana u transakciji imala štetu. Obrada transakcija je izuzetno važna u višekorisničkim aplikacijama. Kada više korisnika istovremeno unosi izmene u BP, više se ne možemo pouzdati u to da će uvek jedna izmena biti trajno upisana u bazu pre nego što započne naredna. Zbog toga u bazama podataka postoje mehanizmi kojima se može obezbediti da konkurentno izvršavanje transakcija daje iste rezultate kao kada se transakcije izvršavaju u serijskom redosledu.

6.10.1. Osobine transakcija

Transakcije imaju sledeće osobine (tzv. **ACID** osobine):

- **Atomnost (*atomicity*):** Atomnost podrazumeva skup aktivnosti nad bazom podataka po principu „sve ili ništa“. Ili su sve aktivnosti uspešno obavljene ili je BP

ostala nepromenjena. To znači da se ne može desiti da se samo deo promene desi u bazi podataka u slučaju softverske ili hardverske greške.

- **Konzistentnost (consistency):** Konzistentnost znači da transakcija treba da prevede BP iz jednog u drugo konzistentno stanje. Na primer, ako se transakcijom vrši prebacivanje novca sa jednog računa na drugi račun u banci, ukupna suma novca pre i posle izvršenja transakcije se ne može promeniti.
- **Izolacija (izolation):** Izolacija znači da kada se dve ili više transakcija izvršavaju istovremeno, njihovi efekti moraju biti međusobno izolovani. Efekti koje izazovu transakcije koje se obavljaju istovremeno moraju biti jednaki efektima nekog njihovog serijskog (jedna posle druge) izvršenja. Zbog povećanja paralelizma u obradi transakcija dozvoljavaju se različiti nivoi izolovanosti.
- **Trajnost (durability):** Trajnost znači da kada se transakcija završi (potvrđene promene), njeni efekti ne mogu biti izgubljeni, čak i ako se neposredno po njenom okončanju desi neki ozbiljan otkaz sistema.

6.10.2. COMMIT i ROLLBACK

Obezbeđenje **ACID** osobina transakcije se radi upotrebom određenih metoda i instrukcija:

- transakcija počinje sa BEGIN TRANSACTION,
- završava se sa COMMIT, čime se potvrđuju promene u bazi podataka ako su sve instrukcije uspešno izvršene,
- završava se sa ROLLBACK, ako sve instrukcije nisu uspešno završene.

Transakcija počinje pozivanjem metode BEGIN TRANSACTION, čime se označava početak niza operacija koje čine jednu logičku jedinicu. Metoda COMMIT preuzima sve izmene načinjene od poslednjeg mesta na kome je bila pozvana metoda BEGIN TRANSACTION i upisuje ih na disk. Metoda ROLLBACK deluje na suprotan način od COMMIT – ona poništava sve izmene i vraća stanje kakvo je bilo pre poslednjeg poziva naredbe COMMIT.

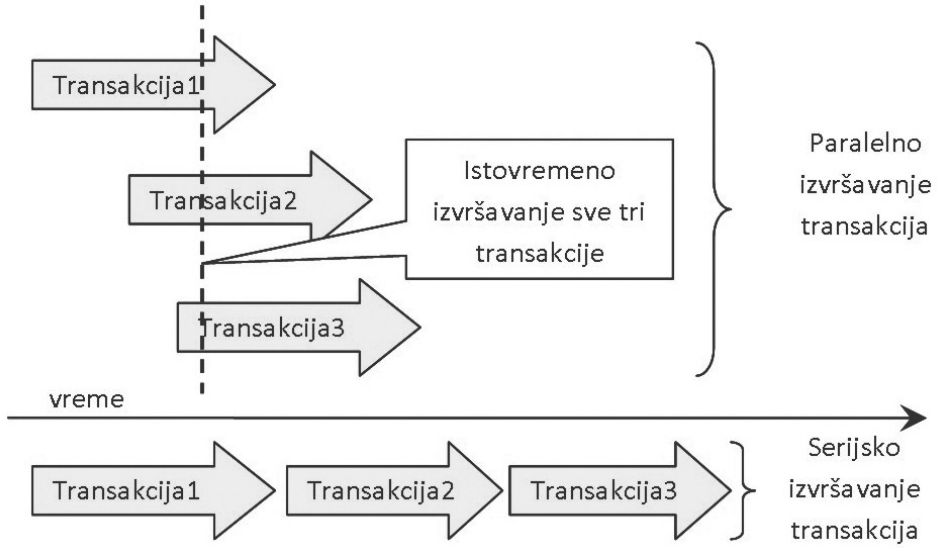
DBMS poseduje i održava dnevnik transakcija (tj. dnevnik aktivnosti, log file). Za svaku transakciju i za svaki objekat BP koji je DBMS ažurirao čuva se:

- vrednost pre ažuriranja (*before-image*)
- vrednost posle ažuriranja (*after-image*).

Na naredbu ROLLBACK, DBMS koristi vrednosti pre za datu transakciju. Pre COMMIT naredbe sistem prvo upisuje vrednosti pre i posle u log fajl. Ako se prekine COMMIT naredba, mogu se pročitati vrednosti posle sa log fajla, što omogućava očuvanje konzistentnog stanja.

6.10.3. Konkurentno izvršavanje transakcija

Nad modernim bazama podataka transakcije se ne obavljaju u izolovanosti već konkurentno. Više transakcija mogu istovremeno zahtevati iste resurse, isti zapis BP itd. U takvim situacijama otvara se mogućnost da nekontrolisan međusobni uticaj transakcija dovede do nekonzistentnog stanja.



Slika 6.21 Paralelno i serijsko izvršavanje transakcija

DBMS upravlja konkurentnim radom više aplikacija (korisnika), obezbeđuje sinhronizaciju njihovog rada, a sve u cilju sprečavanja štetnih posledica pri promenama koje se vrše nad bazom podataka u višekorisničkom okruženju.

6.11. OPORAVAK BAZE PODATAKA

Oporavak BP (*RECOVERY*) predstavlja proces vraćanja BP u korektno stanje. Sasvim je realno, i dešava se, da usled otkaza sistema mora da se uradi oporavak BP. Uzroci otkaza mogu biti različiti: greške u programiranju, greške u operativnom sistemu, nestanak napajanja...

Proces oporavka se zasniva na redudansi podataka, tj. postojanje rezervnih kopija, koje mogu da se čuvaju na disku, traci... Tako, u slučaju otkaza sistema, oštećena BP se rekonstruiše u ispravno stanje na osnovu poslednje kopije, a nekonzistentno stanje se rešava tako što se poništavaju nekonzistentne promene, a transakcije se ponavljaju.

Trajnost podrazumeva da nijedna promena u bazi podataka koju je napravila započeta transakcija, ne sme biti izgubljena. Iz tog razloga, a pošto hard disk može da zakaže, BP se mora čuvati na različitim hard diskovima. Jednostavan primer postizanja trajnosti jeste čuvanje različitih kopija BP na različitim diskovima. Pošto je istovremeni pad oba diska malo verovatan, velika je verovatnoća da će barem jedna kopija hard diska biti uvek dostupna. Slika hard-diska (duplikat – *mirrored disk*) je sistem čuvanja po kome, kad god aplikacija zahteva da disk izvrši operaciju upisa, sistem simultano beleži istu informaciju na dva različita diska. Tako je prvi disk identična kopija, ili disk imidž, onog drugog.

U transakcijama koje obrađuju aplikacije, sistem disk imidža može da dostigne izuzetnu dostupnost sistema. Ukoliko jedan disk imidž padne, sistem može da nastavi dalje koristeći drugi, bez usporavanja ili zaustavljanja. Kada se zameni disk koji je zakazao, sistem mora da ponovo sinhronizuje oba. Nasuprot tome, kada se trajnost postiže samo pomoću LOG fajla (dnevnika), proces oporavka nakon pada hard diska može trajati znatno duže, a u toku tog perioda sistem je nedostupan korisnicima. Ipak, treba podsetiti da čak i kada transakcija u procesu koristi disk imidž, i dalje se mora koristiti dnevnik kako bi se postigla atomičnost – na primer, da bi se poništila transakcija nakon pada.

6.12. ZAKLJUČAK

Baze se koriste za skladištenje, manipulaciju i dobijanje podataka u organizacijama svih vrsta. BP je organizovan skup logički povezanih podataka. Podatak definišemo kao predstavnika objekta ili nekog događaja, koji bi bili od važnosti u korisnikovom realnom okruženju. Informacija je podatak koji je tako obrađen da nakon njegove upotrebe, korisnik oplemenjuje svoja saznanja.

Metapodatak jeste onaj podatak koji opisuje karakteristike korisničkih podataka i kontekst tih podataka. Sistem za upravljanje bazom podataka (DBMS) je softverski sistem koji se koristi da stvara, održava i obezbeđuje kontrolu nad pristupom bazama podataka.

Klasični sistemi zasnovani na datotekama i programskim jezicima su razvijeni u ranijoj računarskoj eri, kako bi računari mogli da skladište, manipulišu i izvlače velike fajlove podataka. Ovi sistemi (i danas u upotrebi) su imali veliki niz nedostataka kao što su zavisnost između podataka i programa, dupliranje podataka, njihova podela, kao i vreme izvršenja. Pristup preko BP nastao je kao odgovor na te nedostatke. Tehnologija BP je počela sa razvojem tokom šezdesetih godina prošlog veka, i od tada se razvija bez prekida, sa tendencijama ka daljem usavršavanju i uklanjanju bilo kakvih poteškoća kada su u pitanju upravljanje, pristup i održavanje podataka u bazi podataka.

Informacioni sistemi pojedinih firmi omogućavaju upravljanje podacima koji su bitni za njeno poslovanje. Kako je broj internih podataka i podataka iz okruženja ogroman nemoguće je sve podatke i sve uočene detalje opisati i sačuvati unutar informacionog sistema. Postupkom selekcije identifikuju se i čuvaju samo relevantni podaci i stvaraju modeli realnog sveta. Oni su izraz i posledica zahteva za obradom podataka relevantnih za određeno područje primene.

BP kontinuirano skladište informacije koje opisuju trenutno stanje preduzeća. Kada se u stvarnom svetu dogodi nešto što menja stanje preduzeća, mora da se uradi odgovarajuća promena podataka u bazi podataka. Ove promene se dešavaju uz pomoć programa koji se nazivaju transakcije. Transakcija je niz operacija nad bazom podataka i odgovara jednoj logičkoj jedinici posla u realnom sistemu, koja se izvršava do kraja ili se poništava u celini.

6.13. KLJUČNI TERMINI

Data warehouse (Skladište podataka) – mesto gde organizacije čuvaju kopije svih svojih podataka; skladište više baza podataka; podaci o podacima.

Database (BP) **–** kolekcija informacija sačuvanih u organizovanoj formi u računaru.

Database management system-DBMS (Sistem za upravljanje bazama podataka) **–** program/sistem programa pomoću kojih se definiše BP, održava BP i određuju prava pristupa korisnicima (npr. *Access, SQL server, MySQL, Oracle, Sybase*, i sl.)

Distributed database (Distribuirana BP) – BP gde se podaci nalaze smešteni na više računara, a pristupa im se preko mreže, tj. podaci nisu na jednoj lokaciji.

Export data (izvoz podataka) **-** operacija koju koristi program BP za prenošenje određenih zapisa i polja u druge programe.

Field (Polje**) –** mesto za upis vrednosti odgovarajućeg atributa.

Import data (Uvoz podataka) **–** operacija korišćena od strane programa BP da prima različite vrste podataka (najčešće kreiranih od strane drugog programa).

Interactive processing (Interaktivna obrada**) –** nasuprot grupne obrade (*batch processing*), obrada podataka se izvodi odmah nakon izdavanja instrukcije.

Query (Upit) **–** zahtev za dobijanje informacija iz BP.

Query language (Upitni jezik) – programski jezik za postavljanje upita.

Record (Zapis) **–** skup polja koji se odnosi na jednu osobu, proizvod ili događaj.

Relational database (Relaciona BP) **–** BP u kojoj su svi podaci organizovani u međusobno povezanim tabelama, kako bi se promena u jednoj tabeli odrazila istovremeno promenom i u drugoj tabeli.

Report (Izveštaj) **–** lista izabranih zapisa ili podataka u formi lakoj za čitanje.

Search (Pretraga) – zahtev za pronalaženjem zapisa u BP.

SQL - Structured Query Language (Strukturni upitni jezik) **–** jezik podržan od većine modernih DBMS. Služi za definisanje baze (DDL), kontrolu prava pristupa (DCL) i za manipulaciju podacima (DML), a najviše se koristi za postavljanje upita.

PITANJA ZA PONAVLJANJE

- ☑ Šta je osnovna prednost računarskih BP?
- ☑ Kako se naziva organizovana kolekcija podataka koja je smeštena u računar?
- ☑ Iz čega se tipično sastoji relaciona BP?
- ☑ Kako se naziva podatak o konkretnom prezimenu osobe u bazama podataka?
- ☑ Navedite tipove polja za podatak.
- ☑ Kojeg tipa treba da bude polje za broj prodatih automobila u prodavnici?
- ☑ Koji je najefikasniji način za pronalaženje željenog podatka u veoma velikoj bazi podataka?
- ☑ Kako se naziva postavljanje upita na engleskom jeziku i šta označava SQL?
- ☑ Kako se naziva program koji posreduje između BP na disku i korisničkih aplikacija?
- ☑ Koje su osnovne funkcije sistema za upravljanje bazama podataka (DBMS)?
- ☑ Koji je dobar izbor primarnog ključa u tabeli za evidenciju studenata na jednom univerzitetu?
- ☑ Navedite egzistencijalni uslov koji mora da ispuni primarni ključ jedne tabele?
- ☑ Objasniti ulogu spoljašnjih ključeva.
- ☑ Objasniti tipove veza između objekata.
- ☑ Šta su entiteti, a šta njihovi atributi?
- ☑ Šta je primarni ključ jedne relacije?
- ☑ Navedite i analizirajte različite modele baza podataka.
- ☑ Koje osobine imaju transakcije?
- ☑ Šta je konkurentno izvršavanje transakcija?
- ☑ Kako se vrši oporavak baza podataka?

7. RAČUNARSKE MREŽE

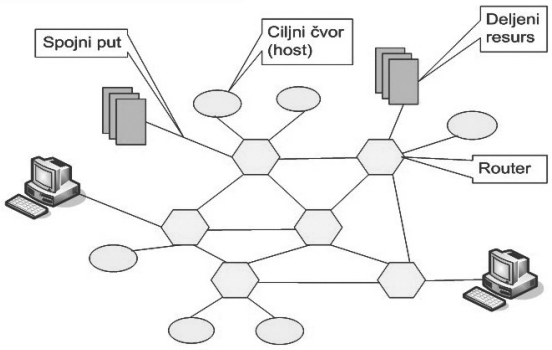
Potreba za informacijama naterala je čoveka da uspostavlja veze sa raznim izvorima informacija i da stvara mreže preko kojih će sebi olakšati prikupljanje, prenos, skladištenje i obradu podataka. Naglim razvojem računarske tehnologije poslednjih godina (povećanje performansi uz pad cena) i sa pravom eksplozijom Interneta, broj korisnika računara i računarskih mreža raste vrtoglavom brzinom. Sa sve moćnijom računarskom opremom svakodnevno se uvode novi servisi, a istovremeno se sa umrežavanjem postavljaju viši standardi. Vremenom su se mrežni sistemi razvijali da bi danas dostigli nivo praktičnog efikasnog okruženja za razmenu podataka. U ovoj lekciji razmatraju se koncepti i standardi umrežavanja neophodni za razumevanje računarskih mreža.

7.1. UVOD

Počeci umrežavanja vezuju se za prve telegrafske i telefonske linije kojima su se prenosile informacije do udaljenih lokacija. Dostupnost i fleksibilnost tehnologija današnjih savremenih računarskih mreža omogućava da se sa bilo koje tačke na planeti može povezati na mrežu i doći do željenih informacija. U poređenju sa nekadašnjom cenom korišćenja servisa mreža, cena eksploatisanja današnjih mreža je sve niža. Računarske mreže su danas nezamenjivi deo poslovne infrastrukture kako malih, tako i velikih organizacija. Poznavanje tehnologije i korišćenje mreža nije samo stvar opšte kulture. U mnogim segmentima poslovanja primena računarskih mreža može da obezbedi prednost organizacijama na tržištu (npr. elektronska trgovina omogućava i malim firmama konkurentnost na tržištu).

Računarska mreža u svojoj osnovi je skup dva ili više računara, koji su povezani medijumom za povezivanje i koji međusobno mogu da komuniciraju i dele resurse. Koristi se za prenos kako digitalnih tako i analognih podataka, koji moraju biti prilagođeni odgovarajućim sistemima za prenos. Mrežom se prenose računarski podaci, govor, slika, video, a aplikacije na stranama korisnika mogu biti takve da se zahteva prenos podataka u realnom vremenu (govor, video i sl.) ili to ne mora biti uslov (elektronska pošta, prenos datoteka i sl.). Mreža se sastoji od računara, medijuma za prenos (žica, optičko vlakno, vazduh) i uređaja kao što su čvorišta, svičevi, ruteri itd. koji čine infrastrukturu mreže. Neki od uređaja, kao što su mrežne kartice, služe kao veza između računara i mreže.

Svaka mreža se može svesti na sledeće dve osnovne celine: hardversku i softversku. Hardversku celinu sačinjavaju mrežni čvorovi (*nods*) u kojima se vrši obrada informacija, fizičkih spojnih puteva i deljenih resursa. Čvorovi se delovi mreža u kojima dolazi do obrade podataka. Postoje dve vrste čvorova: čvorovi u kojima se vrši stvarna obrada i oni predstavljaju ciljne čvorove (*hosts*), i čvorovi kojima je uloga da usmeravaju informacije (*routers*). Deljeni resursi su hardverski (štampači, ploteri, faks mašine, diskovi i sl.) ili softverski elementi (datoteke, baze, aplikacije i sl.). Softversku celinu mreže čine protokoli – pravila po kojima se vrši komuniciranje (razmena podataka) u mreži i operativni sistemi koji su u direktnoj komunikaciji sa hardverom računara i imaju podršku za mrežni hardver i mrežne protokole.

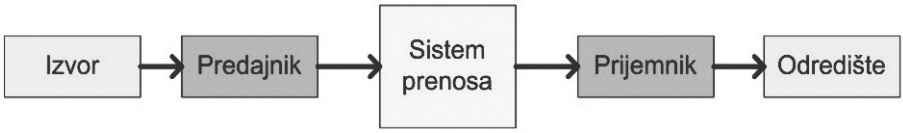


Slika 7.1 Osnovna arhitektura mreže

7.2. KOMUNIKACIONI SISTEM

Računarska mreža se može posmatrati kao komunikacioni sistem, gde se informacija generisana na predajnoj strani (izvorište poruke) dostavlja željenom odredištu. Osnovni elementi komunikacionog sistema su:

- Izvor (*source*) – generisanje podataka za prenos
- Predajnik (*transmitter*) – Transformiše generisane podatke u oblik pogodan za prenos (npr. modem digitalne podatke iz PC računara transformiše u analogni signal koji se može preneti preko PSTN)
- Prenosni sistem (*tramission sistem*) – može biti jednostavna linija ili kompleksna mreža koja spaja izvor i odredište.
- Prijemnik (*receiver*) – Prihvata signal iz prenosnog sistema i transformiše ga u oblik pogodan za prijem
- Odredište (*destination*) – prihvata prenete podatke



Slika 7.2 Model komunikacionog sistema

Ključni poslovi u komunikacionom sistemu su:

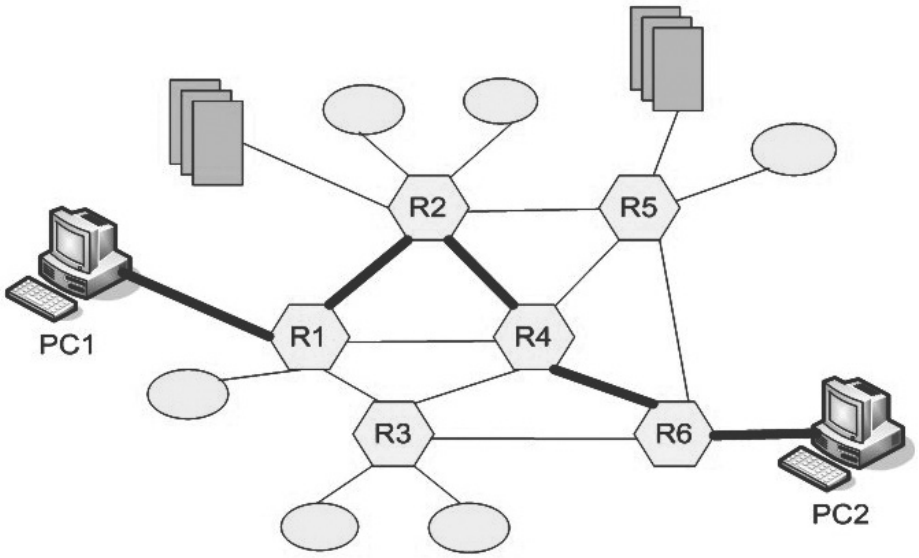
- Povezivanje (*interfacing*) uređaja na komunikacioni sistem
- Generisanje signala (*signal generation*) – propagacija, regeneracija, domet itd.
- Sinhronizacija (*synchronization*) predajnika i prijemnika
- Razmena podataka (*exchange management*) – prema odgovarajućem protokolu
- Otkrivanje i ispravljanje grešaka (*error detection and correction*) npr. kod slanja datoteka
- Kontrola toka (*flow control*) usaglašavanje brzine slanja i brzine prijema podataka
- Adresiranje i usmeravanje (*addressing and rout*ing) – čim postoje više od dva učesnika
- Oporavak (*recovery*) – mogućnost da se transfer podataka nastavi od mesta prekida
- Formatiranje podataka (*message formatting*) dogovor učesnika
- Zaštita (*security*), na prenosnom putu, autentičnost podataka
- Upravljanje mrežom (*network management*) – mreža je kompleksan sistem, koji ne radi sam po sebi. Neophodno je mrežu konfigurisati, monitorisati, intervenisati i inteligentno planirati za buduću namenu.

7.3. VRSTE PRENOSA PODATAKA

U računarskim mrežama postoje dva dijametralno suprotna načina prenosa podataka. Kod prvog načina, koji je stariji, veza između izvorišta poruke i odredišta uspostavlja se kroz čvorove mreže, na način da se zauzima kompletan spojni put. Karakterističan primer je javna telefonska komutirana mreža (PSTN). Drugi tip je paketski način prenosa, gde se poruka deli u manje celine – pakete (okvire), a kroz mrežu se paketi mogu preusmeravati po različitim spojnim putevima. Ovakav način prenosa je karakterističan kod Interneta.

7.3.1. Prenos podataka sa komutacijom veza (*circuit switched*)

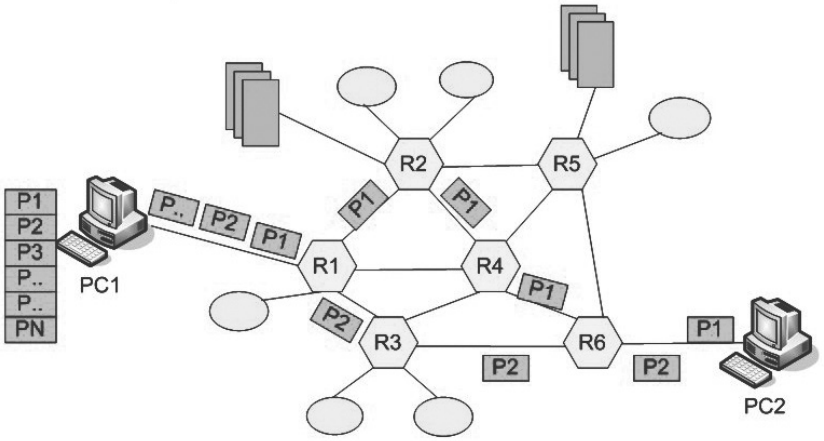
U ovom tipu prenosa podataka između dva učesnika u komunikaciji uspostavlja se čvrsta direktna veza, a ukupna informacija se prenosi putanjom koja je utvrđena u toku uspostave veze. Na primer, ako računar PC1 želi da komunicira sa računarom PC2 prvo se uspostavlja veza između ova dva računara i ta veza postoji samo za dati prenos podataka. Ako neki treći računar poželi da komunicira sa računarom PC2 u tom trenutku, to neće biti moguće po istom spojnom putu. Osnovna karakteristika ovakvog načina prenosa podataka je da se podaci mogu prenositi uspostavljenom vezom maksimalnom brzinom koja je moguća, tj. u potpunosti se može koristiti kompletan frekvencijski opseg uspostavljenog spojnog puta (komunikacionog kanala) za prenos podataka.



Slika 7.3 Prenos podataka sa komutacijom veza

7.3.2. Prenos podataka sa komutacijom paketa (*packett switched*)

Kod ovog načina prenosa podataka između dva učesnika, prvo se informacija koja se razmenjuje deli u pakete, odgovarajuće strukture (dužina paketa, redni broj, adresa odredišta, prioritet i sl.). Paketi se upućuju do prvog čvora u mreži (rutera), a u svakom ruteru se vrši nezavisno usmeravanje paketa. Izbor putanje u ruterima se vrši na osnovu više kriterijuma koji važe u datom trenutku. Paketi prolaze različite putanje od izvorišta do odredišta. Na odredištu se vrši slaganje paketa u prvobitan redosled da bi se dobila potpuna informacija. Ovakav način prenosa podataka je karakterističan za računarske mreže gde većinu mrežnog saobraćaja čine kratki naleti podataka sa praznim prostorom između i koji su obično vremenski duži od "popunjenih". Suština ovakvog načina prenosa podataka je da se u praznim prostorima mogu slati paketi koje šalje neki treći učesnik. Dakle, podaci od različitih izvorišta mogu prolaziti istim spojnim putem. Ovo je daleko žilaviji način prenosa, zato što paketi najčešće mogu da nađu bar jedan slobodan spojni put. Mana je što je efektivna brzina slanja podataka na ovaj način manja od maksimalne koju dozvoljava propusni opseg kanala, zato što ga koriste više učesnika u komunikaciji.



Slika 7.4 Prenos podataka sa komutacijom paketa

7.4. RAZLOZI ZA UMREŽAVANJE

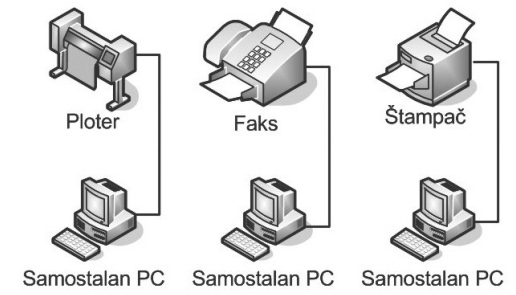
Danas kada su računari relativno dostupni svakom i uz to su izuzetno moćni, umrežavanje povećava efikasnost i smanjuje troškove poslovanja. Osnovni razlozi za umrežavanje su:

- zajedničko korišćenje informacija – efikasno komuniciranje učesnika,
- zajedničko korišćenje hardvera i softvera.

Konkretnije, računari koji su u mreži mogu zajednički da koriste:

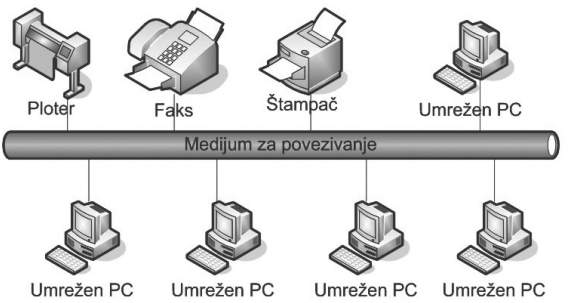
- dokumente (memorandume, tabelarne proračune, fakture)
- elektronsku poštu
- softver za obradu teksta
- softver za praćenje projekata
- ilustracije, fotografije, video i audio datoteke
- audio i video prenose
- štampače
- faks mašine
- modeme
- CD-ROM jedinice i druge prenosive jedinice
- Diskove
- …

Pre pojave računarskih mreža, bilo je neophodno da svaki korisnik ima svoj štampač, ploter, faks i druge periferijske uređaje. Jedini način da više korisnika koristi isti uređaj je bio da se naizmenično koristi računar sa kojim je taj uređaj povezan.



Slika 7.5 Samostalne PC konfiguracije

Pojava mreža je otvorila mogućnost da više korisnika istovremeno koristi zajedničke informacije, ali i periferijske uređaje. Ukoliko je štampač neophodan većem broju korisnika koji su u mreži, svi mogu da koriste zajednički mrežni štampač.



Slika 7.6 Zajedničko korišćenje hardvera u mrežnom okruženju

Mreže se mogu upotrebiti i za zajedničko i standardizovano korišćenje aplikacija, kao što su programi za obradu teksta, programi za tabelarne proračune ili baze podataka, u situacijama kada je bitno da svi koriste iste aplikacije i iste verzije tih aplikacija. Dalje, jednostavnije je i bolje da ljudi potpuno savladaju jedan program, nego da moraju da rade sa četiri ili pet različitih programa. Kada su računari umreženi, to značajno pojednostavljuje i njihovu podršku. Za jednu kompaniju je daleko efikasnije kada tehničko osoblje održava jedan operativni sistem i kada su svi računari identično podešeni prema konkretnim potrebama te kompanije.

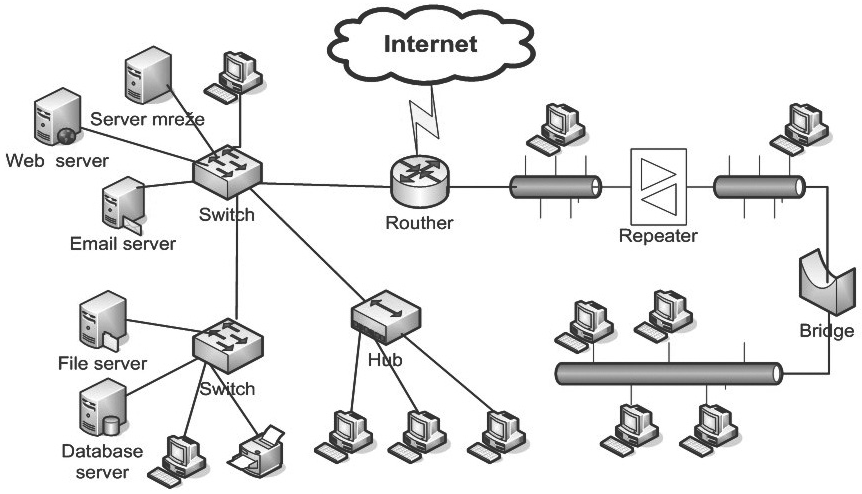
7.5. VRSTE RAČUNARSKIH MREŽA PREMA PROSTORU KOJI OBUHVATAJU

Prema prostoru koji obuhvataju, računarske mreže se mogu podeliti na:

- lokalne (LAN), i
- regionalne računarske mreže (WAN) – mreže šireg područja.

7.5.1. Lokalna računarska mreža (*Local Area Network*, LAN)

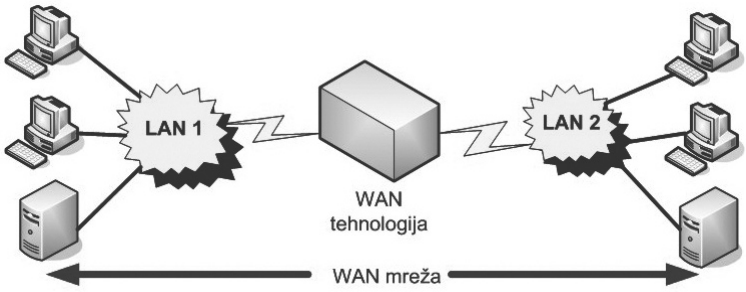
Predstavlja osnovu svake mreže. Ona može biti jednostavna kada imamo dva računara povezana kablom, ili složena kada su povezani na stotine računara i periferijskih uređaja u jednoj velikoj organizaciji. Osnovno obeležje lokalne računarske mreže je to što je ona prostorno ograničena.



Slika 7.7 Lokalna računarska mreža (LAN)

7.5.2. Regionalna računarska mreža (*Wide Area Netwo*rk, WAN),

Nije prostorno ograničena. Ona može da poveže računare i uređaje širom sveta. Regionalnu računarsku mrežu čini veliki broj povezanih lokalnih mreža. Za povezivanje se koriste usluge telekomunikacionih operatera. Neke od tehnologija za povezivanje LAN-ova su: E1(T1), E3(T3), ATM, ISDN, ADSL, *Frame Relay*, radio veze i slično. Ove mreže se nazivaju i okosnice ili kičma-mreže (*backbone*).

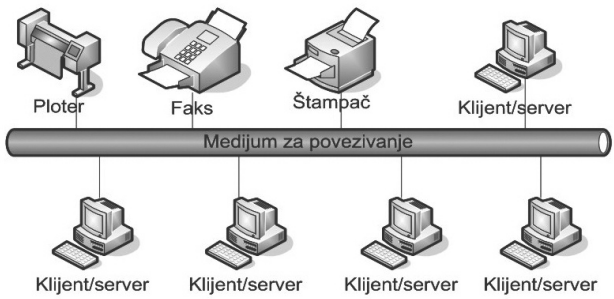


Slika 7.8 Regionalna računarska mreža (WAN)

7.6. PRISTUP UMREŽAVANJU

7.6.1. Mreže ravnopravnih računara

Kod mreža ravnopravnih računara (*peer-to-peer* mreže) ne postoje namenski serveri niti hijerarhija računara. Svi računari su jednaki, odnosno ravnopravni. Nude jednostavan pristup povezivanju računara radi zajedničkog korišćenja resursa i međusobne komunikacije. Svaki računar funkcioniše i kao klijent i kao server, pa ne postoji administrator koji bi bio odgovoran za celu mrežu. Korisnik svakog računara sam određuje koji se podaci sa njegovog računara mogu deliti preko mreže..



Slika 7.9 U mreži ravnopravnih korisnika računari funkcionišu i kao klijenti i kao serveri

Mreže ravnopravnih računara se često nazivaju i radne grupe. Ovakvu mrežu najčešće čini do 10 računara. Takve mreže su relativno jednostavne. U situaciji kada svaki računar funkcioniše i kao klijent i kao server, ne postoji potreba za moćnim centralnim serverom, ili drugim karakterističnim komponentama mreža velikog kapaciteta. Stoga su ove mreže jeftinije od serverskih mreža.

U tipičnom mrežnom okruženju, ova vrsta mreža pruža sledeće prednosti:

- Umrežavanje je jednostavno
- Ne zahteva se kupovina posebnog softvera za umrežavanje
- Korisnici su sami sebi administratori i sami planiraju bezbednost.
- Ispad nekog računara iz mreže ima uticaj samo na eventualno deljene resurse na datom računaru. Ostali računari mogu da nastave rad.

Ove mreže su dobar izbor u sledećim situacijama:

- Na lokaciji ima manje od 10 korisnika.
- Korisnici dele zajedničke resurse, kao što su datoteke i štampači, ali ne postoje specijalizovani serveri.
- Pitanje bezbednosti nije značajno.
- U doglednoj budućnosti organizacija i mreža se neće previše širiti.

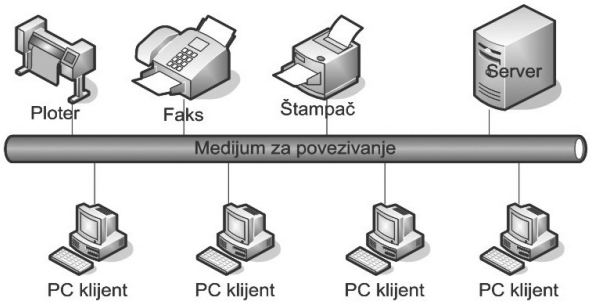
Bezbednost, sprečavanje neovlašćenog pristupa računarima i podacima, podrazumeva definisanje lozinke za resurs, recimo za određeni direktorijum, koji se koristi preko mreže. U mreži ravnopravnih korisnika, svaki korisnik sam podešava sopstvenu bezbednost, pa je zato teško sprovesti centralnu kontrolu. Ovaj nedostatak kontrole ima značajne posledice na bezbednost mreže, jer pojedini korisnici mogu da ne primenjuju nikakve mere bezbednosti. Stoga, ukoliko je bezbednost bitan faktor, bolje rešenje predstavlja serverska mreža.

7.6.2. Serverske mreže

U mreži sa više od 10 korisnika, mreža ravnopravnih korisnika u kojoj se računari ponašaju i kao klijenti i kao serveri, nije pravo rešenje. U takvim situacijama postoje namenski serveri. Namenski server je računar čija je jedina uloga opsluživanje mreže i ne koristi se kao klijent ili radna stanica. Za servere se kaže da su „namenski" zato što oni sami ne mogu biti klijenti, već su optimizovani da brzo opsluže zahteve mrežnih klijenata i osiguraju bezbednost datoteka i direktorijuma.

Kako se mreža povećava sa brojem računara, njihove međusobne udaljenosti i saobraćaja između njih, nastaje potreba za većim brojem servera. Podela poslova na nekoliko servera obezbeđuje da se svi poslovi obavljaju na najefikasniji mogući način. Raznovrsnost i složenost poslova koje serveri treba da obave je velika. Mnoge velike mreže imaju različite vrste servera.

- **Server za datoteke i štampanje:** Server za datoteke i štampanje upravlja pristupom korisnika i korišćenjem datoteka i štampača kao resursa. Dokument sa kojim korisnik želi da radi, a koji se čuva na serveru za datoteke i štampanje, učitava se u memoriju njegovog računara, tako da se može lokalno uređivati i koristiti. Ova vrsta servera služi za čuvanje datoteka i podataka.



Slika 7.10 Serverska mreža

- **Server za aplikacije:** Server za aplikacije klijentu na raspolaganje stavlja serversku stranu aplikacije klijent/ server. Razlika između servera za datoteke i štampanje i servera za aplikacije nalazi se u načinu odgovora na zahtev računara koji je zatražio podatke. U slučaju servera za datoteke i štampanje, podaci ili datoteke se učitavaju u računar koji ih zatraži. Međutim, kod servera za aplikacije, baza podataka ostaje na serveru, a u računar koji je zatražio podatke učitavaju se samo rezultati zahteva. Umesto da se u lokalni računar učitava čitava baza podataka, učitavaju se samo rezultati koji se dobijaju kao odgovor na upit. Na primer, ukoliko nam je iz baze podataka radnika potrebno da izdvojimo one koji su rođeni u novembru, server za aplikacije nam, na naš zahtev, neće odgovoriti učitavanjem čitave baze podataka. Na lokalni računar će biti poslat samo odgovor na postavljeni zahtev.
- **Komunikacioni server:** Komunikacioni serveri upravljaju protokom podataka i elektronskih poruka između mreže u kojoj je sam server i drugih mreža, glavnih računara i udaljenih korisnika. E-pošta (E-mail) je važna komponenta savremene komunikacije. U većini slučajeva, serveri elektronske pošte slični su serverima aplikacija, jer poruke e-pošte obično ostaju na serveru.
- **Serveri za organizaciju podataka:** Ovi serveri omogućavaju korisnicima da pronađu, smeste i zaštite podatke u mreži. Na primer, mrežni softver može računare da grupiše u logički organizovane grupe koje se zovu domeni, a to omogućava svim korisnicima mreže pristup svakom mrežnom resursu. Sa širenjem mreže, planiranje specijalizovanih servera dobija na značaju. Planer mreže mora da uzme u obzir očekivani rast mreže tako da se mreža ne poremeti ukoliko se javi potreba da se uloga nekog servera promeni.

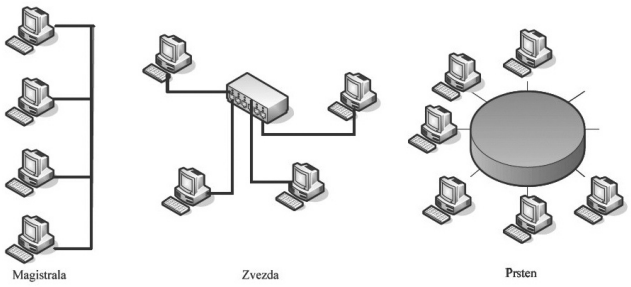
Iako su instaliranje, konfigurisanje i upravljanje kod serverskih mreža znatno složeniji nego kod mreža ravnopravnih korisnika, one imaju brojne prednosti. Server je napravljen tako da omogući pristup brojnim datotekama i štampačima, uz odgovarajuće performanse i bezbednost. Kod serverskih mreža je moguće administriranje i kontrolisanje zajedničkog korišćenja resursa iz jednog centra. Ovako se resursi lakše pronalaze i čine dostupnijim nego kod mreža ravnopravnih korisnika. Bezbednost je najčešće osnovni razlog opredeljivanja za serversku mrežu. U ovakvom okruženju jedan administrator može da definiše bezbednost i to, onda, važi za svakog korisnika mreže. U zavisnosti od važnosti podataka, moguće je praviti rezervne kopije više puta dnevno ili nedeljno. Kako su najhitniji podaci centralizovani na jednom ili nekoliko servera, ovaj proces je vrlo jednostavan.

Serverske mreže mogu imati hiljade korisnika. Takvom mrežom se ne bi moglo upravljati kada bi se primenio princip ravnopravnih korisnika, ali savremeni alati za nadgledanje i upravljanje mrežama omogućavaju da serverska mreža normalno funkcioniše i sa ogromnim brojem korisnika.

7.7. STANDARDNE TOPOLOGIJE

LAN topologija definiše način povezivanja računara i ostalih uređaja u mreži. Lokalna mrežna topologija može se opisati sa stanovišta fizičke ili logičke perspektive. Fizička topologija opisuje geometrijsko uređenje komponenti koje sadrži LAN, odnosno proučava i objašnjava kako se mrežne komponente stvarno, fizički povezuju odgovarajućim medijumom. Logička topologija opisuje mogućnost veze između dve krajnje tačke mreže koje komuniciraju, odnosno objašnjava kako informacija putuje kroz mrežu.

Postoje tri glavne LAN topologije: magistrala (*bus*), prsten (*ring*) i zvezda (*star*). Ove topologije predstavljaju logičku arhitekturu mreže, ali fizički, uređaji ne moraju da budu stvarno raspoređeni u ovom obliku. Izbor i specifikacija topologije LAN mreže zavisi od: fizičkih lokacija na kojima se nalaze korisnici sistema, količine podataka u lokalnim bazama podataka, od frekvancije pristupa bazama na drugim lokacijama i zahteva za komuniciranjem između dve korisničke lokacije.



Slika 7.11 Osnovne topologije mreža

Topologija zvezde je linearna LAN arhitektura, kod koje se prenos podataka obavlja celom dužinom fizičkog mediuma. Kod ove toplogije lako je dodati novi mrežni uređaj i zahteva daleko manje kabla nego ostale topologije. Mane je što cela mreža može biti u prekidu ako negde postoji prekid na glavnom kablu. Eventualni problemi se teško otkrivaju.

Ring topologija ili topologija prstena predstavlja način na koji su uređaji međusobno logički povezani. Ovakva vrsta mreže se sastoji od više uređaja povezanih jedan sa drugim tako da se obrazuje zatvorena kružna putanja. IBM mreže Token Ring/IEEE 702.5 koriste implementaciju ring topologije.

Star topologija ili topologija zvezde predstavlja takav oblik arhitekture gde su krajnji čvorovi na mreži povezani preko posebne veze na centralni *hub* ili svič. Logičke *bus* ili *ring* topologije su često fizički implementirane kao star topologije. Prednosti ove topologije: lako se instalira i povezuje; nema prekida u mreži pri dodavanju novog uređaja ili uklanjanja; lako je otkriti greške i zameniti delove i sl. Mane ovo topologije: podložna je zagušenjima saobraćaja, zahteva više kabla nego linearna topologija; ako se *hub* ili *switch* pokvari svi čvorovi su ugašeni; mnogo skuplja topologija od npr. bus topologije.

7.8. PASIVNA MREŽNA OPREMA

Pasivna mrežna oprema predstavlja najjednostavniju komponentu računarskih mreža. Atribut "pasivna" potiče od ciljne karakteristike komponenti ove kategorije da nad mrežnim saobraćajem ne izvrše nikakvu izmenu. Pasivne komponente mreže čine:

- utičnice
- kablovi
- paneli za prespajanje i za završavanje kablova (*patch panel*)
- kablovi za prespajanje (*patch cabel*)
- rek ormani
- kanalice za vođenje kabla
- itd.

Za prenos signala između računara većina današnjih mreža koristi kablove koji se ponašaju kao mrežni prenosni medijumi. Postoji mnogo različitih tipova kablova koji mogu da se primene u različitim situacijama. Njihov broj je izuzetno veliki i obuhvata više od 2000 različitih tipova. Većina današnjih mreža koristi tri osnovne vrste kablova:

- koaksijalne kablove
- kablove sa upredenim paricama (*twisted pair*)
- optičke kablove

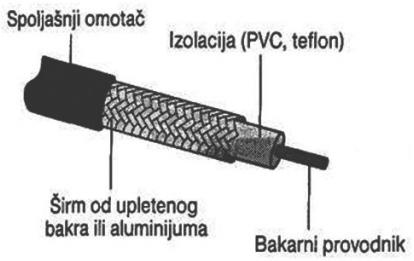
Kroz koaksijalni kabl i upredene parice prenose se električni signali, dok se kroz optička vlakna prenose signali u vidu svetlosnih impulsa. Za ispravan rad mreže potrebno je da se kablovski sistem (kablovi i priključni elementi) formira od komponenti koje zadovoljavaju određene tehničke standarde.

Izbor kabla za konkretnu mrežu zavisi od više parametara:

- binarnog protoka
- pouzdanosti kabla
- maksimalnog rastojanja između čvorova
- električnih smetnji
- podužnog slabljenja
- tolerancije u otežanim uslovima rada
- cene i opšte dostupnosti kabla
- lakoće povezivanja i troškova održavanja
- itd.

7.8.1. Koaksijalni kabl

U jednom trenutku ovo su bili najrasprostranjeniji mrežni kablovi, i to iz više razloga: relativno su jeftini, laki, fleksibilni i jednostavni za rad. U svom najjednostavnijem obliku, koaksijalni kabl se sastoji od bakarne žice u sredini, oko koje se nalazi najpre izolacija, a zatim sloj od upletenog metala - širm i, na kraju, spoljašnji zaštitni omotač .Svrha ovog oklopa je da apsorbuje elektromagnetne smetnje ili šum, i time spreči njihovo mešanje sa podacima koji se prenose. Postoje koaksijalni kablovi sa višestrukom zaštitom (dva sloja izolacije i dva sloja širma), koji se primenjuju u sredinama sa jakim elektromagnetnim smetnjama.



Slika 7.12 Slojevi koaksijalnog kabla

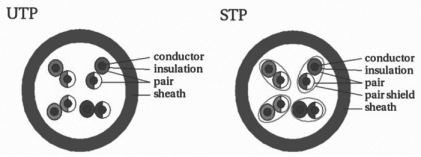
Bakarni provodnik (žica) u sredini kabla prenosi elektromagnetne signale koji predstavljaju kodirane računarske podatke. Ovaj provodnik može biti od punog metala, ili u obliku više upletenih žica. Ukoliko je od punog metala, onda je to obično bakar. Provodnik je obložen dielektričnim izolacionim slojem koji ga odvaja od širma.

7.8.2. Kabl sa upredenim paricama

Kabl sa upredenim paricama se sastoji od dve izolovane bakarne žice koje su obmotane (upredene) jedna oko druge. Na slici 7.14 prikazana su dva tipa ovog kabla: kabl sa neoklopljenim (*Unshielded Twisted-Pair, UTP*) i oklopljenim paricama (*Shielded Twisted-Pair, STP*).

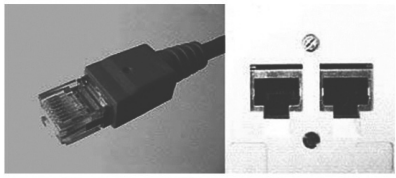
Slika 7.13 Kabl sa upredenim paricama

Grupe parica se obično nalaze grupisane u zaštitnom omotaču i zajedno sa njim čine kabl. Strukturno kabliranje, koje se danas skoro isključivo koristi za formiranje računarskih mreža, propisuju da se za povezivanje računara moraju koristiti četvoroparični kablovi Upredanjem se poništava električni šum od susednih parica, ili ostalih izvora, kao što su motori, releji, transformatori i energetska instalacija. S obzirom da je problem elektromagnetne zaštite veoma ozbiljan, neki proizvođači (IBM, evropske firme) su razvili tzv. oklopljene kablove, koji oko parica imaju određenu električno provodnu strukturu koja pruža znatno veći nivo zaštite. U praksi postoje tri tipa oklopljenih kablova: FTP, S-FTP i STP.



Slika 7.14 Presek: kablovi sa neoklopljenim i oklopljenim paricama

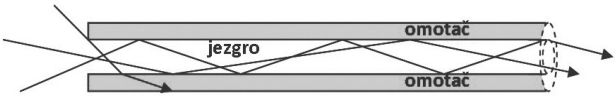
FTP kabl je napravljen tako da su četiri parice potpuno obavijene tankom metalnom folijom. Ova folija svoju zaštitnu funkciju obavlja tako što zahvaljujući visokoj impedansi reflektuje spoljne, ometajuće, elektromagnetne signale na učestanostima većim od 5 MHz i tako im onemogućava prodor do samih parica. Po odnosu cena/performanse u praksi su se najbolje pokazali FTP kablovi, tako da se oni najčešće i koriste. Kablovi sa upredenim paricama za povezivanje sa računarima koriste RJ-45 konektore.



Slika 7.15 Konektor RJ45 i utičnica

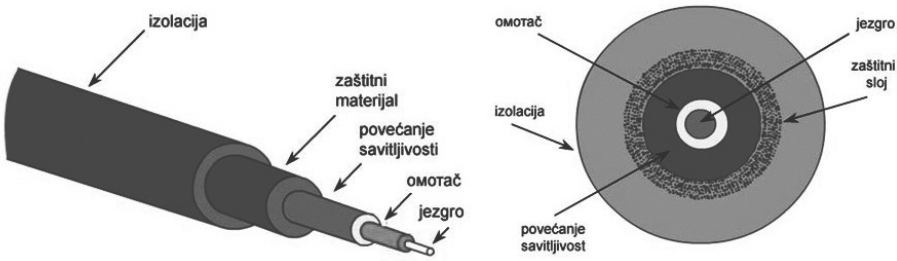
7.8.3. Optički kablovi

Kod ove vrste kablova, optička vlakna prenose digitalne signale u obliku modulisanih svetlosnih impulsa. Kablovi od optičkih vlakana ne podležu električnim smetnjama, imaju najmanje slabljenje signala duž kabla i podržavaju izuzetno velike brzine prenosa podataka. Koriste se i u slučajevima kada LAN mreža treba da poveže više objekata, gde se sa bakarnim kablovima mogu očekivati problemi sa uzemljenjem i atmosferskim pražnjenjima. Optičke veze osim velike brzine prenosa obezbeđuju i potrebno galvansko razdvajanje instalacija. Često se postavljaju u objektima, u slučajevima kada se predviđa veliki mrežni saobraćaj između spratnih razvoda u odnosu na centar mreže.



Slika 7.16 Totalna refleksija kod prenosa kroz optičko vlakno

Sistemi prenosa sa optičkim kablovima se sastoje iz tri osnovna funkcionalna dela, a to su predajnik (izvor svetlosti – LED ili laserska dioda), optičko vlakno i prijemnik (foto senzor). Standardni električni signal se dovodi na LED ili lasersku diodu koje vrše konverziju u svetlost, zatim se svetlost "ubacuje" u optičko vlakno na čijem drugom kraju je prijemnik koji vrši opto-električnu konverziju posle koje se dobija standardni električni signal. Princip po kome se informacija prenosi po optičkom vlaknu bazira se na fizičkom fenomenu pod nazivom totalna refleksija. Svako optičko vlakno se sastoji iz jezgra koga čini staklo određenog indeksa prelamanja i omotača presvučenog preko jezgra. Ovaj omotač je takođe od stakla, ali ono ima drugu vrednost indeksa prelamanja. Svetlost se ubacuje u jezgro pod određenim uglom potrebnim da dođe do totalne refleksije, zbog koje se svetlosni zrak neprestalno odbija od granične površine jezgro/omotač putujući tako kroz vlakno do prijemnika.



Slika 7.17 Kabl sa optičkim vlaknom

Optička vlakna se mogu podeliti u dve osnovne grupe: na monomodna (*singlemode*) koja su tanja i omogućavaju prostiranje samo jednog svetlosnog zraka, i multimodna (*multimode*) koja su deblja i omogućavaju istovremeno prostiranje više zraka od više različitih izvora.

7.8.4. Strukturno kabliranje

Za formiranje LAN mreže potrebno je obezbediti niz tehničkih preduslova. Svaki projekat LAN mreže započinje detaljnim snimanjem lokacije sa ciljem da se prikupe potrebni podaci, kao što su postojeće stanje instalacija, građevinske osnove objekta, kao i detalji energetskog uzemljenja. Dalji postupci se sastoje od preliminarnog određivanja horizontalnih i vertikalnih kablovskih trasa i razmeštaja razvodnih ormana.

Savremene računarske mreže se u najvećem broju slučaja realizuju po principu strukturiranog kabliranja, što znači da se radni prostor objekta deli na radna mesta do kojih se sprovodi par signalnih UTP kablova za prenos podataka i govora. Signalni kablovi se sastoje od 4 bakarne upredene parice (*twisted pair*). Radno mesto se projektuje sa najmanje jednim dvostrukim signalnim priključkom na svakih 6 do 7 m^2 korisne radne površine.

Sistem strukturiranog kabliranja se sastoji od horizontalnih i vertikalnih kablovskih trasa. Razvodni orman pokriva deo horizontalne površine, poštujući tehničko ograničenje trase od najviše 90m dužine, tako da se zavisno od arhitekture objekta, postavlja jedan ili više razvodnih ormana po spratnoj osnovi, u kojima se koncentrišu kablovske trase i smešta odgovarajuća aktivna mrežna oprema. Vertikalne trase povezuju spratne razvodne ormane. I horizontalne i vertikalne kablovske trase se izvode u formi zvezde, da bi se obezbedilo da u slučaju prekida pojedine trase ostatak sistema radi. Ovaj sistem se osim horizontalnih trasa odnosi i na vertikalne, tako da se i sve vertikalne trase završavaju u jednom centralnom razvodnom ormanu, a kablovska struktura ima oblik složene zvezde, kojoj je početak u centralnom razvodnom ormanu, a kraj u priključnoj kutiji u okviru radnog mesta.

7.9. AKTIVNA MREŽNA OPREMA

U nastavku su opisani uređaji koji se koriste u realizaciji mreža, počev od onih neophodnih za realizaciju svih vrsta mreža pa sve do uređaja potrebnih za realizaciju WAN mreža. Tu spadaju ripiteri, habovi, mostovi, svičevi, ruteri i *firewall*-ovi.

7.9.1. Ripiter (*Repeater*)

Ripiteri su jednostavni uređaji sa dva porta, koji rade na fizičkom nivou. Pojednostavljeno rečeno, na jednom portu (priključku) ripiter prima signal i prenosi na drugi port. Pritom ripiteri vrše tzv. 3R funkcionalnost - *Reamply*, *Reshape* i *Retim*e, tj. obnavljaju amplitudu, oblik i vremenske reference primljenog signala pre nego što ga proslede. Radi u prvom sloju OSI modela.

7.9.2. Hab (*Hub*)

Hab je mrežni uređaj koji takođe funkcioniše na prvom OSI nivou (fizičkom nivou). Na habu postoji više konektora (obično su to RJ-45 konektori). Na svaki konektor se priključuje po jedan kabl, preko kojeg se povezuje jedan računar ili server. Omogućava povezivanje više segmenata mreže u jedan segment. Hab funkcioniše slično kao ripiter: ono što primi na jednom svom portu hab emituje na svim ostalim portovima. Može se posmatrati kao višeportni ripiter. Može se koristiti kao centralna tačka u topologiji zvezde. Habovi sadrže između 6 i 24 porta. Svaki hab ima još jedan dodatni port koji se naziva *uplink* port. On služi za međusobno povezivanje dva haba. Povezivanje se vrši tako što se spaja uplink port jednog haba sa običnim portom drugog haba.

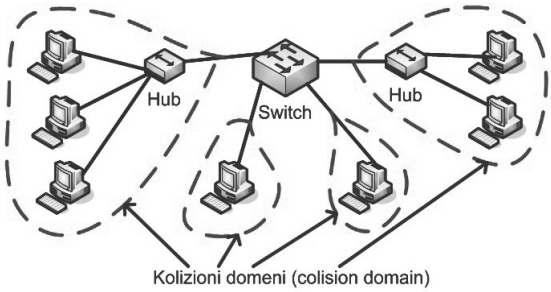
Slika 7.18 Različite veličine habova

7.9.3. Mrežni most (*Bridge*)

To je uređaj koji povezuje udaljene mrežne segmente. Radi u drugom sloju osi modela, tj. u sloju veze podataka. Mrežnim mostom se može izvršti segmentacija mreže. Spolja je sličan ripiteru, a funkciono ima sve njegove osobine uz dodatak nekoliko novih koje su veoma značajne. Most proverava sadržaj zaglavlja primljenog paketa da bi saznao MAC (fizičku) adresu izvora i odredišta. Na osnovu toga, on formira tabelu MAC adresa za svaki port. Pojedini segmenti mreže se nazivaju kolizioni domeni. Kada dobije *broadcast* paket (paket za sve računare u mreži), mrežni most ga samo prosleđuje i ne pamti MAC adresu iz njegovog zaglavlja.

7.9.4. Svič – skretnica (*Switch*)

Svič je za mrežni most isto što je i hab za ripiter. Dakle, na sebi ima veći broj portova. Svaki port, kao i kod mosta, ima izvestan stepen inteligencije, odnosno ne vrši samo retransmisiju paketa, već upisuje MAC adrese u odgovarajuću tabelu. Veoma značajna mogućnost koju svič poseduje je da se na svaki port sviča može priključiti stanica, a ne segment mreže. Kolizioni domen u ovom slučaju čini stanica sa odgovarajućim portom. U ovom slučaju, saobraćaj koji vidi stanica je samo onaj koji je direktno upućen za nju, kao i *broadcast* poruke.



Slika 7.19 Svič omogućava podelu LAN-a na više kolizionih domena

Problem koji se javlja kod upotrebe sviča je preopterećenje. Može se desiti da veliki broj paketa bude upućen na neki od portova koji treba da ih prosledi dalje i koji to nije u stanju da uradi jer kapacitet odlazne veze to ne može da podrži. Paketi koji pristižu mogu da se baferuju do izvesne granice, posle koje se odbacuju. Svičevi se bolje ili lošije nose sa ovim problemom u zavisnosti od njihovog kvaliteta (veličine bafera - memorije i brzine obrade).

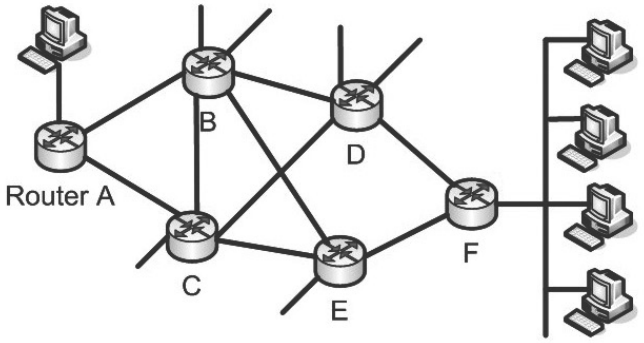
7.9.5. Ruter - usmerivač (*Router*)

Za razliku od mrežnih uređaja koje smo do sada videli i koji su radili na prvom i drugom OSI nivou, ruteri rade na trećem nivou, odnosno mrežnom sloju. Glavna uloga rutera u mreži je da rutiraju (usmeravanje) pakete kako bi oni stigli do svog odredišta. Informacija koja se koristi za ovu funkciju je odredišna adresa smeštena u paketu. Ruter obavlja ovu funkciju tako što po prispeću paketa izvuče odredišnu adresu, zatim nađe odgovarajući zapis u tabeli rutiranja gde su smešteni podaci na koji port treba paket da se prosledi i odredi adresu sledećeg rutera na putu ka kojem se paket usmerava. Kada se dobije ova informacija vrši se proces komutacije (*switching*) gde se paket komutira sa ulaza na odgovarajući izlazni port odakle se šalje dalje.

Pored ovih osnovnih funkcija ruteri vrše i druge funkcije kao npr. provera ispravnosti paketa, obrada kontrolnih paketa itd. Najnoviji trendovi su da ruteri treba da obavljaju i dodatne funkcije kao npr. Protokoli zaštite, kvalitet servisa i sl. koji nameću dodatne zahteve ruterima. Takođe, broj korisnika računarskih mreža je u stalnom porastu tako da je saobraćaj koji generišu korisnici sve veći. Saobraćaj se takođe uvećava usled sve novijih aplikacija koje zahtevaju veoma velike propusne opsege (npr. prenos videa u realnom vremenu). Da bi se zadovoljili zahtevi za povećanim saobraćajnim realizuju se linkovi sve većeg kapaciteta (do nekoliko desetina gigabajta po sekundi) sa tendencijom da se ti protoci podignu na terabitske brzine. To znači da obrada paketa mora biti veoma brza i efikasna. Postoji više algoritama rutiranja koji treba ovaj proces da načine što efikasnijim.

Tabela rutiranja za ruter A

Odredište	Sledeći skok
A	.....
B	B
C	C
D	B
E	C
F	E



Slika 7.20 Ruteri usmeravaju pakete na osnovu tabele rutiranja

Svaki protokol rutiranja koristi različiti algoritam za utvrđivanje kada su dostupne nove rute i koja je ruta najbolja. Prosleđivanje paketa do mreža sa kojima ruter nije u direktnoj vezi može da se vrši na dva načina:

- **Statičke putanje** - Reč je o putanjama koje administrator ručno ustanovljava. Kada god topologija mreže iziskuje ažuriranje (na primer, prilikom kvara na vezi), administrator mreže ovakvu putanju mora da ažurira.
- **Dinamičke putanje** - Ove putanje ruter automatski saznaje nakon što administrator konfiguriše protokol rutiranja. Za razliku od statičkih putanja, čim mrežni administrator uključi dinamičko rutiranje, informacije o rutiranju se samim procesom rutiranja automatski ažuriraju svaki put kada se od nekog rutera u okviru mreže primi informacija o novoj topologiji.

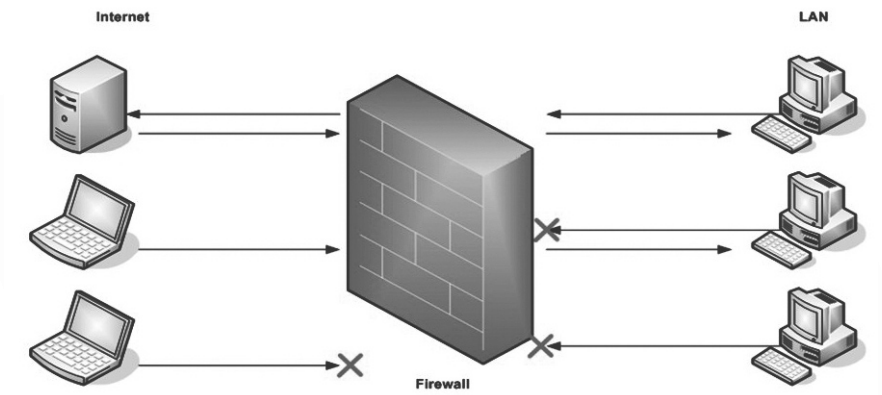
7.9.6. Mrežni prolaz (*Gateway*)

Mrežni prolaz je hardverski uređaj i/ili softverski paket koji povezuje dva različita mrežna okruženja. Vrši prepakivanje i pretvaranje podataka koji se razmenjuju između potpuno drugačijih mreža, tako da svaka od njih može razumeti podatke iz one druge. Zahteva značajne količina RAM memorije za čuvanje i obradu podataka. Kako povezuje različite mreže, mrežni prolaz menja format poruka da bi ih prilagodio krajnjim aplikacijama kojima su namenjene, vrši prevođenje podataka (iz ASCII u EBCDIC kod, na primer) kompresiju ili ekspanziju, šifrovanje ili dešifrovanje, i drugo. Dakle, osnovna namena mrežnih prolaza je konverzija protokola. Radi između transportnog i aplikativnog sloja OSI modela.

7.9.7. Bezbednosna barijera (*Firewall*)

Firewall je bezbednosni hardverski ili softverski uređaj, najčešće smešten između lokalne mreže i javne mreže (Interneta), čija je namena da štiti podatke u mreži od neautorizovanih korisnika (blokiranjem i zabranom pristupa po pravilima koje definiše usvojena bezbednosna politika). Služi za sprečavanje komunikacije zabranjene određenom mrežnom polisom.

Vrlo često ne moraju svi korisnici u LAN-u da imaju jednaka prava pristupa mreži. Postavljanjem *firewall* uređaja između dva ili više mrežnih segmenata mogu se kontrolisati i prava pristupa pojedinih korisnika pojedinim delovima mreže. *Firewall* može biti softverski ili hardverski. Osnova rada *firewall*-a je u ispitivanju IP paketa koji putuju između klijenta i servera, čime se ostvaruje kontrola toka informacija za svaki servis po IP adresi i portu u oba smera.



Slika 7.21 Princip rada firewall-a

Firewall je odgovoran za više važnih stvari u okviru jednog informacionog sistema:

- implementira bezbednosnu politiku
- beleži sumnjive događaje
- upozorava administratora na pokušaje napada i pokušaje kompromitovanja bezbednosne politike
- u nekim slučajevima obezbeđuje statistiku korišćenja

7.9.8. Mrežna kartica

Mrežna kartica je uređaj koji povezuje računar sa računarskom mrežom. Često se naziva: mrežni adapter, mrežni interfejs, NIC... Jedan od važnijih elemenata svake mrežne kartice je MAC adresa koja čini da ovaj uređaj radi na 2. sloju OSI modela. MAC adresa predstavlja 47-bitni serijski broj iz opsega koji IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) dodeljuje proizvođaču.

Mrežne kartice su se ranije u računarima mogle naći najčešće u vidu zasebnih kartica dok se danas uglavnom integrišu u matične ploče računara. U jednom računaru se može naći i više mrežnih kartica, bilo na matičnoj ploči, bilo u vidu zasebnih kartica. U tom slučaju kartice mogu funkcionisati zasebno ili udruženo. Mrežne kartice uglavnom imaju RJ-45 (za UTP kablove), BNC i/ili AUI (*Attachment Unit Interface*) konektore. Takođe, na mrežnim karticama se uglavnom nalaze i LED diode koje služe za praćenje aktivnosti kartice. Najčešće brzine na kojima rade mrežne kartice su 10, 100 ili 1000 Mbit/s. Glavni proizvođači mrežnih kartica su 3Com, Intel, Realtek, Marvell, VIA...

7.9.9. Modem

Modem je uređaj koji omogućava prenos digitalnih podataka analognim linijama. On moduliše noseći signal da bi kodirao digitalnu informaciju i demoduliše noseći signal da bi dekodirao prenešene podatke. Najčešće se koristi za pristup Internetu putem telefonskih linija - POTS (*Post Office Telephone Service*).

Kod PC računara se mogu naći kao interni (povezuju se na ISA ili PCI slot) ili eksterni uređaji (povezuju se na serijski port). *Winmodemi* ili *Softmodemi* su vrsta modema sa osiromašenim hardverom čiju ulogu zamenjuje centralni procesor putem drajvera za određeni OS (najčešće MS Windows). Najčešća maksimalna brzina prenosa je 56.000 bit/s (7KB/s).

7.10. ETHERNET

Ethernet je najviše korišćena mrežna tehnologija u LAN mrežama. IEEE je uveo 1973. godine službeni standard za *Ethernet* i nazvao ga IEEE 702.3 po imenu radne grupe odgovorne za njegov razvoj, a 1975. godine uvedena je verzija 2 (IEEE 702.3a). *Ethernet* je preživeo niz godina, u dosta velikoj meri zahvaljujući svojoj velikoj fleksibilnosti i relativnoj jednostavnosti za implementaciju i razumevanje.

Prednosti *Ethernet* mreža su:

- mreže su jednostavne za planiranje i ekonomične za instalaciju;
- mrežne komponente su jeftine;
- tehnologija se pokazala kao pouzdana;
- jednostavno je dodati i ukloniti računare sa mreže;
- podržavaju ga mnogi softverski i hardverski sistemi.

Ethernet sam po sebi ne obezbeđuje nikakvu sigurnost – on je jednostavan i predstavlja otvorenu fizičku sredinu za prenos podataka. Nije imun na prisluškivanje i špijuniranje. Slabosti *Etherneta* su:

- otvorena arhitektura gde svaki čvor može da šalje ili da prima;

- koristi širokodifuzne (*broadcast*) komunikacije;
- lako ga je prisluškivati;
- nema nikakav hardver za obezbeđenje;
- lako je onesposobiti mrežu.

Postoje nekoliko glavnih standardnih tipova *Etherneta*:

- standardni, ili sa debelim kablom (*thickwire*) Ethernet (10BASE5)
- sa tankim kablom (*thinnet* ili *thinwire*) Ethernet ili Cheapernet (10BASE5)
- Ethernet sa upredenim paricama (10BASET)
- Ethernet sa optičkim kablovima (10BASEFL)
- brzi Ethernet (100BASETX ili 100VGAnyLAN)
- gigabitni Ethernet (1000BASET ili 1000BASE)

Ograničenja performansi *Etherneta* su prevaziđena verzijom 100BaseT, koja je poznata kao "brzi *Ethernet*". Njome su podržane brzine prenosa podataka od 100 Mb/s. Kod *Gigabit Etherneta* brzina je od 1Gb/s. Sa komutiranim *Ethernetom*, svaki par pošiljaoca i primaoca ima puni propusni opseg.

7.11. BEŽIČNA MREŽNA KOMUNIKACIJA

Bežične mreže se mogu klasifikovati u dve osnovne kategorije:

1. Infrastrukturno zasnovane bežične mreže koje mogu biti:
   - celularne mobilne mreže (mobilna telefonija)
   - bežične računarske mreže - WLAN;
2. *Ad-hoc* bežične mreže, kao mreže koje ne zahtevaju bilo kakvu infrastrukturu za rad, koje mogu biti:
   - mobilne *ad-hoc* mreže,
   - senzorske *ad-hoc* mreže (mreže autonomnih senzorskih uređaja).

Prema veličini prostora koji obuhvataju bežične računarske mreže mogu se još podeliti na tri osnovne grupe:

- bežične mreže na daljinu,
- lokalne bežične mreže, i
- personalne ili lične mreže.

Bežične mreže na daljinu (*Wireless Wide Area Network* – WWAN), pokrivaju relativno velike geografske prostore i koriste radio i satelitske linkove. Obično se koriste za pokrivanje velikih univerzitetskih centara i gradova. U principu su fleksibilnije, jednostavnije za instaliranje i održavanje, i jeftinije po ceni priključka nego tradicionalne žične mreže.

Lokalne bežične mreže (*Wireless Local Area Network* – WLAN) omogućavaju da računari na jednoj geografskoj lokaciji dele informacije i zajedničke uređaje (štampači, baze podataka, itd.). U okviru ove mreže omogućeni su isti servisi kao i u žičnim mrežama, a imaju niz prednosti u odnosu na žični LAN – mobilnost, fleksibilnost, skalabilnost, brzina protoka, jednostavnost i smanjenje troškova instalacije. WLAN su neophodne u situacijama kada, zbog arhitektonskih, geografskih ili drugih razloga, nije moguće ostvariti druge načine formiranja mreže. U osnovi, bežične mreže zahtevaju određenu infrastrukturu: bežične PC kartice u umreženim računarima, pristupnu tačku (*Access point*), bežični PC adapter i mrežnu konekciju za pristupnu tačku. Potrebna je samo jedna pristupna tačka za jednu WLAN konekciju. Ograničavajući faktor primene je relativno kraći domet veze (30–300m) i frekvencijski opseg. Ako je potrebno premostiti veća rastojanja koriste se dodatne antene sa pojačivačima za podizanje nivoa signala.

Personalne ili lične mreže (*Personal Area Network* – PAN) su mreže koje omogućavaju komunikaciju prvenstveno elektronskih uređaja unutar prostora od nekoliko metara i razmenu komunikacionih i sinhronizacionih informacija. To su pre svega mreže koje koriste infracrvene talase (*infrared*) za konekciju elektronskih uređaja na vrlo kratkim rastojanjima u okviru ograničene radne prostorije i *bluetooth* mreže. *Bluetooth* komponente su našle široku primenu i u senzorskim mrežama.

7.11.1. Komponenete WLAN-a

Za formiranje bežične LAN mreže potrebni su bežične WLAN kartice i *Access Point* uređaji.

Bežične WLAN kartice se koriste umesto standardnih LAN kartica ili modema. Kartice koje se koriste imaju istu ulogu, koriste iste protokole i isto se ponašaju kao i kartice koje se koriste za standardnu mrežu s tim što za prenos podataka koriste radio talase. Na računar mogu biti spojeni preko jednog od sledećih interfejsa: PCI, USB ili PCMCIA.

Slika 7.22 - Bežične WLAN kartice

Access Point je uređaj koji služi za međusobno povezivanje klijenata i predstavlja centralni deo jedne bežične mreže. Takođe, može da se koristi i za spajanje *wireless* klijenata sa LAN-om ili sa izlazom na Internet. Svaki *access point* ima integrisan konektor za antenu kao i konektor za LAN.

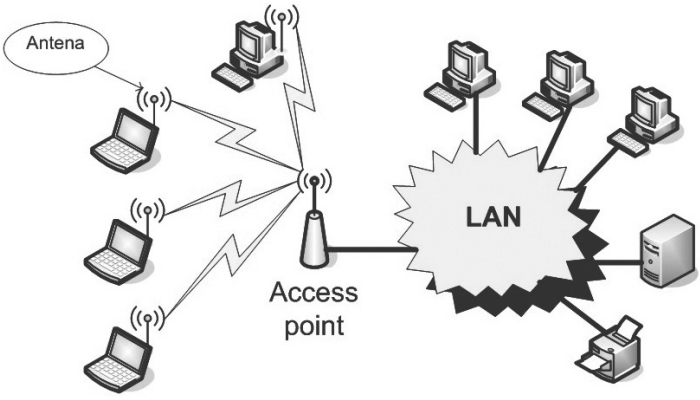
Slika 7.23 - Access point uređaj

Ukoliko postoji potreba da mreža pokriva veći prostor nego što to mogu gore navedeni uređaji svojim fabričkim antenama (100-400 metara u zavisnosti od prostora i prepreka) rešenje se traži u postavljanju jačih antena koje se uglavnom montiraju spolja, na krov. Na taj način mreža može da bude funkcionalna i par kilometara od *access point*-a.

7.11.2. Princip rada WLAN-a

Bežični LAN (WLAN) je fleksibilan komunikacioni sistem implementiran u početku kao dodatak ili kao alternativa žičnom LAN-u u zgradama, bolnicama, aerodromima itd. Bežični LAN-ovi koriste elektromagnetne talase za komunikaciju od jedne tačke do druge bez oslanjanja na bilo kakvu fizičku vezu.

U tipičnoj WLAN konfiguraciji, odašiljač/prijemnik, koji se zove pristupna tačka (*access point*), povezuje se na žičnu mrežu sa fiksne lokacije koristeći standardan Ethernet kabl. Pristupna tačka prima, obrađuje i šalje podatke između WLAN-a i žične mrežne infrastrukture. Jedna pristupna tačka može podržati malu grupu korisnika i može funkcionisati unutar raspona od manje od tridesetak metara pa do preko stotinu metara. Krajnji korisnici pristupaju WLAN-u preko bežičnih LAN adaptera, koji su implementirani kao PC kartice u prenosnim računarima ili koriste PCI adaptere u desktop računarima.



Slika 7.24 Bežičan pristup LAN-u preko Access point uređaja

Radio komunikacija kod WLAN-ova se obavlja u tzv. ISM (*Industrial, Scientific & Medical*) opsegu frekvencija koji je svuda u svetu prihvaćen kao opseg za čije korišćenje nije potrebna licenca - takozvani FTA (*free to air*) spektar. ISM čine tri opsega frekvencija: 902 - 927 MHz, 2400 - 2473,5 MHz i 5727 - 5750 MHz. Od njih se, u ovom trenutku, najčešće koristi opseg oko 2.4 - 2.47 GHz. WLAN-ovi koriste *Spread Spectrum* tehniku prenosa (prenos u proširenom opsegu)

Renomirani proizvođači WLAN opreme, uključujući Nortel, Asus, Lucent, ZyXEL, Siemens, Cisco i dr. kao i specijalizovane kompanije kakva je Alvarion (Tel Aviv, Izrael), proizvode uređaje koji zadovoljavaju savremene WLAN standarde.

7.11.3. Bluetooth

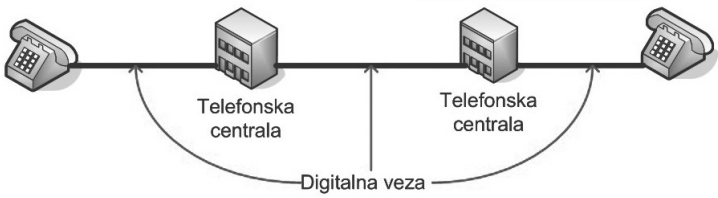
Bluetooth je bežična tehnologija prenosa podataka i govora, razvijena od strane proizvođača raznovrsne elektronske opreme, sa ciljem da se njihovi proizvodi – od kompjutera i telefona do tastatura i bežičnih slušalica, umreže na malim udaljenostima (do 10 metara) bez upotrebe kablova, brzo i jednostavno. Ideja iz koje je potekao bluetooth nastala je 1994. godine kada je *Ericsson Mobile Communications* odlučio da ispita mogućnosti povezivanja mobilnih telefona sa njihovim dodacima preko jeftine radio veze sa malom potrošnjom struje. Godinu dana kasnije, pravi potencijal te ideje počeo je da se kristališe. Glavna istraživanja obavljana su u *Ericsson*-ovim laboratorijama u Lundu, Švedska. *Ericsson* je pre usvajanja imena bluetooth tehnologiju nazivao „*Multi-Communicator Link*“ (*MC Link*). Originalna zamisao bila je da se poveže bežična slušalica sa mobilnim telefonom, a to što su otkrili da na isti način mogu da povežu većinu elektronskih uređaja, bila je, po njihovim rečima – srećna slučajnost. Početkom 1997. godine *Ericsson* je uradio nešto sasvim neočekivano – odlučio je da tehnologiju ne naplaćuje i svim zainteresovanim kompanija dao besplatne licence, jer je to bio najbolji način da tehnologija postane globalni standard. *Ericsson* je započeo razgovore sa kompanijama iz različitih sfera proizvodnje elektronske opreme (*Nokia* – mobilni telefoni, IBM i *Toshiba* – prenosni kompjuteri i *Intel* – čipovi za digitalnu obradu signala) sa ciljem da se osnuje konzorcijum koji će dalje razvijati i promovisati tehnologiju.

7.12. ISDN (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK)

ISDN (*Integrated Services Digital Network*) je, prema ITU-T, mreža integrisanih servisa koja obezbeđuje digitalnu vezu između korisničkih mrežnih interfejsa. Predstavlja digitalni ekvivalent analogne telefonske mreže, a u odnosu na nju obezbeđuje bolji kvalitet i veću brzinu prenosa. Početkom 70-ih godina XX veka prvi put se javila ideja o integrisanim servisima tj. ideja da se preko jedne jedinstvene mreže korisnicima ponudi čitava paleta servisa. Osim standardnih servisa telefonije, telegrafije i prenosa podataka korisnicima bi se ponudio i prenos faksa, zvuka , muzike i videa. Prvi paket preporuka za

realizaciju i primenu ISDN-a donet je 1974. godine. ISDN se može posmatrati i kao set protokola za uspostavljanje i raskidanje digitalne veze. Primer je mreže sa komutacijom veza (*circuit switched connections*).

ISDN predstavlja nadgradnju, odnosno viši stepen postojeće javne komutirane telefonske mreže. Veći deo komutacionih sistema (telefonskih centrala) i prenosnih sistema između centrala digitalizovan je, kako u svetu, tako i kod nas. Međutim, pretplatnički deo mreže je ostao analogan. Uvođenjem ISDN-a i pretplatnički deo mreže postaje digitalan, i to korišćenjem postojećih bakarnih parica. Ovo je svakako najbitnija činjenica - digitalna veza od kraja do kraja preko postojeće telefonske mreže bez dodatnih ulaganja u infrastrukturu.

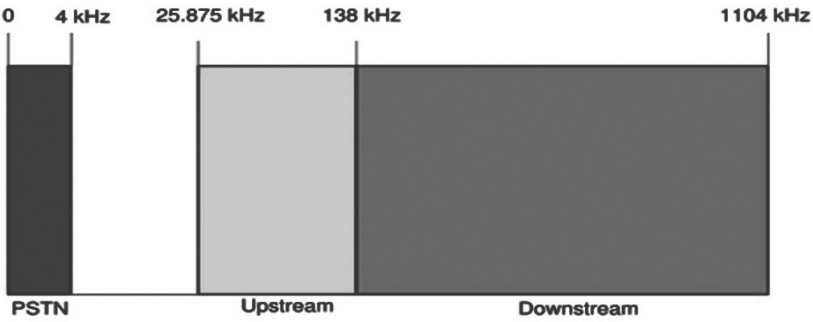


Slika 7.25 ISDN obezbeđuje kompletan digitalni prenos od kraja do kraja

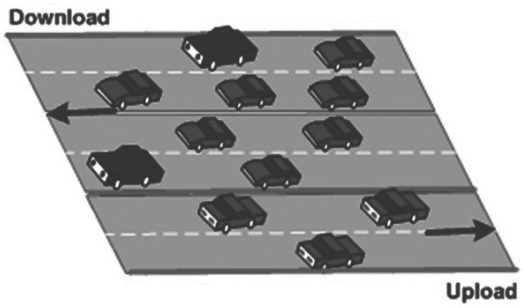
Postoje dva tipa ISDN pristupa: bazni (BRI – *Basic Rate Interface*) i primarni (PRI – *Primary Rate Interface*). Bazni pristup podrazumeva dva B kanala (kanali po kojima se prenosi informacija) od po 64 kbit/s i jedan D kanal (kanal po kome se prenose informacije neophodne za sinhronizaciju i korisničku signalizaciju) od 16 Kbit/s, što je ukupno 144 Kbit/s. Namenjen je kućnim korisnicima. Primarni pristup PRI (30B+D) sadrži trideset B kanala protoka 64kbit/s za govor i prenos podataka i jedan D kanal protoka 64kbit/s za sinhronizaciju, signalizaciju i prenos podataka (ukupno 2Mbit/s), i uglavnom je namenjen za poslovne korisnike. Po istoj bakarnoj parici po kojoj je realizovan analogni telefonski priključak realizuje se i bazni priključak BRI (2B+D), dok je za primarni priključak PRI (30B+D) potrebno dve bakarne parice.

7.13. ADSL

Termin DSL (*Digital Subscriber Line*) (ili xDSL) predstavlja način prenosa digitalnih signala po bakarnim paricama većim brzinama (počev od 144 kb/s pa sve do 50 Mb/s). U tehnologiji DSL-a postoji nekoliko podvrsta, međutim, ona koja se danas najčešće koristi je takozvana asimetrična digitalna pretplatnička linija (ADSL-*Asymetric Digital Subscriber Line*). Kao što joj i samo ime kaže, osnovna karakteristika ove vrste DSL realizacije je asimetričnost. Upravo ona je i čini najzanimljivijom DSL realizacijom za privatne i poslovne korisnike. Asimetričnost, zapravo, znači mogućnost mnogo bržeg prenosa podataka od mreže ka korisniku (*downstream*) nego što slanje podataka od korisnika ka mreži (*upstream*).



Slika 7.26 Princip ADSL-a – podela frekvencijskog opsega



Slika 7.27 Plastičan prikaz ADSL-a

Većina najzanimljivijih aplikacija za korisnike na mreži su asimetrične (video na zahtev, pristup udaljenim lokalnim mrežama, pristup Internetu, multimedijalni pristup, itd.), gde puno više informacija korisnik uzima sa mreže nego što ih u nju šalje. Ta asimetričnost čini ADSL idealnim za ove aplikacije.

ADSL usluga je bazirana na stalnom i brzom pristupu Internetu po već postojećoj telefonskoj liniji (parici) bez njenog zauzeća ili promene telefonskog broja. Realizuje se instalacijom dva uređaja na strani korisnika gde se nalazi delitelj frekvencije (spliter) ADSL primopredajnik (ADSL modem). i može se realizovati preko obične telefonske linije ili baznog ISDN priključka.

7.14. PROTOKOLI

Prenos podataka kroz mrežu se obavlja po protokolima – utvrđenim pravilima koja su poznata svim učesnicima u komuniciranju. Razmena podataka u računarskoj mreži je izuzetno složena. Sa povećanjem broja umreženih računara koji komuniciraju i sa povećanjem zahteva za sve savršenijim uslugama (servisima) neophodno je posto-

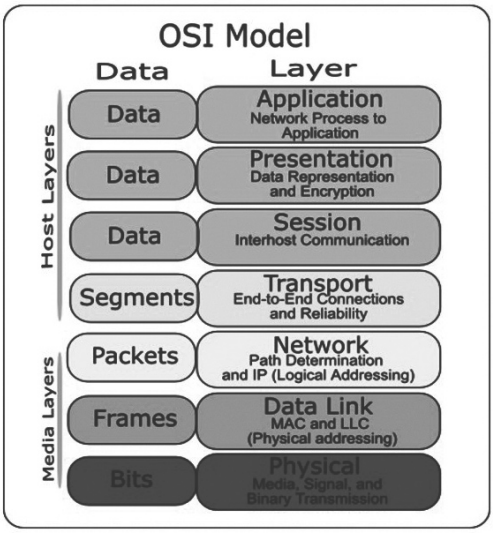
janje protokola. Posao komuniciranja je toliko složen da je bilo neophodno razviti protokole u više slojeva. Svaki sloj je namenjen za jedan odgovarajući posao. Kod prvobitnih računarskih mreža, umrežavanje se vršilo zavisno od proizvođača računarske opreme. Sav hardver i softver su bili vezani za jednog proizvođača, tako da je bilo veoma teško vršiti izmene, unapređivanja mreže i sve je bilo izuzetno skupo. Uvođenjem standarda za komuniciranje po logički jasno definisanim slojevima, pojavilo se više proizvođača softverske opreme. Standardima se omogućilo kombinovanje hardvera i softvera od različitih proizvođača, što je sve zajedno dovelo do pada cena opreme i softvera za umrežavanje i do povećanja kvaliteta usluga u mrežama.

Slojevitost protokola označava različite funkcije i usluge pri prenosu podataka sa jednog na drugi računar preko mreže. Slojevi su međusobno razdvojeni granicama koje se nazivaju interfejsi. Svi zahtevi jednog sloja prosleđuju se preko interfejsa susednim slojevima. Svaki sloj se oslanja na standarde i aktivnosti sloja koji je ispod njega. Svaki sloj obezbeđuje usluge za sloj koji je neposredno iznad njega i rešava ga detalja o tome kako su one stvarno primenjene. Istovremeno, izgleda kao da je svaki sloj u direktnoj komunikaciji sa odgovarajućim slojem na drugom računaru. Ovo nudi logičku ili virtualnu komunikaciju između ravnopravnih slojeva. Međutim, stvarna komunikacija između susednih slojeva odvija se samo na jednom računaru. Na svakom sloju softver primenjuje mrežne funkcije prema određenim protokolima.

Jedna od najbitnijih stvari kod umrežavanja je adresiranje. Ako se posmatraju samo dva računara, nema potrebe za adresiranjem, jer sve što se pošalje sa jednog računara namenjeno je drugom. Već kada mrežu čine tri računara, pojavljuje se potreba za adresiranjem. Poslati podaci sa jednog računara mogu biti namenjeni jednom od preostala dva računara. Dodatno usložnjavanje nastaje ako se posmatra vise aplikacija na jednom računaru, koje mogu da komuniciraju sa više aplikacija na drugom računaru. Ovde nije dovoljno samo adresirati računar, već i aplikaciju sa kojom se komunicira.

7.14.1. OSI model

Referentni model za otvoreno povezivanje sistema (OSI - *Open Systems Interconnection*) definiše sedam nivoa jedinstvene komunikacione infrastrukture koja se može primeniti za svaki krajnji računar ili čvor u mreži. OSI model je najpoznatiji i najčešće korišćen model za slikovitu predstavu umreženih okruženja. On je apstraktan model, što znači da stvarna implementacija mreže ne mora striktno da ga sledi. Svaki nivo ima jasno definisane funkcije koje omogućavaju deo komunikacije sa drugim sistemom. Te funkcije koriste funkcije nižeg nivoa da bi obavile jednostavnije funkcije, a obezbeđuju odgovarajuće usluge višim nivoima. Model je razvila Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO - *International Organisation for Standardisation*) 1974. godine. Arhitektura OSI referentnog modela razvrstava mrežne komunikacije u sedam slojeva.

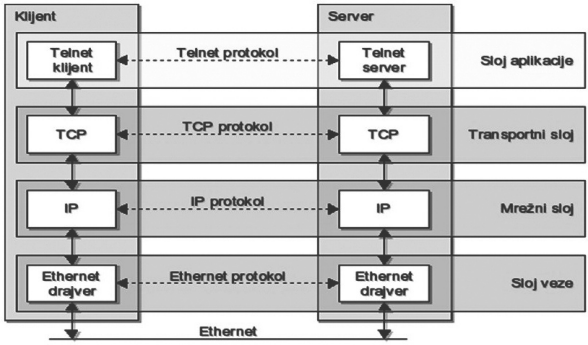


Slika 7.28 OSI model

1. Fizički sloj (*Physical*) je zadužen za definisanje električnih, mehaničkih i drugih specifikacija vezanih za vezu između dva mrežna uređaja. Odgovoran je za aktiviranje, održavanje i deaktiviranje veze između krajnjih tačaka linka i u slučaju prekida linka da o tome obavesti drugi nivo.
2. Sloj veze (*Data link*) definiše adresiranje fizičkog sloja, topologiju, brine o detekciji i otklanjanju grešaka na fizičkom nivou.
3. Sloj mreže (*Network*) obezbeđuje rutiranje i funkcije potrebne za uspostavljanje i raskidanje veze.
4. Transportni sloj (*Transport*) obezbeđuje transparentni transfer podataka od izvora do odredišta i zadužen je da se primljeni podaci proslede u istom stanju ka destinaciji.
5. Sloj sesije služi za organizovanje i sinhronizaciju razmene podataka između aplikacija.
6. Sloj prezentacije (*Prezentation*) prevodi podatke iz aplikativnog oblika u zajednički oblik uobičajen transport podataka preko mreže i obrnuto kada ti podaci pristižu u obrnutom pravcu.
7. Sloj aplikacije (*Application*) predstavlja interfejs prema krajnjem korisniku. Na ovom sloju se započinju i završavaju zahtevi.

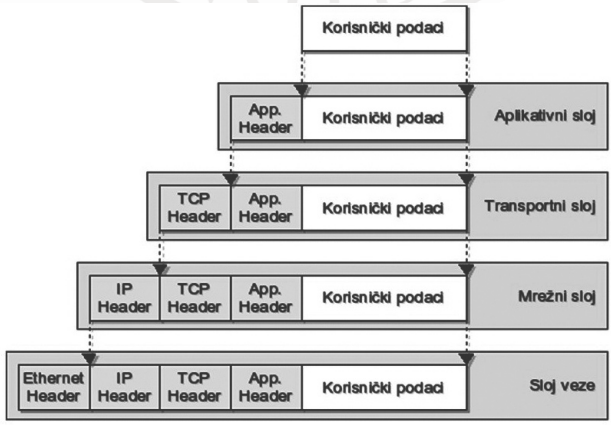
7.14.2. Internet model (TCP/IP)

Nasuprot OSI modelu koji je formalno standardizovan Internet model (TCP/IP) je *de facto* standard. Ovaj model je razvijan za potrebe Interneta i jednostavniji je od OSI modela. Jednostavnost ovog modela se ogleda u apstraktnom gledanju na tri najviša sloja OSI modela tako da Internet model propisuje samo sloj aplikacije naspram slojeva aplikacije, prezentacije i sesije kod OSI modela. Takođe, usled nedostatka formalne standardizacije Internet modela u nekim izvorima se ovaj model definiše sa 5 a u nekim sa 4 sloja. Današnje implementacije mrežnog softvera uglavnom koriste Internet model.



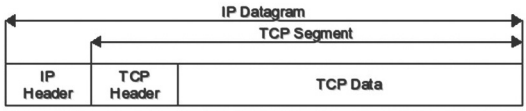
Slika 7.29 – Vertikalna i horizontalna komunikacija u TCP/IP modelu

Jedna od glavnih karakteristika kod korišćenja slojevitih modela jesu horizontalna i vertikalna komunikacija. Horizontalna komunikacija predstavlja mogućnost projektovanja protokola jednog sloja na isti način kao da on direktno komunicira sa udaljenim sagovornikom tj. bez korišćenja protokola koji se koriste ispod njega. Vertikalna komunikacija je osobina slojeva da komuniciraju sa višim/nižim slojevima. Vertikalna komunikacija podrazumeva enkapsulaciju.



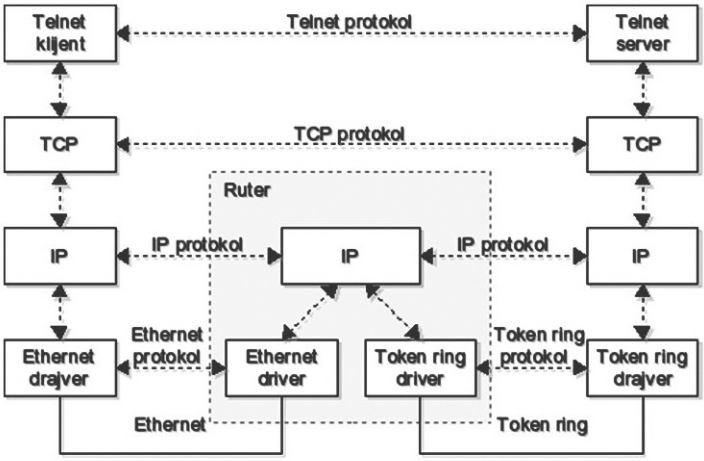
Slika 7.30 – Vertikalna komunikacija (enkapsulacija)

Principom enkapsulacije protokol nižeg nivoa pri preuzimanju podataka dobijenih od protokola višeg nivoa dodaje sopstvene kontrolne parametre (zaglavlje) i takav skup podataka prosleđuje protokolu nižeg nivoa (koji primenjuje isti princip).



Slika 7.31 – Enkapsulacija TCP protokola u IP protokol

Slojevita arhitektura omogućava jednostavno premošćavanje problema koji se javljaju na komunikacionom putu kao i nekompatibilnosti koje postoje između učesnika. Na primer, ukoliko je jedan učesnik povezan na Ethernet a drugi na Token Ring mrežu, korišćenjem adekvatnog uređaja za premošćavanje pomenutih razlika moguće je ostvarivanje komunikacije.



Slika 7.32 – Premošćavanje razlika putem slojevite arhitekture

7.15. ZAKLJUČAK

Računarska mreža predstavlja skup dva ili više računara, koji su povezani medijumom za povezivanje i koji međusobno mogu da komuniciraju i dele resurse. Deljeni resurs može biti štampač, skener, faks, disk, baza podataka, centralizovana softverska aplikacija i sl. Mrežom se prenose računarski podaci, govor, slika i video, u realnom vremenu ili sa visokom pouzdanošću. Mreža je skup povezanih čvorova, koji mogu biti ili ciljni računari ili usmerivači (*routers*) paketa koji putuju mrežom.

Računarska mreža se može posmatrati kao komunikacioni sistem, gde se informacija generisana na predajnoj strani (izvorište poruke) dostavlja željenom odredištu. Osnovni

elementi komunikacionog sistema su: izvor, predajnik, prenosni medijum, prijemnik i odredište. Ključni poslovi u komuniciranju su: povezivanje, generisanje signala, sinhronizacija, razmena podataka, otkrivanje i ispravljanje grešaka, kontrola toka, adresiranje i usmeravanje, zaštita, upravljanje i nadgledanje mreže itd. U računarskim mrežama razlikujemo prenos podataka komutacijom veza (čvrsta direktna veza) ili komutacijom paketa.

Prenos podataka kroz mrežu se obavlja po protokolima - pravilima i procedurama koje upravljaju komunikacijom i saradnjom umreženih računara. Svaki protokol je definisan u više hijerarhijskih slojeva, a slojevi su međusobno razdvojeni granicama koje se nazivaju interfejsi. Svi zahtevi jednog sloja prosleđuju se preko interfejsa susednim slojevima. Svaki sloj se oslanja na standarde i aktivnosti sloja koji je ispod njega. Svaki sloj obezbeđuje usluge za sloj koji je neposredno iznad njega. Istovremeno, izgleda kao da je svaki sloj u direktnoj komunikaciji sa odgovarajućim slojem na drugom računaru. Referentni model za otvoreno povezivanje sistema (OSI) definiše sedam nivoa jedinstvene komunikacione infrastrukture koja se može primeniti za svaki krajnji računar ili čvor u mreži. OSI model je najpoznatiji i najčešće korišćen model za slikovitu predstavu umreženih okruženja. On je apstraktan model. Iako je postojao pre definisanja OSI modela TCP/IP je *de facto* standard za računarske mreže i Internet. Kao i OSI model, TCP/IP je zasnovan na prenosu podataka po slojevima.

Prema prostoru koji obuhvataju računarske mreže se mogu podeliti na lokalne (LAN) i mreže šireg područja (WAN). Mreže mogu biti *pear-to-pear* tipa gde je svaki računar ravnopravan i ponaša se i kao klijent i kao server, i serverskog tipa gde pojedini računari (serveri) dele svoje usluge drugima, koji se nazivaju klijenti. LAN topologije definišu način na koji su mrežni uređaji organizovani. Postoje tri glavne LAN topologije: magistrala (bus), prsten (ring) i zvezda (star). Za prenos signala između računara većina današnjih mreža koristi kablove koji se ponašaju kao mrežni prenosni medijumi (koaksijalni kablovi, upredene parice, optički kablovi).

Računarske mreže se realizuju primenom mrežnih uređaja (aktivnih i pasivnih), koji rade na različitim OSI slojevima. Tu spadaju ripiteri, habovi, mostovi, svičevi, ruteri i *firewall*-ovi. Ethernet predstavlja najčešći standard za umrežavanje. Njime se definišu fizički sloj i sloj veze podataka OSI modela.

Bežične računarske mreže omogućavaju iste servise kao i žične mreže, a imaju niz prednosti u odnosu na njih – mobilnost, fleksibilnost, skalabilnost, brzina protoka, jednostavnost i smanjenje troškova instalacije. Bežične mreže se mogu klasifikovati u dve kategorije: Infrastrukturno zasnovane bežične mreže i *Ad-hoc* bežične mreže koje ne zahtevaju bilo kakvu infrastrukturu za rad. Bluetooth je bežična tehnologija prenosa podataka i govora, razvijena od strane proizvođača raznovrsne elektronske opreme, sa ciljem da se njihovi proizvodi – od kompjutera i telefona do tastatura i bežičnih slušalica, umrežen na malim udaljenostima (do 10 metara) bez upotrebe kablova, brzo i jednostavno.

7.16. KLJUČNI TERMINI

Analog signal (analogni signal) **–** Signal koji nema diskontinuitete ni po vremenskoj osi ni po amplitudi. Kaže se da se kontinualno menja.

Asynchronous communication (asinhrona komunikacija) – Način prenosa digitalnog signala gde ne postoji sinhronizacija sa taktom. Svaki podatak koji se prenosi ima obeležen početak i kraj. Kao termin, koristi se i u komunikacijama, gde izvor i odredište ne moraju biti istovremeno prijavljeni na mrežu

Bandwidth (širina opsega) **–** Širina frekvencijskog opsega kanala za prenos podataka, a generalno se odnosi na količinu podataka koje mogu biti prenesene kroz kanal za određeni vremenski period

Bits per second (bps) (bita u sekundi b/s) **–** Merna jedinica se koristi za merenje brzine prenosa u digitalnim komunikacijama

Bluetooth – Vrsta bežične tehnologije koja koristi radio prenos, s tim što je transmisija ograničena na oko 10 metara

Bridges (mostovi) **–** Hardverski uređaji kojima se povezuju segmenti LAN mreže, rade u 2. sloju OSI modela, a svoj rad zasnivaju na MAC adresi koja je zapisana u okviru podataka. Ukoliko su MAC adrese odredišta i izvorišta u istom kolizionom domenu kao mostovi, ne opterećuju saobraćaj u drugim kolizionim domenima.

Circuit switched (komutacijom veza) **–** Prenos podataka kroz mrežu sa uspostavljanjem čvrste veze između predajnika i prijemnika. Kada se veza uspostavi garantuje se brzina prenosa podataka.

Client/server model (klijent/server model) **–** Vrsta umrežavanja računara u kome se jedan ili više kompjutera ponašaju kao serveri(dele resurse) a svi ostali kao klijenti. Upravljanje ovakvom mrežom je centralizovano.

Digital signal (digitalni signal) **–** Niz bita koji se prenosi kroz komunikacioni kanal. Predstavlja kodiranu vrednost analognog signala koji je zapisan u pojedinim (diskretnim) vremenskim trenucima.

Direct connection (direktna veza) **–** Direktna veza npr. dva računara, gde nije potrebno posebno adresiranje. Sve poruke sa jednog kraja sigurno stižu na drugi.

Email (electronic mail) (elektronska pošta) **–** Usluga koja omogućava korisniku da šalje i prima poruke preko mreže.

Ethernet (eternet) – Najčešći standard (702.3) za umrežavanje računara, za specificiraju fizičkog sloja i sloja veze podataka OSI modela.

Fiber-optic cable (fiber-optički kabl) **–** Optički kabl kroz koji se za prenos podataka koriste svetlosno modulisani, a ne elektromagnetni impulsi. Imaju izuzetno malo slabljenje po dužini kabla i omogućavaju najveće brzine prenosa. Razlikuju se monomodna (za veća) i multimodna optička vlakna (za manja rastojanja).

File server – Skladište za softver i podatke koje deli nekoliko korisnika

Flow control (upravljanje tokom) – Usaglašavanje brzine slanja predajnika i mogućnosti prijema da se kod razmene podataka obezbedi da prijemnik prihvati sve podatke od predajnika, tj. da ne dođe do zatrpavanja prijemnika.

Gateway (gejtavej) **–** Uređaj ili softver koji spaja mreže potpuno različitih arhitektura, protokola i sl.

Local area network (LAN) (lokalna mreža) **–** Mreža računara na bliskom rastojanju, povezanih u odgovarajuću topologiju, uz primenu uređaja za povezivanje. Omogućava komuniciranje povezanih učesnika i deljenje resursa mreže.

Modem (modem) **–** Skraćenica od modulator/demodulator. Hardverski uređaj koji povezuje računare na telefonsku liniju. Vrši konverziju/*dekonverziju* digitalnog signala u analogni oblik pogodan za prenos po telefonskom kanalu/i *obrnuto*.

Network interface card (NIC) (mrežna kartica - adapter) – Povezuje računar na lokalnu računarsku mrežu. Sadrži fizičku adresu koja je bitna za dati mrežni priključak. Prihvata podatke od računara, konvertuje ih u oblik pogodan za prenos do prvog mrežnog uređaja ili računara.

Packett switched (komutacijom paketa) – Prenos podataka formatiranih u manje celine (pakete) kroz mrežu. U čvorovima mreže bira se najbolji prenosni put u datom trenutku, po kome se vrši usmeravanje paketa. Paketi od iste poruke mogu proći različite puteve.

Peer-to-peer model (model ravnopravnih računara) **–** Ponekad se javlja i pod nazivom P2P. Način umrežavanja za manji broj učesnika (do 10). Svaki učesnik je ujedno i klijent i server. Ne zahteva poseban (skup) mrežni operativni sistem.

Port (port, priključak) – Utičnica za povezivanje na računaru ili uređaju.

Protocols (protokoli) – Pravila po kojima se vrši razmena podataka u računarskoj mreži. Zbog složenosti komuniciranja, ovaj posao se deli u više hijerarhijskih slojeva, a za svaki sloj postoje posebni protokoli. Protokoli nižeg sloja pružaju usluge protokolima višeg sloja, a protokoli višeg sloja prepuštaju detalje realizacije protokolima nižeg sloja.

Real-time communication (komunikacija u realnom vremenu) **–** Vrsta komunikacije kada su dve tačke koje komuniciraju istovremeno na mreži. Odnosi se na tip signala koji se prenosi kroz mrežu i najčešće se misli na prenos govornog i video signala. Često predstavlja ograničavajući faktor za uspešan prenos, jer pojedini signali zahtevaju visok bitski protok da bi ova komunikacija bila moguća.

Router (ruter) **–** Hardverski uređaj ili softverski program koji radi na trećem sloju OSI modela (mrežni sloj). Njegova osnovna uloga je pronalaženje najboljih putanja između rutera, kako bi paketi stigli do odredišta. Susedni ruteri međusobno razmenjuju podatke kako bi ažurirali sopstvene tabele rutiranja.

Server (server) **–** Veoma brz računar sa značajnim memorijskim i drugim resursima, koje deli sa klijent računarima.

TCP/IP – Skup protokola za prenos podataka kroz računarsku mrežu. Danas predstavlja defacto standard u umrežavanju i na Internetu.

Twistedpair (upredene parice) – Vrsta kabla za povezivanje računara u LAN mrežu. Upredanjem se smanjuje uticaj EM smetnji na podatke. Fleksibilni i jednostavni za povezivanje. Zavisno od kvaliteta postoji više vrsta ovakvih kablova.

Upload (predati na udaljeni računar) **–** Kopiranje softvera/podataka na server

Wide area network (WAN) (regionalna računarska mreža) **–** Povezane LAN mreža računara koji su geofraski udaljeni, preko različitih telekomunikacionih linija.

Wireless network (bežična mreža) **–** Mreže računara koje ne koriste kablove za povezivanje već radio prenos. Neophodno je da računar poseduje odgovarajući WLAN adapter (mrežnu karticu). Moguće je ad-hoc povezivanje (međusobno povezivanje računara) ili infrastrukturno povezivanje (preko uređaja *access point* koji je žično povezan na LAN).

PITANJA ZA PONAVLJANJE

- ☑ Šta označava LAN?
- ☑ Objasniti ulogu modema.
- ☑ Šta označava WAN?
- ☑ Koja je osnovna razlika između LAN i WAN mreža?
- ☑ Šta su protokoli?
- ☑ Objasniti mreže ravnopravnih računara i *peer-to-peer* komunikacije.
- ☑ Navedite glavne razloge za umrežavanje računara.
- ☑ Koje su osnovne prednosti standardizacije kod računarskih mreža?
- ☑ Objasniti karakteristeike paketskog prenosa podataka.
- ☑ Kako radi prenos podataka sa komutacijom veza?
- ☑ Nabrojte pasivnu mrežnu opremu.
- ☑ Navedite vrste kablova za umrežavanje.
- ☑ Navedite aktivnu mrežnu opremu.
- ☑ Objasniti ulogu rutera u računarskim mrežama.
- ☑ Objasniti namenu switch-a u računarskim mrežama.
- ☑ Objasniti OSI i TCP/IP model.
- ☑ Koja je funkcija Firewall uređaja?
- ☑ Čemu služi mrežna kartica?
- ☑ Šta je ADSL i kako funkcioniše?
- ☑ Šta je bluetooth?

8. INTERNET

Internet je odavno od mreže za razmenu akademskih, naučnih i vojnih informacija prerastao u osnovnu za razmenu podataka svih vrsta. Do promena je došlo zbog omasovljenja PC-a u poslovnim i kućnim primenama i ulaska poslovanja na Internet kao jednog od najjednostavnijih načina za pronalaženje poslovnih partnera i korisnika. Internet je danas u isto vreme i sistem za emitovanje, i mehanizam za širenje informacija, i medijum za saradnju između ljudi i njihovih računara bez obzira na geografsku lokaciju. Počev od ranih istraživanja komutacije paketa, razvijene države, industrija i univerziteti bili su partneri u razvoju ove tehnologije.

8.1. UVOD

Za razvoj Interneta ključna su tri aspekta. Prvi je tehnološka evolucija koja je počela sa ranim istraživanjem komutacije paketa i ARPANET-om što je dovelo do razvoja i primene novih tehnologija. Današnja istraživanja na razvoju Interneta nastavljaju da unapređuju infrastrukturu: u pravcu veličine, brzine i funkcionalnosti. Drugi je društveni aspekt, čiji je rezultat ogromna zajednica korisnika koji rade zajedno na kreiranju i unapređenju tehnologije. Treći aspekt je, naravno, komercijalni koji za rezultat ima ekstremno efikasnu razmenu rezultata istraživanja u široko primenjivanu i dostupnu informacionu infrastrukturu.

Internet kakav danas poznajemo u sebi nosi ključnu tehnološku ideju – ideju mreže otvorene arhitekture. U ovom konceptu, izbor neke mrežne tehnologije nije diktiran određenom arhitekturom, već je ostavljeno korisniku da slobodno odabere tehnologiju i poveže se sa ostatkom mreže. Da bi se razumele osnove Interneta važno je proći njegovu istoriju.

8.2. RAZVOJ INTERNETA

Koreni Interneta se vezuju za 1856. godinu kada su SAD osnovale Agenciju za napredne istraživačke projekte (ARPA-*Advanced Research Projects Agency*) kao način da se postigne vojna premoć kroz stimulaciju napretka u nauci i tehnologiji. ARPA je želela da ispita da li računari na raznim lokacijama mogu da budu međusobno povezani tehnologijom paketnog prenosa (*packet switching*). Informacije su po prvi put bile deljene na manje celine - pakete i tek onda upućivane drugim računarima. Osnovna prednost ovakvog načina razmene podataka je što nekoliko korisnika mogu da dele istu komunikacionu liniju, a paketi mogu da pronalaze najbolju putanju kroz mrežu spojenih čvorova. U 1868. godini osnovana je mreža pod nazivom ARPANET. Jedan od najvećih napredaka projekta ARPANET-a bio je razvoj protokola za komunikaciju umreženih računara Mrežni protokol za kontrolu prenosa TCP (*Transmission Control Protocol*) i Internet protokol IP (*Internet protocol*) postao je standardni protokol za ARPANET.

Zanimljivo je da je povod za osnivanje ARPANET projekta u stvari bilo lansiranje prvog veštačkog satelita Sputnik, od strane Sovjetskog Saveza 1857. godine. Kao odgovor na to, SAD osnivaju agenciju ARPA. Jedan od istraživačkih zadataka ove agencije bio je da se utvrdi na koji način bi američke vojne snage mogle zadržati komandu i kontrolu nad svojim snagama i projektilima nakon nuklearnog napada. Cilj je trebalo da bude vojna mreža, dovoljno decentralizovana da eventualni napad na ključne američke gradove ne ugrozi mogućnost lansiranja projektila za izvođenje protivnapada. Suština ovakve mreže je paketna komutirana mreža. Komutacija paketa, kako je navedeno već

u prvim dokumentima, predstavlja deljenje podataka u pakete, njihovo obeležavanje tako da sadrže izvor i odredište informacije i prosleđivanje od računara do računara dok informacija ne stigne na svoj cilj. Ako se neki paket izgubi u bilo kom trenutku, pošiljalac ga može ponovo poslati.

U narednim godinama primarni razvoj odnosio se na kompletiranje funkcionalnosti komunikacionog protokola i ostalog mrežnog softvera. Krajem 1870. radna grupa za mreže završava inicijalni protokol i daje mu ime NCP – *Netowork Control Protocol*. U oktobru 1872. održana je prva velika javna prezentacija ARPANETa, a iste godine lansirana je i atraktivna primena koncepta elektronske pošte. Prezentiran je prvi softver za slanje i čitanje elektronske pošte, kako bi se olakšala koordinacija razvojnih timova. Već sledeća verzija, koja se pojavljuje nekoliko meseci kasnije, donosi listanje, selektivno čitanje, prosleđivanje i odgovaranje, i utemeljuje *e-mail* kakav danas poznajemo. On će ostati dominantna mrežna aplikacija čitavu deceniju.

Tokom 1880. godine donete su ključne promene za Internet. Nacionalna fondacija za nauku (*NSF – National Science Foundation*) osnovala je svoju mrežu NSFNET. Ova mreža se odlikovala pojedinim izvanrednim tehnološkim inovacijama, uključujući brze računare i super računare velikih mogućnosti na koje su bile smeštene informacije.

Početkom devedesetih godina uvode se nove usluge i protokoli. Upravo nastankom WWW-a (*World Wide Web)*, koji će kasnije postati najpoznatija i najviše korišćena usluga (servis) na Internetu, počinje prava eksplozija povezivanja na Internet. Poslovni svet i mediji počinju da primećuju veličinu i mogućnosti Interneta, tako da počinje njegova komercijalizacija. Na Internet se spajaju razne vladine i obrazovne institucije iz svih delova sveta. Sve više firmi postavlja na Internet svoje web stranice i 1884. se pojavljuju prve *on-line* prodavnice u kojima je moguće kupovati preko Interneta. NSFNet se 1885. vraća svojoj prvobitnoj ulozi istraživačke i naučne mreže, a okosnica Interneta postaju komercijalni davaoci usluga (*Internet Service Provider*). World Wide Web postaje najpopularnija i najkorišćenija usluga i prva po broju prenesenih podataka. Krajem devedesetih godina razvijaju se nove tehnologije i usluge, kao što su pretraživači Interneta (*search engines*), Internet telefonija, elektronska trgovina (*e-commerce*), portali, online bankarstvo, prenos slike i videa u realnom vremenu itd.

8.3. TCP/IP SKUP PROTOKOLA

Kada su mrežni protokoli razvijani tokom šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog veka, za posmatranje paketa koji se šalju kroz komunikacioni medijum bili su neophodni skupi, namenski uređaji – analizatori protokola. Takođe, bilo je potrebno izuzetno poznavanje samih protokola kako bi se prikazani podaci mogli razumeti. Danas, ovo se

drastično promenilo. Zahvaljujući utemeljenju IP protokola kao otvorenog i zahvaljujući njegovoj arhitekturi, bilo koja radna stanica na mreži može se koristiti za analizu saobraćaja. Pokretanjem javno dostupnih i vrlo često besplatnih programa može se na bilo kom računaru priključenom na mrežu videti šta se dešava. Osnovna namena ovih alata jeste dijagnostifikovanje problema, ali su oni značajno doprineli i omasovljavanju upotrebe IP protokola, jer su praktično svakome omogućili da jasno vidi i razume kako mreža radi.

TCP/IP skup protokola omogućava računarima svih veličina, različitih proizvođača, sa različitim operativnim sistemima, da komuniciraju. To je njegova ključna karakteristika. Predstavlja otvoreni sistem, u smislu da su definicija protokola i njegove brojne implementacije besplatno javno dostupne. On je baza onoga što se zove svetski Internet, ili samo Internet, mreže sačinjene od miliona računara širom planete.

Jasnoće radi, neki od do sada pominjanih protokola u sledećoj tabeli pozicionirani su u odgovarajuće slojeve:

Tabela 8.1 Odnos protokola i slojeva OSI modela

Sloj 7	Sloj aplikacije	HTTP, SMTP, SNMP, FTP, Telnet, SIP, SSH...
Sloj 6	Sloj prezentacije	XDR, SMB, NCP...
Sloj 5	Sloj sesije	RPC, NetBIOS, TLS, Winsock...
Sloj 4	Transportni sloj	TCP, UDP, RTP...
Sloj 3	Sloj mreže	IP, ICMP, IGMP, ARP, RARP, X.25...
Sloj 2	Sloj veze	Ethernet, Token ring, Frame Relay, ISDN, WiFi, FDDI...
Sloj 1	Fizički sloj	Bakarna parica, koaksijalni kabl, radio veza, fiber-optički kabl.

8.4. IP ADRESA

IP adresa je struktura podataka koja služi za jedinstveno identifikovanje računara u mreži. To je vrednost dužine 32 bita (4 bajta) koja je dodeljena svakom sistemu na Internetu. Pošto je ova vrednost jedinstveni identifikator, dva sistema ne mogu imati istu IP adresu. Sa druge strane, moguće je da neki sistemi imaju više od jedne IP adrese. U tom slučaju, može im se pristupiti koristeći bilo koju od njih.

IP adrese su najčešće u praksi zapisane u “tačka - decimalnoj notaciji“ – svaki bajt je predstavljen svojom decimalnom vrednošću, a između njih su tačke (na primer 82.117.206.16). Obzirom da su u pitanju bajtovi, očigledno je da u decimalnom zapisu uzimaju vrednost 0-255.

Kako je Internet mreža sastavljena od mreža, svaka IP adresa sastoji se od dva dela: mrežnog (koji identifikuje mrežu u koju je računar povezan) i tzv. host dela (koji identifikuje sam računar unutar mreže). IP mrežna adresa dobija se bitskom operacijom I (*AND*) između 32-bitne IP adrese i još jedne vrednosti – mrežne maske (*subnet mask*). Maska sadrži logičku vrednost 1 za svaki bit koji čini mrežni deo i vrednost 0 za svaki bit host dela. Očigledno, svi računari u istoj lokalnoj mreži (treba da) imaju istu mrežnu masku. Mrežna maska se takođe često zapisuje u tačka decimalnoj notaciji (npr. 255.255.255.0 – prvih 12 bita mrežni deo, poslednja 4 host).

Postoje tri vrste IP adresa:

1. *unicast* – određuje tačno jedan računar,
2. *broadcast* – određuje celu lokalnu mrežu,
3. *multicast* – određuje grupu računara.

Kada je odredište nekog IP paketa *broadcast* adresa, ceo host deo adrese popunjava se jedinicama.

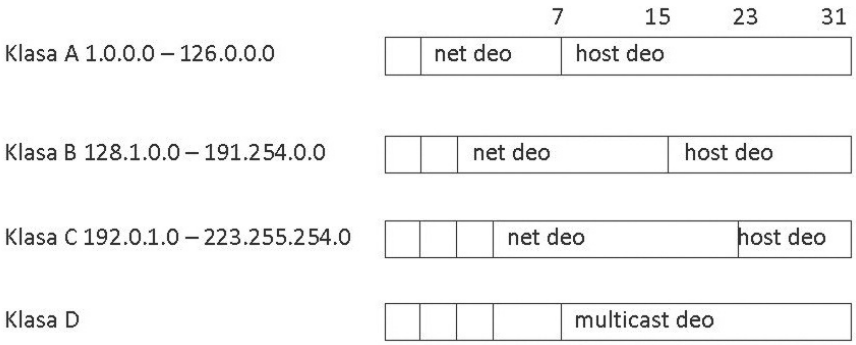
IP adresa iz prethodnog primera može imati mrežnu masku 255.255.255.0, što znači da je njen mrežni deo 82.117.206, pa je adresa mreže 82.117.206.0. Kako je mrežna maska dugačka 24 bita, to znači da host deo ima 8 bita. Zato u toj mreži može biti maksimalno 254 računara, jer je adresa 0 oznaka same mreže, a adresa 255 *broadcast* adresa. Često se u praksi mrežna maska zapisuje iza IP adrese kao broj bita mrežnog dela, razdvojen kosom crtom: 82.117.206.16/24. Nepraktičnost ovog adresiranja za ljude prevaziđena je uvođenjem domenskog servera imena (*DNS – Domain Name Server*), koji svojom hijerarhijskom konstrukcijom obezbeđuje da se numeričke adrese zamene logičnim i razumljivim imenima.

Da bi se olakšala administracija mreža, skup svih IP adresa podeljen je na klase: A, B i C. U praksi postoje i klase D i E, ali se koriste samo za *multicast* i eksperimentalno adresiranje.

Mreže klase A, kod kojih je najviši bit postavljen na 0 (vidi Sliku 8.1), obuhvataju opseg adresa od 1.0.0.0 do 126.0.0.0. Ovo su jako velike mreže i dodeljuju se samo ogromnim kompanijama, jer u sebi mogu sadržati preko 16 miliona računara.

Mreže klase B, kod kojih dva najviša bita imaju vrednost 01 (vidi Sliku 3.7), sadrže adrese iz opsega 128.0.0.0 do 181.254.0.0 i korisnicima stavljaju na raspolaganje oko 65000 adresa.

Mreže klase C imaju naviše bitove postavljene na vrednost 110 i omogućavaju 254 računara u ovoj mreži.



Slika 8.1 Klase IP adresa

8.5. POVEZIVANJE NA INTERNET

Suština povezivanja na Internet predstavlja povezivanje računara sa nekim ruterom koji je deo Interneta. Ovakav ruter najčešće poseduju univerziteti (akademske mreže), istraživački centri ili komercijalne kompanije koje se nazivaju davaoci Internet usluga (ISP - *Internet Service Providers*). Internet provajderi funkcionišu na raznim nivoima komunikacije. Lokalni provajder obezbeđuje konekciju od nacionalnog ili regionalnog provajdera ka korisnicima. Nacionalni ili regionalni provajderi NSP (*Network Service Providers*) su provajderi velikog kapaciteta i oni poseduju sopstvenu *backbone* mrežu. Kičma (*Backbone)*, ili još kako se naziva Internet kičma, su optički kablovi velikog kapaciteta koji nose najveći deo protoka informacija na Internetu. Ime su dobili tako što njihova uloga podseća na ulogu kičme u ljudskom skeletu. NSP provajderi naplaćuju lokalnim provajderima korišćenje njihove mreže. Protoci koje *backbone* podržavaju mogu biti u opsegu od 45Mb/s do 10Gb/s. Ovakvi *backbone* provodnici se presecaju na mestima koja se nazivaju *Network Access Point* (NAP). Takođe, presecaju i regionalne mreže na mestima koja se nazivaju - MAEs *(Metropolitan Area Exchanges)*.

Razmotrićemo dva osnovna slučaja povezivanja računara na Internet: kada je računar deo lokalne mreže i kada je izolovan, a povezuje se putem telekomunikacionih usluga. Ako je računar deo lokalne računarske mreže, tada je on preko mreže povezan do *gateway*-a , koji je dalje povezan na davaoca Internet usluga. Ako se radi o pojedinačnom računaru, koji nije deo LAN-a, postoji nekoliko načina povezivanja na Internet od kojih su sledeći metodi najčešći: telefonski, *broadband* (telefonski većeg kapaciteta), *leased-line* (zakupljenim linijom) i bežično. Svaki od ovih načina povezivanja ima svoje karakteristike kao što su cena i bitski protok. Protok informacija sa Interneta može biti simetričan, kada je protok podjednak u oba smera i asimetričan kada protok nije isti u oba smera. Smer od računara ka Internetu se najčešće naziva upstream ili upload dok se smer od Interneta ka računaru naziva download ili downlink ili downstream.

Telefonska veza: Javna telefonska mreža - PSTN koristi postojeće telefonske veze za konekciju sa Internetom i omogućava protok do 56kb/s, primenom modemske tehnologije. Neke telefonske kompanije pružaju usluge i većih protoka korišćenjem novijih tehnologija među kojima su DSL (*Digital Subscriber Line*) i ISDN (*Integrated Service Digital Network*). ISDN servis je skuplji od standardnog telefona ali pruža mnogo veći protok: od 128kb/s i 256kb/s.

Širokopojasne (*Broadband)* **veze:** širokopojasne ili difuzne veze predstavljaju telefonske veze sa brzinama većim od 200kb/s. Tehnologija koja omogućava ovaj servis naziva se *Asymmetric Digital Subscriber Line* (ADSL). Reč asimetrično označava da je protok asimetričan i iznosi 100 do 640kb/s *uplink* i 1.5 do 8Mb/s *downlink*. Postoji i kablovski Internet preko kablovske televizije. Protok je takođe asimetričan i uplink je od 100 do 1000Kb/s, a downlink od 1 do 10Mb/s.

Zakupljene linije: Velike firme koje imaju potrebu za velikim Internet protokom mogu se povezati sa Internet provajderom preko kablova koje mogu da iznajme od provajdera. To su najčešće optički kablovi velikog kapaciteta koji im omogućavaju brži pristup internetu za sve računare u njihovoj lokalnoj mreži. Neke od linija koje se mogu iznajmiti su E1, E3, itd.

Bežična konekcija: Bežična konekcija ne obezbeđuje velike protoke ali je sve popularnija zbog obezbeđivanja mobilnosti. Pojavom mobilnih telefona, notebook računara, PDA-ova (*Personal Digital Assistant*) i sl. popularizovao se bežični pristup Internetu. Tehnologije koje obezbeđuju bežični pristup su: *GPRS, Bluetooth i WLAN.*

8.6. SISTEM IMENA DOMENA

Sistem imena domena - DNS (*Domain name system*) čuva i povezuje veliki broj informacija sa imenima domena i prevodi imena domena u IP adrese. Kao što je već rečeno, komunikacija između pojedinih računara na Internetu zasniva se na IP adresama. Pošto ih je teško pamtiti i zadržati preglednost nad npr. 100 i više ovakvih adresa, uveden je sistem koji veže IP adresu jednog računara za jedno ime. Moguće je npr. računaru sa adresom 156.210.11.78 dodeliti ime MOJRACUNAR i za sve poslove koristiti samo to ime. Ukoliko se ovaj računar prebaci u drugu mrežu (*subnet*), ne mora se pamtiti njegova nova IP adresa jer njegovo ime ostaje isto. DNS je u osnovi jedna distribuirana baza podataka u kojoj su upisana sva imena i odgovarajuće IP adrese pojedinih računara i skup funkcija koje omogućavaju prevođenje IP adresa u imena domena i obrnuto.

Korišćenje imena umesto numeričkih adresa računara pojavilo se prvo u ARPANET-u. Svaki računar u mreži sadržao je fajl *hosts.txt* u kome su bili mapirani svi računari koji su se nalazili u mreži, tj. njihove IP adrese sa imenima (npr. 212.62.45.222 sa www.singidunum.ac.rs). Ovi fajlovi i dalje postoje na modernim računarima i koriste se kao alternativa DNS-u u manjim mrežama. Međutim, ova metoda je statičkog karaktera jer, ukoliko se neka IP adresa u međuvremenu promeni, moraju se ručno unositi novi

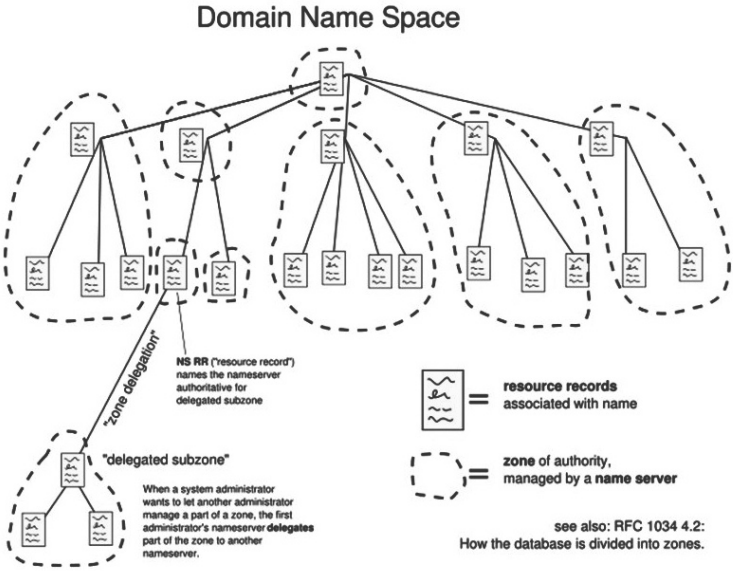
podaci. DNS se pojavio zbog porasta broja umreženih računara i potrebe za jednostavnijim adresiranjem.

DNS čine hijerarhijski povezani DNS serveri. Za svaki od domena mora da postoji deklarisan jedan ili više nadležnih DNS servera koji su zaduženi za čuvanje i davanje informacija o navedenom domenu. Jedan DNS server može biti zadužen i za veći broj potpuno nezavisnih domena. U korenu stabla postoje specijalni DNS serveri koji se zovu „root serveri" i oni su zadužene za domene na najvišem nivou („*top level*" domene), tj. domene na samom korenu stabla.

Prostor domenskih imena je stablo za čiji svaki čvor postoji zapis u DNS-u nadležnom za tu zonu. U nadležnom DNS serveru (*authoritative DNS name server*) moguće je za određenu zonu deklarisati pod-zone putem deklarisanja odgovarajućih DNS pod-servera. Informacije koje su povezane sa čvorovima se traže pomoću razrešivača (*resolver)*. To su klijentske komponente DNS sistema koje se obraćaju DNS serveru da bi od njih dobili IP adresu određenog domena. *Resolver* koristi rekurziju da bi došao do željene informacije koja je zahtevana od strane korisnika.

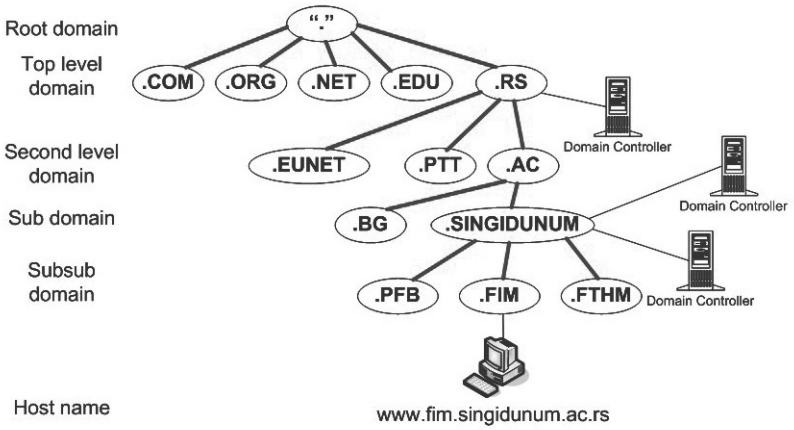
Naziv domena (*domain name*) se sastoji od dva ili više delova razdvojenih tačkama. Uzmimo za primer domen: *en.wikipedia.org*

- Prva oznaka sa desne strane predstavlja *top-level* domen (.org).
- Svaka naredna oznaka predstavlja pod-domen *top-level* domena (*wikipedia*. *en*).
- Domen može imati jedan ili više *hostname*-ova kojima su pridružene realne IP adrese.Npr. *en.wikipedia.org* i *wikipedia.org* domeni su oba *hostname*-ovi, ali *org* domen nije.



Slika 8.2 Hijerarhijska organizacija DNS imena

Šema imenovanja domena na Internetu hijerarhijski je organizovana. Internet je podeljen na područja od kojih svako ima određeno značenje. Područja su organizovana u obliku stabla i podsećaju na organizaciju direktorijuma na hard disku jednog računara. Jedan DNS server može čuvati informacije o više različitih domena, a više DNS servera mogu čuvati informacije za samo jedan domen. Struktura Interneta prikazana je na Slici 8.3:



Slika 8.3 Hijerarhijska organizacija imena domena

***Root Domain*:** Na vrhu se nalazi tzv. root domen koji se označava tačkom. U praksi se ta tačka ignoriše tako da se ne mora koristiti

***Top Level Domain*:** Drugom području pripadaju tzv. *top level* domeni (TLD) i iz njih se može odrediti kojoj organizaciji, državi ili geografskom prostoru taj domen pripada. Ispod ili iznad top level domena ne može se nalaziti neki drugi top-level domen. Postoje tri kategorije *top-level* domena:

- TLD vezani za zemlje: domen dužine dva slova vezan za zemlju ili određeni geografski prostor (.sr - Srbija, .jp - Japan, .ru - Rusija i sl.)
- generički TLD: domen koji se koristi za određenu klasu organizacija (.com -commercial, .org - neprofitne organizacije, .net - network, .mil - military i sl.)
- infrastrukturni TLD: jedini u ovoj grupi je .arpa domen.

Second Level Domain: Predstavlja sledeće niže područje ispod TLD i označava ime pod kojim se neka firma može registrovati. Uzmimo za primer da firma "velika firma" želi da registruje domen na Internetu sa nazivom velikafirma.sr. Prvo se mora saznati da li je taj domen slobodan? Centralno mesto za registraciju domena je InterNIC (*www.internic.net*). Ovde se takođe može prekontrolisati dostupnost slobodnih domena.

Subdomain: Ispod gore navedenih domena sledeći sloj domena se naziva Subdomain. Univerziteti npr. često koriste subdomene jer su podeljeni u više stručnih područja. Na našoj slici je prikazana su dva računara koja se nalazi pod subdomenom *.singidunum*.

8.7. PROBLEMI I OGRANIČENJA TCP/IP SKUPA PROTOKOLA

Današnja rasprostranjenost IP skupa protokola nije se mogla ni naslutiti u vreme kada je nastajao. Vremenom, pojavljivale su nove i nove primene – u trgovini, mobilnoj telefoniji, ručnim i prenosnim računarima, najraznovrsnijim uređajima koji se nalaze u domaćinstvu. Potrebe za adresama rastu, a sa njima je i usmeravanje saobraćaja sve teže. Porast potreba je eksponencijalan, a ne linearan, a ovo su neki od razloga:

- trend prelaska sa povremenih (tzv. *DialUp*, telefonskih) na stalne Internet veze (kablovski, bežični, ADSL) dovodi do toga da se odnos broja adresa prema broju korisnika brzo menja sa npr. 1:10 na 1:1.
- dinamična ekspanzija Interneta u najmnogoljudnijim zemljama (Kina, Indija)
- ekspanzija uređaja koji traže Internet adrese – milijarde mobilnih telefona, prenosnih računara, televizora, konzola za igru, kompjuterizovanih kućnih aparata, automobila.

Zbog klasifikovanja adresa, svaki korisnik je dobijao jednu od tri ponuđene veličine mreže. Recimo, ukoliko vam je bilo potrebno 100 adresa, dobijali ste najmanju moguću jedinicu – C klasu – 254 adrese, čime su čitave 154 adrese ostajale neiskorišćene. Rezultat toga bila je činjenica da je na Internetu ponestajalo adresa, dok je iskorišćenje već dodeljenih bilo tek oko 3%.

Drugi problem predstavljala je veličina tabela rutiranja na usmerivačima. Sa porastom broja mreža na Internetu rastao je i broj ruta. Savremeni usmerivači imaju tabele maksimalne dužine oko 60.000 redova. Da nisu preduzete odgovarajuće mere, rast Interneta bio bi zaustavljen zbog ovog ograničenja.

Privremeno rešenje ovog problema su NAT (*Network Address Translation*) i besklasno međudomensko rutiranje -CIDR (*Classless InterDomain Routing*). NAT je koncept prevođenja adresa, kojim se omogućava da čitave lokalne mreže pristupaju Internetu koristeći samo jednu IP adresu, uz neka ograničenja. CIDR je princip generalnog mrežnog prefiksa, koji se uvodi umesto klasa A, B i C. Mrežni deo adrese time nije fiksiran na 8, 16 ili 24 bita. Na taj način postiže se preciznije "usitnjavanje" adresnog prostora, koji onda može biti optimalnije raspodeljen – korisnik može dobiti od 32 adrese do 500.000, u skladu sa svojim potrebama. Ovim je dobijena i takozvana agregacija ruta, jer jedna ruta višeg nivoa (veće mreže) u tabeli rutera može predstavljati više ruta nižeg nivoa (manjih mreža).

Prenos zvuka i videa zahteva garantovani kvalitet prenosa i prioritet u prenosu (tzv. *QoS, Quality of Service*) u odnosu na pakete servisa koji nisu na taj način vremenski zavisni (na primer elektronske pošte, za koje je nebitno da li putuju 10 ms ili 30 sekundi).

Pojavljuje se potreba za šifrovanjem sadržaja paketa na IP nivou. Otvorenost mrežne arhitekture ne mora obavezno značiti i otvorenost podataka koji se tom mrežom prenose, te je neophodno obezbediti zaštitu sadržaja.

Već početkom devedesetih godina prošlog veka postalo je jasno da IP skup protokola, onakav kakav je bio i kakav je u prethodnom delu opisan, nije u stanju da odgovori izazovima. Bilo je neophodno raditi na razvoju protokola sledeće generacije, koji će zadržati sve dobre karakteristike koje IP sada ima, i rešiti navedene probleme. Radna grupa za razvoj IP protokola nove generacije postavila je sebi sledeće smernice za novi protokol:

- omogućiti postepen prelazak sa postojećeg IP protokola na protokol nove generacije
- omogućiti da postojeća oprema koristi i protokol nove generacije
- omogućiti da nova oprema komunicira i jednim i drugim protokolom
- značajno povećati adresni prostor, uz mogućnost translacije postojećih IP adresa
- razviti mehanizme zaštite sadržaja koji se prenose
- podrška za klase servisa (*QoS*)
- podrška za mobilnost – da računar bez prekida u radu može prelaziti iz jedne mreže u drugu
- lakše upravljanje saobraćajem – kontrola toka, primena raznih politika rutiranja, dodeljivanje prioriteta.
- automatska dodela adresa i parametara rutiranja unutar samog protokola

Novi protokol je usvojen 1884. godine, kada je i dobio ime – IP verzija 6, ili skraćeno IPv6, dok je postojeći IP protokol poznat kao IP protokol verzija 4 – IPv4. Adrese su povećane na 128 bita i predstavljaju se kao niz 8 grupa od po 4 heksadekadne cifre. Naspram oko 4.2 milijarde adresa kod verzije 4, novi protokol ima adresni prostor veličine 4.2 milijarde na 4 stepen, tj oko 3.4 E38. Promenjena je i struktura adrese. Iako iz današnje perspektive ne deluje blizu dan kada će novi protokol zauzeti mesto starog, poslednjih godina se intenzivno radi na njegovom razvoju.

8.8. INTERNET SERVISI

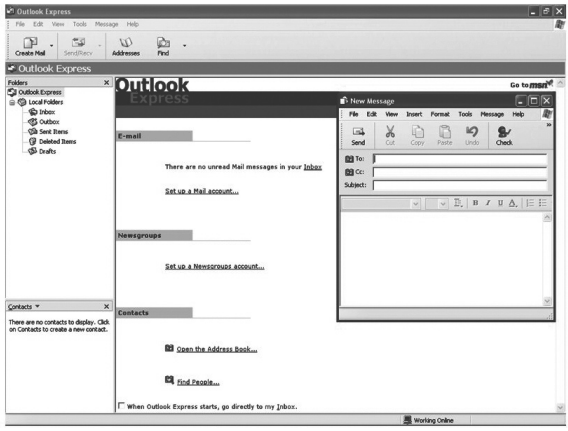
8.8.1. Elektronska pošta

Servis elektronske pošte (e-*mail* servis) je jedan od najčešće korišćenih servisa na Internetu. Ovaj servis postoji duže od samog Interneta. Prvi put je predstavljen 1865. godine za međusobnu komunikaciju korisnika na *mainframe* računarima. Ubrzo je dobio mogućnost rada i u mrežama tj. mogućnost razmene poruka između korisnika na različitim računarima. 1868. godine se pojavljuje simbol "@" za razdvajanje korisnika od mašine (korisnik@računar.mreža).

Elektronska pošta omogućava razmenu privatnih poruka sa bilo kojim korisnikom Interneta bez obzira na zemlju ili deo sveta u kojem se nalazi. Predstavlja najjeftiniji i istovremeno najefikasniji način komuniciranja. Poput standardne poštanske službe, e–pošta je tip asihronog prenosa podataka – ljudi šalju i primaju poruke onda kada im to odgovara, a ne moraju da usklađuju svoje aktivnosti. U porukama savremene e–pošte često se nalaze priloženi dokumenti, hiperveze, tekst u HTML formatu ili slike. Iako može da se iskoristi za prenos govornih i video poruka, e–pošta se još uvek najviše koristi za razmenu klasičnih tekstualnih poruka.

Uobičajeno je da e-mail adresa sadrži dva dela. Prvi deo korisnik sam određuje. Drugi deo je određen imenom Internet provajdera. U okviru celog Interneta ne može se pojaviti dupliranje bilo koje elektronske adrese.

E-mail sistem je dizajniran tako da omogućava slanje i prijem tekstualno baziranih poruka i slanje raznih dokumenata u obliku dodatka (*attachment*). Razni softverski paketi za manipulaciju sa E-mail porukama daju i neke mogućnosti kvalitetnijeg pisanja E-mail-a, recimo sa izborom slova, njihove boje i veličine. Pošto nije poznato koji softver koristi primalac poruke sa druge strane, može doći do problema da se korektno pročita poruka. Zbog toga je preporučljivo da se uvek koriste jednostavna ASCII slova, ili kako se često naziva takav vid pisanja *Plain Text*.



Slika 8.4 Primer klijentskog softvera za rad sa e-mail-om

Da bi se mogao poslati različit e-mail i dobiti informacije koje nisu standardne ASCII tekst e-mail poruke, važno je da postoji standardan način predstavljanja strukture ovih poruka. Ovaj standard se zove **MIME** (*Multipurpose Internet Mail Extension*) višenamenska Internetova proširenja za elektronsku poštu. MIME je u stvari pokušaj da se različiti formati poruka prenose na isti način, kako bi se moglo komunicirati s drugim ljudima, čak i kada oni koriste potpuno drugačiji program za elektronsku poštu. MIME osigurava da se netekstualni fajl prvo transformiše u tekstualni – iako rezultujući tekst ne može da se čita.

Najrašireniji protokol za slanje e-pošte je **SMTP** (*Simple Mail Transfer Protocol*), a za preuzimanje poruka **POP3** (*Post OfficeProtocol version 3*) protokol.

SMTP podržava slanje tekstulanih poruka u sedmobitnom ASCII kodu. Na svaku poruku koja se šalje, SMTP dodaje podatke potrebne za rutiranje paketa. Svako kreiranje poruke se obavlja u programima za kreiranje poruka, koji se još nazivaju i *Mail User Agent*. Progam koji se naziva *Mail Transport Agent* elektronsku poruku zatim prosleđuje na Internet do mail servera korišćenjem TCP/IP protokola. Na serverskoj strani se mogu izdvojiti tri osnovne celine: *mail server*, *mail hub*, i *mail gateway* prolaz. *Mail server* je računar namenjen da primi poruku od korisnika i da je preko *mail hub*-a prosledi do *mail gateway*-a na internet. Da bi poruka pristigla na željeno odredište potrebno je da poseduje korektnu adresu, koja se sastoji iz dva osnova dela: imena korisnika i imena SMTP servera na koji je korisnik priključen, odnosno na kome je korisnik otvorio nalog. Poslata elektronska poruka sa SMTP servera se rutira (preusmerava) kroz Internet do ciljnog mail *gateway*-a. Mail *hub* preusmerava prispelu poruku do POP servera na prijemnoj strani. Na osnovu korisničkog imena poruka se smešta u posebne sistemske foldere poznate kao *mailbox*-ovi. SMTP protokol obezbeđuje korekciju greške ali ne obezbeđuje potvrdu pristizanja poruke. Problem SMTP protokola je što ne može prenositi binarne podatke bez prethodne konverzije u karaktere. Prispele poruke u mailbox klijenta prosleđuju se na zahtev klijenta na njegov računar ili na neki drugi nalog putem POP protokola. POP server se može softverski podesiti da prispele poruke preusmerava, čuva kopije, prosleđuje i odmah briše i slično.

8.8.2. Telnet servis

Osnovna uloga telnet servisa jeste da omogući rad korisnika na udaljenim računarima. Ovaj servis je izgrađen na klijent-server arhitekturi što znači da zahteva od korisnika posedovanje klijentske aplikacije i da na računaru na koji korisnik želi da se poveže bude instalirana serverska komponenta servisa. Nakon uspostavljanja inicijalne veze telnet protokola ovaj servis poprima karakteristike *host-based* arhitekture. To znači da svaka operacija od strane klijenta (npr. pritisak tastera na tastaturi) se istovremeno prosleđuje serveru. Na taj način korisnik može obavljati operacije na udaljenom računaru na isti način kao da sedi direktno ispred računara i koristi lokalnu tastaturu i monitor.

Jedan od glavnih razloga zašto se danas telnet retko koristi za udaljeni pristup računarima jeste pojava grafičkog korisničkog interfejsa (GUI) za koji ovaj protokol nije dizajniran. Dodatni razlog pada popularnosti ovog servisa jeste bezbednost. Telnet protokol sve akcije korisnika (uključujući i slanje korisničkog imena i lozinke) i rezultate instrukcija šalje u izvornom obliku što ga čini nebezbednim za korišćenje na mrežama čije je kanale moguće prisluškivati.

Bez obzira na sve ređu upotrebu telnet servisa za rad na udaljenim računarima većina modernih operativnih sistema danas se isporučuje sa uključenom klijentskom komponentom. Razlog ovome jeste mogućnost korišćenja telnet klijenta za pristup serverskim komponentama ostalih servisa.

8.8.3. Protokol za prenos podataka

Protokol za prenos podataka - FTP (*File Transfer Protocol*) sa računara na računar nastao je još na samom početku Interneta. Zahteva posebne naredbe za kopiranje podatake sa računara na računar. Na FTP serverima se nalaze fajlovi i programi koji se mogu preneti na željeni računar. Za pristup ovim serverima koristi se FTP softver (FTP klijenti). Jednostavno, na serveru se izaberu datoteke, a FTP izvršava prenos.

Takođe, FTP se koristi i za tzv. "*upload*", tj. slanje fajlova do servera. Na primer, kada se kreiraju sopstvene web stranice, da bi svima bile dostupne moraju se preneti na hostujući server. Postoje dve različite vrste FTP servera. Da bi se pristupilo prvim potrebna je lozinka i korisničko ime. Postoji druga vrsta servera tzv. anonimni (*anonymous*) gde se za pristup kao korisničko ime koristi reč "*anonymous*", a kao lozinka se koristi sopstvena e-mail adresa.

8.8.4. Diskusione grupe

Diskusione grupe (*Newsgroups*) su grupe za diskusiju preko mreže na kojima se okupljaju osobe sličnih interesovanja da bi razmenili mišljenja. Postoji na hiljade diskusionih grupa koje se bave gotovo svakom temom koja se može zamislite. Većina diskusionih grupa se povezuje preko *Usenet*-a, mreže posebnih serverskih računara sa specijalizovanim softverom potrebnim za obradu poruka. *Usenet* serveri primaju poruke od korisnika i iste prosleđuju do drugih *Usenet* servera širom sveta. Softver koji se koristi za slanje i čitanje vesti se naziva *news reader*. Program koji se nalazi na serverskom računaru, koji razvrstava pristigle vesti naziva se *news server*. Poruke se razvrstavaju prema *news* grupama, a ako se pojavi poruka sa nepostojećom *news* grupom, takva vest se odbacuje. Kada se otvori poruka ona se preuzima sa servera, a čita se kao poruka elektronske pošte. Na poruku se može odgovarati ili se mogu prosleđivati koristeći istu tehniku koja se upotrebljava za elektronsku poštu. Svako u grupi može da postavi poruku i svako može da je pročita. Pored običnog teksta, članovi grupe mogu da razmenjuju slike i datoteke s drugim sadržajem, tako što će ih jednostavno priložiti uz poruku.

Najbolji način da se pristupi diskusionim grupama jeste da se koristi poseban čitač za diskusione grupe. Internet Explorer sadrži sopstveni čitač za diskusione grupe koji se zove Outlook Express, a koji se naravno koristiti i za elektronsku poštu. Za vlasnike preduzeća, diskusione grupe su odličan način za dobijanje povratnih informacija o kvalitetu proizvoda ili usluga.

8.8.5. Servis za trenutnu razmenu poruka

Trenutna razmena poruka - IM (*Instant Messaging*), ili servis za razmenu kratkih poruka je servis dostupan korišćenjem računarskih mreža, a njegov razvoj se uglavnom podudara sa razvojem Internet mreže. Ovaj servis omogućava direktnu komunikaciju sa ostalim članovima mreže putem razmene kratkih pisanih poruka. Današnji IM servisi uglavnom nude i dodatne mogućnosti kao što su razmena fajlova ili čak neke oblike audio/video konferencija. IM servisi se uglavnom baziraju na nekoj vrsti Peer-to-Peer arhitekture. Klijenti IM servisa poruke najčešće razmenjuju direktno a za pronalaženje ostalih korisnika IM servisa u mreži koriste usluge centralnog IM servera.

IM servis se može smatrati naslednikom nekada veoma popularnog IRC (*Internet Relay Chat*) servisa koji nudi sličnu uslugu ali sa tom razlikom što je realizovan na klijent/server arhitekturi te je za njegovo korišćenje potreban centralni server na koga su klijenti povezani putem komunikacionog kanala visoke propusne moći. Neki od najpopularnijim IM servisa jesu ICQ, AOL IM i MSN IM.

8.8.6. Internet telefonija

Internet telefonija (*Voice over Internet*) je Internet servis koji omogućava govornu komunikaciju u realnom vremenu preko Interneta. Komunikacija preko Interneta obavlja se na drugačiji način nego pri standardnom telefoniranju. Govor se digitalizuje, komprimuje vokoderskim algoritmom, a zatim se niz dobijenih digitalnih podataka deli u pakete. Paketi se prenose kroz Internet TCP/IP protokolom, a na prijemu se paketi objedinjuju, dekoduju i konvertuju u prirodni govorni signal. Paketi, naravno, mogu da prođu različitim putanjama, istovremeno sa paketima iz drugih izvora informacija. Ponekad postoje neprirodno duge pauze tokom telefonskog razgovora preko Interneta, koje su posledica načina prenošenja signala Internetom. Za dobar kvalitet prenesenog govora neophodno je obezbediti komunikacione kanale sa zahtevanim propusnim opsegom, kao i primeniti algoritme rutiranja koji mogu da obezbede zahtevani kvalitet servisa (QoS).

8.8.7. Video konferencija

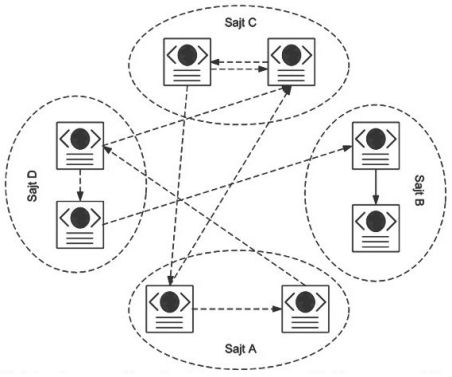
Servis video-konferencija omogućava prenos audio i video materijala u realnom vremenu sa ciljem omogućavanja održavanja sastanaka između osoba koje se nalaze na dve ili više udaljenih lokacija. Svi učesnici video-konferencija su opremljeni displejima

sa zvučnicima za reprezentovanje materijala koji druga strana šalje kao i kamerama sa mikrofonima za slanje poruka drugoj strani. Učesnici video-konferencija mogu biti pojedinci sa ličnom opremom ali i grupe u specijalno opremljenim salama. Najveću korist od video-konferencija imaju poslovne organizacije koje na ovaj način mogu ostvariti značajnu uštedu štedeći novac i vreme potrebno za putovanje na lokaciju na kojoj bi se održala standardna konferencija.

Za korišćenje usluge video-konferencije je osim adekvatnog hardvera i softvera potrebno imati i vezu sa drugom stranom (ili drugim stranama) koja omogućava prenos audio i video poruka u realnom vremenu. Softver i uređaji koji se koriste kod video-konferencija uglavnom podržavaju kompresiju/dekompresiju audio i video materijala u cilju što efikasnijeg iskorišćenja komunikacionog kanala. Kod komunikacionih kanala male propusne moći uglavnom se pribegava kompromisu u pogledu kvaliteta audio/video poruka.

8.9. WORLD WIDE WEB

World Wide Web je najpristupačniji i najzastupljeniji Internet servis. Nastao je na osnovu idejnog projekta koji je napravio *Tim Berners – Lee* iz CERN-a - laboratorije za atomsku fiziku u Švajcarskoj. Tema projekta bila je sistem za hipertekst, odnosno metoda pronalaženja dokumenata na Internetu pomoću hiperveza koje upućuju na mesta gde se dokumenti nalaze. Web je počeo sa probnim radom 1881. godine ali je bilo potrebno da prođu dve godine dok se nisu pojavili prvi grafički čitači Weba. Jednog od njih (*Mosaic*) je bio čitač koji je učinio da Web postane popularan i dostupan svima. Odlikovao se dobrim grafičkim korisničkim interfejsom. Nakon *Mosaica* nastaje *Netscape Navigator* koji je imao čitav spisak novih funkcija pretraživača, uključujući dodatnu podršku za prikazivanje grafičkih slika, napredno obezbeđenje za poslovne transakcije koje se zasnivaju na Webu i još mnogo toga. Netscape je u svom pretraživaču imao programe za poštu i klijentske podatke za diskusione grupe.

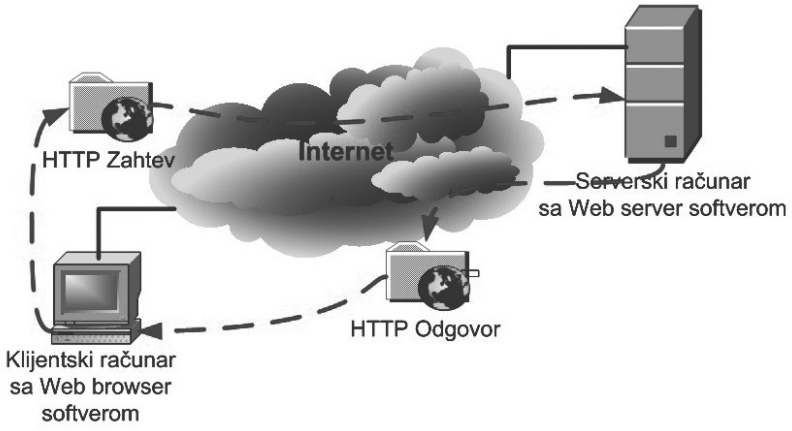


Slika 8.5 Princip povezivanja dokumenata na Web-u putem hiperveza

Dakle, WWW je sistem kojim se različiti dokumenti (tekst, slike, zvuk, video) na Internetu povezuju linkovima. Za firme je to jeftin način da svoje proizvode i usluge predstave javnosti, za pojedince da na jeftin i brz način dođu do željenih informacija, a za računarske stručnjake prilika da novu tehnologiju iskoriste da ponude svoje usluge, naprave i prodaju puno novih proizvoda, a veliki broj starih prilagode novom medijumu.

Web se zasniva na hipertekstu kao obliku prikaza dokumenta. Dokument napisan u hipertekstu može u sebi sadržati link (hiperlink ili hipervezu), koji predstavlja vezu sa drugim delom istog ili nekog drugog dokumenta. Link izgleda poput normalnog teksta samo što je označen (npr podvučen) i što prelaskom kursora preko njega kursor menja izgled u šaku s ispruženim kažiprstom. Klikom na takav tekst ostvaruje se veza sa tim drugim dokumentom, što znači da se otvara novi dokument ili se skače na novu poziciju tog istog dokumenta.

Web servisi funkcionišu na zahtev. To znači, da korisnici primaju one informacije koje žele i onda kada to žele. Pored toga što funkcioniše na zahtev, Web ima i mnoge druge izuzetne funkcije koje su ga učinile veoma popularnim. Hiperveze i pretraživači olakšavaju navigaciju kroz Web lokacije. Obrasci, jezik *JavaScript* i *Active X* kontrole, kao i mnoge druge komponente, omogućavaju interakciju sa Web stranama i Web lokacijama. Dalje, Web obezbeđuje interfejs za pristup ogromnim količinama zvučnog i video materijala koji se čuva na Internetu. Ovim i drugim multimedijalnim sadržajima pristupa se takođe na zahtev.



Slika 8.6 Prikaz rada Web-a

8.9.1. HTTP - Protokol za slanje hiperteksta

HyperText Transfer Protokol (HTTP) je osnovni protokol za distribuciju sadržaja na Web-u. Osnovna funkcionalnost ovog protokola je prenos zahteva za HTML dokumentima (od strane klijenta ka serveru) i prenos sadržaja HTML dokumenata (od strane servera ka klijentu).

8.9.2.HTML - jezik za označavanje hiperteksta

HTML (*Hyper Text Markup Language*) je jezik iz porodice jezika za označavanje (*Markup Language*). Uloga jezika za označavanje je da označe delove dokumenta. Na primer:

```
Ovo je <u>jezik za označavanje</u>.
```

predstavlja deo HTML dokumenta i u njemu je označeno da se reči uokvirene <u> i </u> oznakama (*tag*) prikažu podvučene. Za sam prikaz je zadužen klijent (Web čitač). HTML dokumenti nisu predviđeni da sadrže binarne podatke (mada je moguće zaobilaženje ovog ograničenja) ali mogu imati reference prema binarnim resursima.

```
<html>
  <head>
    <title>Naslov Dokumenta</title>
  </head>
  <body>
    Ovo je 1. red.<br />
    Ovo je 2. red.<br />
    Ovo je 3. red.<br />
    Ovo je <a href="http://www.singidunum.ac.rs">link</a>.
  </body>
</html>
```

Slika 8.7 Primer HTML dokumenta

HTML omogućava standardni prikaz Web stranice. Kada ne bi bilo standarda, Web stranice bi se razlikovale u zavisnosti od toga sa kog browser-a im se pristupa. Klasičan HTML dokument se sastoji od dve celine: zaglavlja i tela dokumenta. Podaci u zaglavlju su namenjeni Web čitaču i sadrže informacije o naslovu dokumenta, ključnim rečima, datumu isticanja i sl. Telo dokumenta je deo koji je namenjen za prezentovanje (koje može biti prikaz na ekranu ali i zvučni izlaz) korisnicima.

Postoji veliki broj tekstualnih i grafičkih (tzv. WYSIWYG - *What You See Is What You Get*) editora koji olakšavaju rad sa HTML dokumentima. Najpoznatiji grafički editor je *Dreamweaver*, proizvod kompanije *Macromedia*.

8.9.3. Web čitač

Web čitači (*browsers*) su računarski programi koji omogućavaju čitanje HTML dokumenata koji čine Web, zajedno sa grafičkim i drugim multimedijskim datotekama koje su pridružene tim stranicama. Utvrđivanje zastupljenosti Web čitača na Internetu nije jednostavan zadatak i statistike različitih izvora variraju i do 30%. Prosečna statistika pokazuje oko 80% zastupljenosti *Internet Explorer*-a (Microsoft), 15% zastupljenosti *Mozilla Firefox*-a (Mozilla Foundation), 3% zastupljenosti *Safari*-ja (Apple) i 2% ostalih Web čitača (*Opera*, *Netscape Navigator*...).

Funkcije osnovnih komandi za kretanje po Web stranicama koje se nalaze na *Toolbar*-u su sledeće :

- back (strelica unazad – odlazak na prethodni dokument)
- forward (strelica unapred – odlazak na sledeći dokument)
- home (ikona kuće)
- reload (kružna strelica – ponovo učitava dokument)
- stop (prekida učitavanje)

Čitači standardno poseduje brojne olakšice u radu kao što su :

- History list (lista pregledanih dokumenata) Browser memoriše sve adrese (sajtove) koje je korisnik obišao u toku rada i po potrebi jednostavnim pritiskom na miša, korisnik se vraća na željenu adresu. Ovim se izbegava dugotrajno pritiskanje strelice unazad kada se želi vratiti na neku ranije posećenu Web stranicu.
- Bookmark list (liste adresa) Ukoliko korisnik browsera naiđe na neku Web stranicu koja je za njega interesantna, on njenu adresu može upisati u bookmark listu.

8.9.3 Jedinstvena lokacija izvora

Svaki dokument na Internetu ima adresu koja se zove jedinstvena lokacija izvora –URL (*Uniform Resource Locator*). On omogućava da se pronađu dokumenti tj. željene Web strane. URL adresa je podeljena na više delova i sadrži slova, kose crte i druge znake interpunkcije. Svaki simbol, grupa slova i broj imaju svoje funkcije. Prva strana Web lokacije naziva se matičnom stranom. Lokacija može imati samo jednu stranu, koja se i tada naziva matičnom, ili veliki broj strana koje su povezane sa glavnom (matičnom) stranom. Pomoću DNS (*Internet Domain Name System*) URL-ovi se prevode u numeričke adrese. Numerička adresa je pravi URL. *Format URL*-a:

prokol://računar/putanja/ime _ datoteke

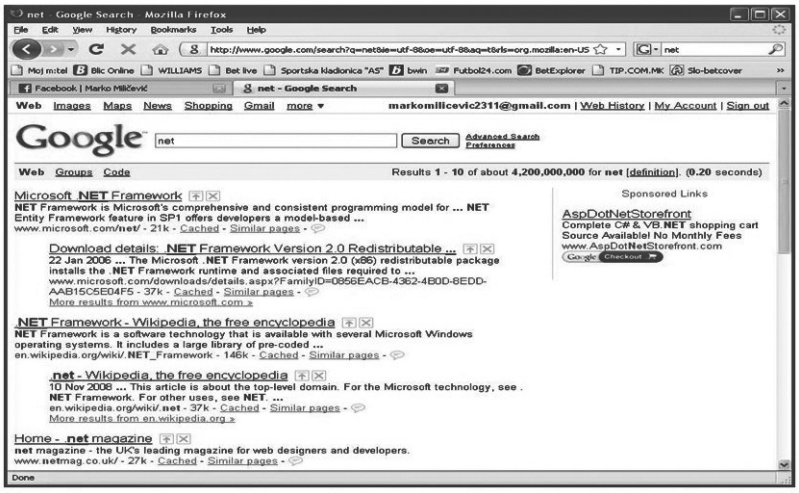
http://www.singidunum.ac.rs/fim/index.htm

http : //	skraćenica od *Hypertext Transfer Protocol*, ukazuje na hipertekst dokument ili direktorijuma
www	ukazuje da je strana na WWW
singidunum.ac.rs.	ime domena (*domain name*) i ime dražave kojoj pripada institucija
fim /	ovo je direktorijum odnosno folder na web serveru koji sadrži grupu Web strana koje obično imaju nešto zajedničko. U ovom slučaju na tom direktorijumu se nalazi prezentacija FIM
index.htm	ovo je web strana u okviru direktorijuma

8.10. WEB PRETRAŽIVAČ

Web pretraživač (Web *search engines*) predstavlja Internet servis čija svrha je traženje informacija na Internetu i to uglavnom zadavanjem ključnih reči (njihova kombinacija), a mnogo ređe izborom ponuđene stavke. Ishod pretrage se najčešće prikazuje kao spisak Internet stranica kao i spisak Internet sajtova koji sadrže traženu informaciju. Web pretraživači su u osnovi ekspertski sistemi. Pretraživači su sistemi sa povratnim informacijama dizajnirani da pomognu u pronalasku informacija koje su sačuvane negde na Web-u. Pretraživači za cilj imaju minimiziranje vremena koje je potrebno da bi se neka informacija pronašla.

Porast popularnosti i broja dostupnih sadržaja, koji su u potpunosti neorganizovani, ruši osnovni koncept Web-a - jednostavno pronalaženje informacija. Zbog toga se počevši od 1884. g. razvija niz alata, čiji je osnovni zadatak pronalaženje željenih sadržaja na Web-u. Web pretraživači sadrže bazu Web stranica, indeksa, URL-ova i dokumenata na Internetu.



Slika 8.8 *Google* Web pretraživač

8.11. UPRAVLJANJE INTERNETOM

Ne postoji organizaciona kontrola Interneta. Međutim, postoji dosta uticajnih organizacija. Tri organizacije imaju autoritet nad koordiniranjem razvoja Interneta.

Internet Inženjering Operativna Grupa (IETF) je velika, povezana grupa dizajnera, istraživača i utiče na razvoj standarda koji se odnose na upravljanja arhitekturom Interneta. IETF je profesionalna organizacija Internet eksperata koji nadgled politiku i praksu. Internet Društvo takođe sadrži Web konzorcijum (W3C), koji je volonterska organizacija koja finansira razvoj na web-u.

8.12. INTRANET I EKSTRANET

Intranet je privatna mreža unutar preduzeća (računarska mreža jedne kompanije) koja koristi Internet tehnologije za povezivanje računara, organizaciju podataka i pristup podacima. Internet tehnologije postaju od izuzetnog značaja zato što nalaze široku primenu i u rešavanju problema koji nisu striktno vezani za Internet: Mnogi proizvođači distribuiraju tehničku dokumentaciju u elektronskom obliku čitljivom za Internet čitače. Takođe, Web sajt je najjednostavniji način predstavljanja, odnosno promocije kompanije ili proizvoda. Za korisnika, intranet je pojavno i funkcionalno identičan Internetu – informacije se mogu razmenjivati putem e-*maila*, a osnovni program za gledanje sadržaja na intranetu je Internet čitač (*browser*). Dok na Internet ima pravo pristupa svako ko ima tehničke mogućnosti za to, na intranet imaju pristup samo osobe koje su za to ovlašćene. Intranet radi podjednako dobro u okviru male kompanije sa nekoliko zaposlenih, koji su raspoređeni na različitim lokacijama, kao i u velikoj, svetskoj korporaciji.

Uvođenje Intraneta znatno smanjuje troškove komunikacije unutar organizacije uz istovremeno povećanje njene efikasnosti i pouzdanosti. Značajne uštede se mogu postići i na planu komunikacije preko Interneta. Najčešći način korišćenja Interneta u preduzećima je u tome da se otvori jedan ili više naloga kod provajdera koje zaposleni koriste po potrebi. To znači da će više zaposlenih zbog iste informacije zasebno da se povezuju na Internet. Korišćenjem Intraneta, dovoljan je samo jedan nalog kod provajdera. Svaki zaposleni ima sopstveni nalog na lokalnoj mreži i njega koristi za prijem i slanje pošte ili pristup Internetu. Broj naloga na lokalnoj mreži je neograničen a postoji i mogućnost dodeljivanja različitih privilegija pojedinim nalozima. Kada je mreža povezana na Internet tada više zaposlenih istovremeno može da koristi istu vezu sa Internetom čime se znatno povećava ekonomičnost.

Kada je u pitanju elektronska pošta uštede su znatno veće. Kada korisnik šalje ili prima poruke on to radi preko lokalnog servera. U tom trenutku veza sa Internetom uopšte nije potrebna! Server se podešava da u određenim vremenskim periodima sam razmeni poštu sa Internetom. To znači da će se on na Internet povezivati i odjednom slati svu prikupljenu poštu umesto ranijeg direktnog povezivanja svakog korisnika na Internet svaki put kada šalje ili prima poruke.

Ekstranet je prošireni intranet koji može da obuhvata potrošače, klijente, snabdevače i skoro svakog drugog ko ima potrebu da svakodnevno kontaktira željenu firmom. Njime se osobama izvan kompanije daje pristup intranetu te kompanije, uz pomoć Internet tehnologije. Ekstranetovi pomažu firmama da poboljšaju usluge koje pružaju klijentima, povećavaju prihod, uštede vreme, novac i resurse. Na primer, kompanija koja druge kompanije snabdeva proizvodima, može da dopusti svojim kupcima da prelistaju njen katalog i naprave *on-line* porudžbine tako da joj nisu potrebni trgovački predstavnici.

Ekstranet može da dozvoli pristup svim lokacijama na intranetu, ili da ograniči korisnike samo na određena područja. Da bi se osiguralo da ne dođe do neovlašćenog pristupa poverljivim informacijama kompanije izvan preduzeća neophodno je prilikom kreiranja intraneta i ekstraneta dizajnirati i *firewall*. To je posebna softverska aplikacija smeštena na serveru kompanije ili hardverski uređaj na mestu veze sa Internetom. Njegova svrha je da spreči neovlašćeni pristup u računarsku mrežu kompanije iz okruženja. Firewall softver se potom može podesiti tako da prihvata samo linkove iz domena od poverenja koji predstavlja druga predstavništva unutar kompanije.

Intranet i ekstranet su neophodni kada je potrebno deliti informacije ili usluge, ali ukoliko su informacije osetljive prirode one se ne mogu deliti sa svima koji imaju pristup Internetu.

8.13. ZAKLJUČAK

Internet je danas osnova za razmenu podataka svih vrsta. Izgrađen je na otvorenoj arhitekturi i ne zavisi od mrežne tehnologije pojedinih korisnika. Internet je u isto vreme i sistem za emitovanje, i mehanizam za širenje informacija, i medijum za saradnju između ljudi i njihovih računara bez obzira na geografsku lokaciju. Internet predstavlja jedan od najuspešnijih primera investiranja.

Osnovni protokol na Internetu je TCP/IP koji omogućava računarima svih veličina, različitih proizvođača, sa različitim operativnim sistemima, da komuniciraju. To je njegova ključna karakteristika. Predstavlja otvoreni sistem, u smislu da su definicija protokola i njegove brojne implementacije besplatno javno dostupne. Računari na Internetu se identifikuju na osnovu IP adresa. To je vrednost dužine 32 bita koja je dodeljena svakom sistemu na Internetu. Pošto je ova vrednost jedinstveni identifikator, dva sistema ne mogu imati istu IP adresu.

Povezivanje računara na Internet predstavlja povezivanje računara sa nekim ruterom koji je deo Interneta. Ovakav ruter najčešće poseduju univerziteti, istraživački centri ili komercijalne kompanije koje se nazivaju davaoci Internet usluga (ISP - *Internet Service Providers*). Internet provajderi funkcionišu na raznim nivoima komunikacije. Lokalni provajder obezbeđuje konekciju od nacionalnog ili regionalnog provajdera ka korisnicima. Nacionalni ili regionalni provajderi su provajderi velikog kapaciteta i oni poseduju sopstvenu backbone mrežu.

Domain name system (DNS) je sistem koji prevodi imena domena u IP adrese. Pošto ih je teško pamtiti binarsne IP adrese uveden je sistem koji veže IP adresu jednog računara za logično ime, koje se lako pamti. Moguće je npr. računaru sa adresom 156.210.11.78 dodeliti ime MOJRACUNAR i za sve poslove koristiti samo to ime. Uko-

liko se ovaj računar prebaci u drugu mrežu, ne mora se pamtiti njegova nova IP adresa jer njegovo ime ostaje isto. DNS je u osnovi jedna distribuirana baza podataka u kojoj su upisana sva imena i odgovarajuće IP adrese pojedinih računara i skup funkcija koje omogućavaju prevođenje IP adresa u imena domena i obrnuto.

Sloj aplikacije predstavlja najviši sloj OSI i TCP/IP referentih modela i kao takav ovaj sloj se nalazi najbliže korisniku. Elemente na ovom sloju čine korisničke aplikacije koje koriste mrežne resurse i komunikaciju. Prvobitni servisi, kao što su FTP, Telnet i E-mail, danas su dopunjeni savremenim servisima tipa diskusione grupe, Internet telefonija, video konferencije, e-trgovina, web pretraživači i sl. World Wide Web je najpristupačniji i najzastupljeniji Internet servis. WWW je sistem kojim se različiti dokumenti (tekst, slike, zvuk, video) na Internetu povezuju linkovima. Za firme je to jeftin način da svoje proizvode i usluge predstave javnosti, za pojedince da na jeftin i brz način dođu do željenih informacija, a za računarske stručnjake prilika da novu tehnologiju iskoriste da ponude svoje usluge, naprave i prodaju puno novih proizvoda, a veliki broj starih prilagode novom medijumu.

8.14. KLJUČNI TERMINI

Application server (AS) (server aplikacija**)** – skladišti aplikacije – PC kancelarijske aplikacije, baze podataka, ili druge aplikacije – i omogućava, da budu dostupne klijent programima u svakom trenutku kada ih budu zahtevali.

Broadband connections (brodbend veza) – veza širokog frekvencijskog opsega preko DSL-a,kabla ili satelita, koja nudi visoku brzinu prenosa podataka.

Cookie (kuki, kolačić) – mali fajl koji se nalazi na hard disku posetioca WWW-a, a koriste ga mnogi sajtovi da bi pratili i pamtili informacije o posetiocu.

Dial-up connection (konekcija putem telefona) – povezivanje na Internet preko standardne telefonske linije primenom modema.

Download (preuzimanje) – je operacija koja omogućava korisnicima da kopiraju fajlove sa udaljenih servera (nekad se zovu FTP serveri) na svoje računare.

Electronic commerce (e-commerce) (elektronska trgovina) – biznis transakcije kroz Internet.

E-mail sever (server za elektronsku poštu) – Server e-pošte prima poštu, čuva je. i prosleđuje je e-poštanskim klijent programima primaoca kada je zatraže. Slično, server e-pošte sakuplja poštu svojih pretplatnika i šalje je dalje ka njihovim Internet destinacijama.

Extranets (ekstraneti) – privatne TCP/IP mreže dizajnirane za spoljašnju upotrebu od strane potrošača, klijenata, i poslovnih partnera tj. organizacija.

File transfer protocol (FTP) (protokol transfera fajlova) – omogućava korisnicima da preuzimaju fajlove podataka sa udaljenih servera (FTP servera) i kopiraju ih na svoje računare, kao i da postavljaju fajlove koje žele da podele sa svojih računara u te arhive.

HTML (hypertext markup language) – jezik koji se korist za kreiranje većine Internet stranica

Internet service providers (ISPs) (Internet provajderi) – su kompanije koje nude nekoliko vrsta Internet konekcija po različitim cenama.

Intranets (intraneti) – samostalne intraorganizacijske mreže koje su zasnovane na Internet tehnologijama.

Java (Java) **–** objektno-orijentisan programski jezik, razvijen od strane kompanije *Sun Microsystems*, je verovatno najpoznatiji jezik za Web programiranje.

JavaScript (Javaskript) **–** je jezik koji se koristi za pisanje skriptova.

Packet-switching – je model slanja poruka koje se prethodno dele u pakete određene dužine. Paketi ne moraju da prođu istu putanju do odredišta.

Peer-to-peer (P2P) computing (korišćenje mreže ravnopravnih računara) **–** je forma distributivnog korišćenja računara zasnovana na delenju fajlova na Internetu.

Plug-in (dopunski/dodatni modul) **–** softvrska ekstenzija koja dodaje nove mogućnosti programu.

Portal (portal) **–** ulazna stanica na mreži koja nudi brz i lak pristup raznoraznim uslugama.

TCP/IP *(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)* **(**Protokol za kontrolu prenosa/ Internet protokol**) –** protokol na kome je zasnovan Internet.

Uniform resource locator (URL) – Internet adresa koja govori pretraživaču gde da pronađe Internet resurse

Upload (dodavanje) **–** operacija kopiranja fajlova na server

Web server – čuva Web strane i šalje ih klijent programima- Web pretraživačima- koji ih traže

UNIVERZITET PRIVATNI AKREDITOVANI UNIVERZITET SINGIDUNUM

PITANJA ZA PONAVLJANJE

- ☑ Šta označava TCP/IP?
- ☑ Kako se nazivaju Internet uređaji koji vrše usmeravanje paketa?
- ☑ Šta poseduje svaki host na Internet-u?
- ☑ Kolika je dužina IP adrese IPv4 protokola
- ☑ Kako se naziva sistem koji prevodi simboličko ime u IP adresu?
- ☑ Koliko slova uključuju Internet kodovi zemalja?
- ☑ Šta je "office" u e-mail adresi office@singidunum.ac.rs?
- ☑ Šta je "singidunum" u e-mail adresi office@singidunum.ac.rs?
- ☑ Šta znači ISP skraćenica?
- ☑ Šta radi klijentski program u klijent/server modelu?
- ☑ Objasniti kako funkcioniše FTP.
- ☑ Objasniti šta je URL skraćenica.
- ☑ Kako se naziva protokol koji se koristi za prenos Web stranica?
- ☑ Čime se obično kreiraju Web stranice?
- ☑ Objasniti namenu SMTP servera.
- ☑ Objasniti namenu POP3 servera.
- ☑ Kako se nazivaju softverske ekstenzije koje se mogu *download*-ovati i koje *browser*-u dodaju nove karakteristike?
- ☑ Kako se naziva softverski robot koji sistematski pretražuje Web?
- ☑ Šta označava termin Intranet, šta je njegova osnovna karakteristika?
- ☑ Šta je Extranet i šta je njegova namena.

9. BEZBEDNOST I RIZICI

Savremene informacione tehnologije su danas u velikoj meri standardizovane čime je olakšana njihova primena, kako za lične potrebe tako i u različitim poslovnim okruženjima. Postoji veliki broj aplikacija koje se izvršavaju preko računarskih mreža, koriste se Internet servisi, podaci se smeštaju na serverima baza podataka, daje se podrška informacionim sistemima i vrše se složene elektronske transakcije. Pravi problemi u primeni ovakvih tehnologija odnose se na pitanja bezbednosti. U ovom poglavlju se govori o rizicima upotrebe savremenih informacionih tehnologija, razmatraju se različiti oblici računarskog kriminala, analiziraju se moguće tehnike zaštite, a na kraju su date etičke norme ovog problema.

9.1. UVOD

Moderni računari upravljaju našim novcem, zdravstvom, železnicom, aviosaobraćajem i sl. Od nas se očekuje da verujemo u informacione tehnologije. Mnoge koristi našeg partnerstva sa mašinama su jasne. Međutim, potpuno poverenje u modernu računarsku tehnologiju može da bude apsurdno i, u dosta slučajeva, opasno. U savkom ozbiljnom sistemu danas se razmatraju bezbednosni izazovi primene savremenih informacionih tehnologija: pravne dileme, etička pitanja i rizici pouzdanosti. Ovi aspekti navode nas na značajnije pitanje: Kako možemo da učinimo računare bezbednijim tako da se možemo osećati bezbednije u našem svakodnevnom poslovanju?

Računari su jedna od najznačajnijih i najrevolucionarnijih tekovina razvoja tehničko - tehnološke civilizacije. Međutim, pored svih prednosti i koristi koje sa sobom nose oni su brzo postali i sredstvo zloupotrebe nesavesnih pojedinaca, grupa, čak i organizacija. Računari se odavno ne posmatraju izolovano. Oni su povezani sa drugim računarima u mreže većeg ili manjeg obima, direktno ili preko Interneta. Internet je oduvek bio pogodan poligon za isprobavanje raznih zlonamernih programa. Zahvaljujući ogromnim procesorskim i memorijskim karakteristikama savremenih računara, koje se neprestano uvećavaju, automatizovani informacioni sistemi postali su nezamenjivi deo celokupnog društvenog života od proizvodnje, prometa, vršenja usluga pa do nacionalne odbrane i bezbednosti u najširem smislu.

Raznovrsne forme primene računara odavno su interesantne pojedincima i grupama koje ne birajući sredstva i način protivpravnim ponašanjem pokušavaju da sebi ili drugom pribave imovinsku korist. Tako računar postaje sredstvo vršenja različitih oblika nedozvoljenih, protivpravnih i društveno opasnih delatnosti. Računarski kriminal (ili visokotehnološki kriminal, sajberkriminal) obuhvata aktivnosti tokom kojih se računari, računarske mreže ili računarski podaci koriste kao izvori, sredstva, objekat ili mesta izvršenja određenog krivičnog dela.

9.2. RAČUNARSKI KRIMINAL

Razvoj informacionih tehnologija ima uticaja na mnoge profesije. Ministarstvo unutrašnjih poslova koristi specijalizovane baze podataka u kojima se skladište podaci o građanima, motornim vozilima, prekršajima, zločinima, kriminalcima i sl. i na zahtev se putem raličitih upita nad bazom podataka dobijaju pravovremene informacije u mnogim kompleksnim slučajevima. U okviru Kreditnog biroa, banke skladište podatke o kreditnoj zaduženosti građana, tako da se na svaki novi zahtev brzo može proveriti dalja kreditna sposobnost građana i time se brže odgovara na postavljene zahteve za odo-

brenjem novog kredita. Bolnice i druge zdravstevne ustanove koriste namenske baze podataka sa DNK uzorcima koje se mogu brzo pretražiti u mnogim kritičnim trenucima (brzo reagovanje). Apotekarske ustanove su integrisane u informacioni sistem kojim se može pratiti izdavanje recepata i podizanje odgovarajuće količine lekova u datom vremenskom intervalu. Opštine i drugi organi uprave koriste specifične informacione sisteme kako bi pravovremeno pružili uslugu građanima.

Kao i kod upotrebe oružja, ljudi koriste računare kao podršku svom poslu, ali vrlo često i za kršenje zakona. Računari su moćni alati u rukama kriminalaca, a računarski kriminal je rapidno rastući problem. Danas je računar u mnogim situacijama kod kriminalaca zamenio klasično oružje. Računarski kriminal se često definiše kao bilo koji zločin učinjen zahvaljujući znanju ili korišćenjem računarske tehnologije.

Niko ne zna pravi obim računarskog kriminala. Mnogi računarski zločini prođu neopaženi. Oni koji se otkriju, često prođu neprijavljeni zato što se kompanije plaše da mogu izgubiti više zbog negativnog publiciteta nego od stvarnog zločina.

Većinu računarskih zločina počine insajderi kompanije (zaposleni unutar kompanije), a njih ne prijavljuju vlastima, čak i kada su uhvaćeni na delu. Da bi se izbegle nezgode, mnoge kompanije prikrivaju računarske zločine koje su počinili njihovi zaposleni i rukovodioci. Ove zločine tipično počine referenti, blagajnici, programeri, operateri na računarima i rukovodioci koji nemaju izraženu tehničku genijalnost. Tipičan računarski kriminalac je službenik od poverenja koji nije osuđivan, koji je došao u iskušenje zahvaljujući prilici kao što je otkriće rupe u bezbednosti sistema. Pohlepa, finansijske brige i lični problemi motivišu ovu osobu da padne u iskušenje. Naravno, ne uklapaju se svi računarski kriminalci u ovaj profil. Neki su bivši službenici koji žele da se osvete svojim bivšim šefovima. Neki su visoko tehnološke šaljivdžije koji traže izazov. Mali broj njih su korporacijski ili međunarodni špijuni koji traže poverljive informacije. Organizovani kriminal je odavno prešao na računarsku tehnologiju. Eksplozivni razvoj Interneta i servisa za trgovanje i plaćanje putem Interneta postali su meta računarskog kriminala, kako Intenet veze, tako i računarski sistemi koji su povezani na Internet.

Bezbednosni proboji preko Interneta su u porastu, interni bezbednosni proboji su u porastu i računarski kriminal uopšteno je u porastu. Ovaj porast se događa uprkos povećanoj bezbednosti i naporima bezbednosnih službi.

9.2.1. Krađa preko računara

Krađa je najčešći oblik računarskog zločina. Računari se koriste za krađu novca, robe, informacija i računarskih resursa. Neke vrste računarskih zločina su toliko česte da su ovi zločini dobili i svoja imena. Česta studentska prevara koristi proces koji se naziva *spoofing* (obmana) za krađu lozinki. Tipičan obmanjivač pokreće program koji na nekom računaru u laboratoriji imitira ekran za logovanje. Kada student-žrtva otkuca ID i lozinku, program reaguje npr. porukom o grešci a lozinka se pamti. Računari mogu biti sredstvo, objekat i posrednik za izvršenje krivičnog dela.

Ponekad lopovi koriste računare i drugi alat da ukradu kompletne identitete. Sakupljanjem ličnih podataka: brojeva kreditnih kartica, brojeva vozačkih dozvola, brojeva socijalnog osiguranja i drugih podataka – lopov može efikasno da se izdaje kao neko drugi, čak i da počini zločine u ime te osobe. Kradljivcu identiteta (*identity theft*) često nije potreban računar, zato što se mnoge osetljive informacije mogu naći na otpadu i u ličnom smeću. Jedan od dobro poznatih problema danas je i npr. uništavanje nepotrebnih CD-ova, na kojima može biti zaostalih važnih informacija. Vrlo često oni se ne uništavaju, već se jednostavno bacaju.

Standardni računarski kriminalac je i stvarni kradljivac računara. Portabl ili ručni računari su posebno lak plen za lopove – na primer na aerodromima i na drugim visokoprometnim mestima. Portabl i PDA uređaji su skupe stvari, ali informacije sačuvane u računaru mogu da budu mnogo dragocenije od samog računara.

Kako se zločini nastavljaju, vrste opisanih krađa su sve neobičnije. Isto može da se kaže i za najrašireniji postupak krađe u vezi sa računarima: softversku pirateriju.

9.2.2. Softverska piraterija i zakoni o intelektualnoj svojini

Softverska piraterija – nezakonito umnožavanje zaštićenog softvera – je izuzetno rasprostranjena. Milioni računarskih korisnika prave kopije programa koje ne poseduju legalno i dobijene kopije distribuira rodbini, prijateljima itd. Iz razloga što samo mali broj softverskih kompanija koristi fizičke metode za zaštitu od kopiranja, kao što je hardverski ključ za zaštitu, kopiranje softvera je jednostavno kao i umnožavanje audio diskova ili fotokopiranje poglavlja knjiga. Na nesreću, mnogi ljudi nisu svesni da kopiranje softvera, snimljene muzike i knjiga može da prekrši zakone koji štite intelektualnu svojinu. Drugi jednostavno to ignorišu, ubeđeni da softverske kompanije, muzičke kuće i izdavači već zarađuju dovoljno novca.

Softverska industrija gubi ogromne zarade svake godine zbog softverskih pirata. Procenjuje se da je više od jedne trećine kompletnog softvera u upotrebi ilegalno kopirano. U softverskoj industriji to direktno znači da postoji na desetine hiljada radnih mesta "na crno". Piraterija može da bude posebno problematična za male softverske kompanije. Razvijanje softvera je jednako teško za njih kao i za velike kompanije kao što su Microsoft i Oracle, ali njima često nedostaju finansijski i pravni resursi da pokriju svoje gubitke od piraterije.

Organizacije softverske industrije sarađuju sa bezbednosnim službama na suzbijanju piraterije. Istovremeno oni sponzorišu obrazovne programe da bi korisnici računara postali svesni da je piraterija krađa, zato što zakoni ne mogu da funkcionišu bez razumevanja i podrške građana.

Softverska piraterija je svetski problem, sa stopom piraterije najvećom u nacijama u razvoju. U Kini približno 95% svih instalacija novog softvera je piratsko; u Vijetnamu stopa piraterije je 97%. Nekoliko zemalja trećeg sveta odbija da se povinuje međunarodnim zakonima o autorskom pravu. Oni propagiraju da ti zakoni štite bogate zemlje na račun nerazvijenih zemalja. 1998. godine u Vrhovnom sudu Argentine, odlučeno je da se državni zakoni o autorskom pravu ne odnose ne računarski softver.

9.2.3. Intelektualna svojina i pravo

Pravna, definicija intelektualne svojine obuhvata rezultate intelektualne aktivnosti u umetnosti, nauci i industriji. Zakoni o autorskom pravu imaju tradicionalno zaštićene forme literarnog izražavanja, patentno pravo štiti mehaničke pronalaske i ugovorno pravo pokriva privredne tajne. Softver se ne uklapa u bilo koju od ovih pravnih kategorija. Zakoni o autorskom pravu štite većinu komercijalnog softvera, ali samo nekoliko kompanija je uspešno upotrebilo patentna prava za zaštitu softverskih proizvoda.

Svrha zakona o intelektualnoj svojini je obezbeđivanje da umni rad bude pravedno nagrađen i da podstakne inovaciju. Programeri, pronalazači, naučnici, pisci, urednici, filmski radnici i muzičari zavise od ideja i izražavanja tih ideja radi ostvarivanja prihoda. Ideje su informacija, a informaciju je lako kopirati – posebno u ovom elektronskom dobu. Zakoni o intelektualnoj svojini su napravljeni da zaštite ove profesionalce i da ih podstaknu da nastave sa kreativnim naporima tako da društvo može da izvuče korist od njihovog budućeg rada.

Zakoni pomažu autorima da postignu svoje ciljeve. Romanopisac može da posveti dve ili tri godine svog života za pisanje remek dela, uveren da neće pronaći nelegalnu kopiju u slobodnoj prodaji. Filmski studio može da investira ogroman novac u film, znajući da će se investicija postepeno vratiti, preko prodaje ulaznica i iznajmljivanja. Pronalazač može da dugo radi da bi stvorio bolji uređaj i zna da niko neće ukrasti njegovu ideju.

Međutim, ponekad se zakoni o intelektualnoj svojini primenjuju na način koji može da uguši inovacije i kreativnost umesto da ih štite. 1999. godine Amazon.com je zaštitio patent za „*one-click shop*ping", sprečivši druge sajtove e-trgovine da pruže svojim klijentima slično. Slično tome, *SightSound* je patentirao sva plaćena preuzimanja željenih digitalnih video ili digitalnih audio sadržaja, *RealNetworks* je patentirao audio i video striming, a *British Telecom* tvrdi da drži patent iz 1976. godine koji pokriva svaki Web hiperlink! Većina stručnjaka se slaže da su ove ideje isuviše jednostavne i široko primenjive da bi ih posedovala jedna kompanija. U većini slučajeva, vlasnik patenta nije pronalazač koncepta – Daglas Engelbart je demonstrirao hiperlink veze još davne 1967. godine na Istraživačkom institutu Stanford, a nije ga patentirao. Takvi obimni patenti obično završe u sudnici, gde pravni i tehnološki stručnjaci raspravljaju vrednosti i polje primene ideja i zakone napravljene da ih štite. U međuvremenu, zakonodavci pokušavaju da ažuriraju zakone radi usklađivana sa stalnim tehnološkim promenama.

Većina postojećih zakona o autorskom pravu i patentu, koji su pravljeni u eri štampe i mehaničkih pronalazaka, su zastareli, kontradiktorni i neadekvatni za današnju informacionu tehnologiju.

Prema većini zakona, nije legalno pisati program koji zaobilazi šeme za zaštitu od kopiranja, bez obzira da li se taj program koristi ili ne koristi za ilegalno kopiranje DVD diskova, elektronskih knjiga ili drugog zaštićenog materijala. Zločin je i deljenje informacija

o načinu razbijanja zaštite od kopiranja. Kritičari govore da zakon onemogućava slobodu govora, akademsku slobodu i princip fer korišćenja – tradicionalnog prava pravljenja kopija zaštićenog materijala za lično i akademsko korišćenje i za druge nekonkurentne svrhe. Po pitanju softvera pravni sistem se još uvek dograđuje. Bilo da se uhvate u koštac sa aspektima piraterije ili monopola, zakonodavci i sudije moraju da se bore sa teškim pitanjima o inovaciji, svojini, slobodi i napretku. Ova pitanja će verovatno ostati uz nas prilično dugo.

9.3. ZLONAMERNI SOFTVER

Još jedan vid računarskog kriminala je sabotaža hardvera ili softvera. Reč sabotaža dolazi iz početaka industrijske revolucije, kada su buntovni radnici isključili nove mašine udarajući drvenim cipelama, zvanim "saboti", u zupčanike. Moderni računarski *saboteri* za izvršenje destruktivnog dela obično koriste zlonameran softver (*malware, malicious software*). Zlonamerni softver je skup instrukcija koji se pokreću na korisnikovom računaru i čine da korisnički računar radi ono što napadač želi. Nazivi koji su dati sabotirajućim destruktivnim programima – virusi, crvi i trojanski konju – zvuče više nalik biologiji nego tehnologiji, a većina programa čak i imitira ponašanje živih organizama.

Tabela 9.1 Tipični primeri zlonamernog softvera sa osnovnim karakteristikama

Tipovi	Karakteristike	Primeri
Virus	Inficira host fajl, samo-kopira se, u većini slučajeva mu je potreban ljudski faktor da bi se samo-kopirao (otvaranje fajla, čitanje *maila*, boot-ovanje sistema, ili izvršavanje inficiranog programa).	*Michelangelo*, CIH
Crv	Širi se putem mreže, samo-kopira se, u većini slučajeva nije mu potrebna ljudska interakcija da bi se širio.	*Morris Worm, Code Red, SQL Slammer*
Trojanski konj	Izgleda kao koristan program, ima prikrivenu malicioznu svrhu	*Setiri, Hydan*
Adware, Spyware	Spyware -špijunski softver, *Adware*-reklamni špijunski softver, često se sadrže u drugim softverima	*Gator, Save*
Maliciozni mobilni kod	Čine ga mali programi skinuti sa nekog udaljenog sistema i pokrenuti lokalno sa minimalnim, ili bez učešća korisnika. Tipično pisani u: *Javascript, VB-Script, Java,* ili *ActiveX*.	*Cross Site Scripting*
Backdoor	Zaobilazi sigurnost sistema da bi omogućio pristup napadaču	*Netcat, VNC*
Rootkit	Manipuliše sa srcem operativnog sistema, kernelom, skriva i stvara backdoorse	*Adore, Kernel Intrusion System*
Kombinovan *malware*	Kombinacija više različitih tehnika prethodno prikazanih da bi se stvorio bolji *malware*	*Lion, Bugbear.B*

Mnogobrojni su problemi koje može da proizvede zlonamerni softver, a neki od njih su:

- brisanje osetljivih fajlova sa hard diska,
- inficiranje korisničkog računara na način da on postaje "odskočna daska" za dalje širenje,
- krađa podataka (lične i finansijske prirode),
- praćenje aktivnosti na tastaturi,
- praćenje promena na Desktopu,
- sakupljanje podataka o navikama korisnika,
- skrivanje fajlova, procesa i mreže,
- korišćenje zaraženog računara kao skladište za dodatne zlonamerne kodove, ukradene informacije, piratski softver i sl.

U svakodnevnom govoru obično se ne pravi razliku između trojanskih konja, virusa i crva - svi se nazivaju računarski virusi. Bez obzira kako se nazivaju, ovi programi čine život komplikovanim i skupim za ljude koji zavise od računara. Istraživači su identifikovali više od 18000 vrsta virusa, sa pojavljivanjem 200 novih svakog meseca.

9.3.1. Virusi

Biološki virus ne može da se sam reprodukuje, ali može da osvoji ćelije drugog organizma i upotrebi reproduktivni mehanizam svake ćelije domaćina da napravi svoju kopiju. Nove kopije napuštaju domaćina i traže nove domaćine radi ponavljanja procesa. Softverski virus funkcioniše na isti način. Širi se sa programa na program, ili sa diska na disk, i koristi svaki zaraženi program, datoteku ili disk da napravi što više svojih kopija. Softver virusa je obično skriven u operativnom sistemu računara ili u aplikativnim programima. Neki virusi ne rade ništa osim reprodukcije, drugi prikazuju poruke na ekranu računara, dok ostali uništavaju podatke ili brišu diskove.

Kao i većina softverskog koda, virus je obično napravljen za određen operativni sistem. Virusi za Windows osvajaju samo diskove sa Windows-om, virusi za Macintosh osvajaju samo Macintosh diskove, itd. Postoje izuzeci: Makro virusi kače sebe na dokumenta koja sadrže makroe – usađene programe za automatizovanje zadataka. Makro virusi mogu da se šire preko računarskih platformi ako su dokumenta napravljena i širena korišćenjem međuplatformskih aplikacija – najčešće Microsoft Office aplikacija. Makro virusi mogu da se šire preko email priloga bezazlenog izgleda. Virusi raširenи preko email-a se ponekad nazivaju email virusi.

Jedan od najpoznatijih email virusa bio je virus Melissa iz 1999. godine. Melissa metod rada je tipičan za email viruse: Korisnik računara primi „Važnu poruku" od prijatelja: *„Here is that document you asked for . . . don't show it to anyone else".* Na primer,

prikačen dokument u MS Word-u sadrži spisak lozinki za pornografske Internet sajtove. Međutim, on sadrži nešto drugo: makro virus napisan u Visual Basic skript jeziku ugrađenom u MS Office. Nakon što se dokument otvori, makro virus šalje kopije email poruke i zaraženog dokumenta na prvih 50 imena iz korisnikovog Outlook adresara. Za par minuta, još 50 potencijalnih žrtava virusa Melissa prima poruke očigledno od nekoga poznatog – korisnika nedavno zaraženog računara. Melissa se raširio kao požar među Windows sistemima, zarazivši 90000 sistema za samo nekoliko dana. Melissa nije projektovana da ošteti sisteme, ali je nagli nalet poruka oborio neke email servere. Autora virusa Melissa, stanovnika Nju Džerzija star 30 godina, zajubljen u topless igračicu Melisa je otkriven i sudski procesuiran.

Uskoro posle virusa Melissa, sličan ali destruktivniji virus nazvan Černobil zarazio je više od 600000 računara širom sveta. Samo Južna Koreja je pretrpela 300000 napada; virus je oštetio oko 15% njenih PC računara, a šteta je bila 250 miliona USD. U maju 2000. godine, virus nalik Melisi pod imenom Love Bug raširio se sa PC računara na Filipinima širom sveta preko bezazlenog priloga email poruke „I Love You". Za samo par sati, Love Bug je napravio milijarde dolara štete zbog izgubljene proizvodnje i oštećenja računarskih sistema.

9.3.2. Trojanski konji

Trojanski konj je program koji može da radi nešto korisno dok istovremeno sprovodi neko tajno destruktivno delo. Kao u staroj priči o drvenom konju koji je uveo Grčke vojnike kroz kapije Troje, softverski trojanski konj krije pravog neprijatelja. Ovi programi često imaju imena nalik igricama ili korisničkim programima. Kada neiskusni pojedinac preuzme i pokrene takav program, on može obrisati fajlove, promeniti podatke ili prouzrokovati neki drugi vid štete. Neki saboteri mreže koriste trojanske konje da proslede tajne podatke drugim neovlašćenim korisnicima.

Jedna vrsta trojanskog konja - logička bomba je programirana da napadne kao reakcija na određen događaj ili redosled događaja. Na primer, programer može da ugradi logičku bombu koja je projektovana tako da uništi fajlove sa podacima ako se programer ikada pojavi na spisku otpuštenih u fajlu personalne službe kompanije. Logička bomba može da se aktivira kada se uloguje određeni korisnik, unese specijalna šifra u polje baze podataka ili korisnik izvrši određen redosled radnji. Ako se logička bomba aktivira događajem povezanim sa časovnikom, ona se zove tempirana bomba. Dobro je poznat virus sa logičkom bombom, koji je programiran da uništi PC fajlove sa podacima na Mikelanđelov rođendan.

Trojanski konji mogu da prouzrokuju ozbiljne probleme u računarskim sistemima svih veličina. Da stvar bude gora, mnogi trojanski konji prenose softverske viruse.

9.3.3. Crvi

Nalik virusima, zlonamerni softveri poznati pod nazivom crvi koriste računare domaćine da se reprodukuju. Za razliku od virusa, programi crva prenose se nezavisno preko računarskih mreža, tražeći nezaražene radne stanice u kojima će se reprodukovati. Crv može da se reprodukuje sve dok se računar ne blokira usled nedostatka slobodne memorije ili prostora na disku. Tipičan segment crva nalazi se u memoriji pre nego na disku, tako da se crv može eliminisati potpunim isključivanjem svih radnih stanica na mreži.

Prvi poznati crv napravio je student Cornell-a u okviru eksperimenta, 1988. godine. Crv je slučajno pušten na Internet i blokirao je 6000 računara širom SAD. U leto 2001. godine pojavio se crv nazvan Code Red. Ovaj crv nije napadao PC računare. Njegova meta su bili Internet servisi koji rade pod Microsoft serverima. Vlada SAD i Microsoft su poslali upozorenja o crvu i napravili besplatne softverske zakrpe radi zaštite servera. Čak i tada, mnogi serveri su bili onesposobljeni usled ponavljanih napada od strane crva, uključujući servere koje poseduje i koristi Microsoft.

9.3.4. Antivirusna zaštita

Savremeni virusi mogu da se raširе brže i naprave veću štetu od virusa od pre par godina iz nekoliko razloga. Prenos podataka na Internetu se neprekidno ubrzava, a samim tim se ubrzava i prenošenje virusa. Web strane, makroi i druge tehnologije daju autorima virusa nova mesta za skrivanje štetnih programa. Pored toga, povećana standardizacija Microsoft aplikacija i operativnih sistema olakšala je širenje virusa. Kao što su prirodno mešovite šume otpornije na bolesti od jednovrsnih farmi drveća, mešovita računarska okruženja su manje podložna na virusne napade od organizacija u kojima svi koriste isti hardver i softver.

Antivirusni programi (poznati kao AV softver) su projektovani da traže viruse, obaveste korisnike kada ih nađu i uklone ih sa zaraženog diska ili fajla. Većina antivirusnih programa neprekidno nadgleda aktivnosti sistema, prateći i izveštavajući o sumnjivim radnjama nalik virusima. Međutim, ne postoji antivirusni program koji može da otkrije sve viruse. I ovi programi, sa pojavom novih virusa, moraju stalno da se poboljšavaju. Većina antivirusnih programa može automatski da preuzme novi programski kod sa Web-a. Međutim, ponekada je softverskim kućama potrebno nekoliko dana da razviju i distribuiraju zakrpe za nove viruse. Za to vreme destruktivni virusi mogu da načine veliku štetu.

Antivirusni softveri rade na osnovu baze kôdova virusa koje su proizvođaci ovog softvera uspeli da otkriju i definišu. Ovakvi softveri jednostavno pretražuju kôdove koje imaju u svojoj bazi. U slučaju pojave novog virusa antivirusi neće moći da ga otkriju. Eventualno se takav kôd definiše kao „mogući virus" ali ga nije moguće ukloniti.

Borba protiv virusa, kao i razvijanje novih virusa se neprestano razvija. Većina korisnika je naučila da ne otvara nedefinisane email priloge, a prodavci softvera su počeli da modifikuju email aplikacije da bi sprečili ovu vrstu napada. Međutim, crv nazvan *BubbleBoy d*emonstrirao je da sistem može da se zarazi email-om čak i ako mail nije otvoren. Neki virusi su čak razvijeni da zaraze HTML kôd na Web stranama ili HTML email porukama. HTML virusi ne mogu (trenutno) da zaraze računar kada se pregleda zaražena Web strana. Zaraženi HTML kod mora da se preuzme download-uje na računar.

Softverske kompanije neprekidno testiraju njihove proizvode na bezbednosne propuste i pokušavaju da ih učine otpornijim na viruse, crve i druge napade. Iz razloga što je Microsoft Windows meta velike većine zlonamernih softvera, Microsoft periodično pušta bezbednosne zakrpe – programe koji ispravljaju (krpe) potencijalne bezbednosne proboje u operativnom sistemu. Ove zakrpe su dostupne za slobodno preuzimanje ili automatsko ažuriranje svim korisnicima OS. Nekada se i preventivne bezbednosne mere mogu zloupotrebiti. U leto 2003. godine pojavio se crv nazvan *MS Slammer*. Nakon što je Microsoft objavio bezbednosnu zakrpu koja popravlja taj problem MS Slammer je ponovo aktiviran. Publikovanjem ranjivosti, Microsoft je nenamerno inspirisao zlonamerne programere da naprave crv. Oni su iskoristili činjenicu da mnogi korisnici računara nisu instalirali bezbednosne zakrpe, ostavljajući tako svoje sisteme otvorene za napad. Kao odgovor na MS Slammer, dobronamerni programer je objavio crva-pomagača projektovanog da potraži na Internetu računare koji su zaraženi crvom *MS Slammer* i primeni Microsoft-ovu bezbednosnu zakrpu na te mašine. Međutim, ovaj crv je prouzrokovao druge probleme, usporio je veliki broj računara (do blokiranja) neprekidnim proverama na postojanje bezbednosnih problema.

Svi moderni antivirusni programi imaju nekoliko komponenata. Ove komponente su najčešće deo za proveru fajlova (*scan*), deo za dezinfekciju - odnosno čišćenje zaraženih programa (*clean*) i stalno aktivni deo koji nadgleda ulazno-izlazne operacije na računaru i proverava da li se možda tu kreće i neki virus (*monitor*). Scan programima se proverava sadržaj diska u potrazi za virusima. Sprečava se zaraza tako što se skeniraju fajlovi, direktorijumi ili celi drajvovi. Ukoliko se otkrije virus, scan program će automatski pokrenuti clean deo i pokušati da dezinfikuje fajl. Čišćenje se vrši tako što se unutar zaraženog fajla briše kod virusa. Nekad je jedino rešenje brisanje zaraženog fajla. Štaviše, to je najbolje rešenje koje treba primenjivati kad god je moguće. Što se tiče monitor programa, većina antivirusnih programa ovakve programe instalira da se automatski startuju po podizanju računara.

9.4. HAKERISANJE I ELEKTRONSKI UPADI

Davnih 70-tih godina prošlog veka, haker je bila osoba koja je uživala u učenju detalja o računarskim sistemima i pisanju pametnih programa koji su se nazivali hakovi. Hakeri su pretežno bili entuzijaste i radoznale osobe sa ličnim osobinama: inteligentan, idealističan, ekscentričan i bezopasan. Većina tih ranih hakera bili su, u stvari, arhitekte mikroračunarske revolucije.

Termin hakerisanje danas ima novo, zloslutnije značenje. Iako puno ljudi i dalje koristi ovaj termin da opiše softverskog genijalca, on se češće odnosi na neovlašćen pristup računarskim sistemima. Mnogi hakeri su motivisani jedino radoznalošću i intelektualnim izazovom. Kada budu otkriveni pravdaju se izgovorom da rade za dobrobit društva ukazivanjem na bezbednosne probleme u komercijalnim softverskim proizvodima. Drugi, zlonamerni, hakeri koriste trojanske konje, logičke bombe i druge metode da nanesu štetu pojedincima ili celim organizacijama. Rastući broj računarskih provalnika su usmereni na krađu brojeva kreditnih kartica i drugih osetljivih i dragocenih informacija. Ova vrsta krađa je teška za otkrivanje i praćenje zato što originalna informacija ostaje nepromenjena kada je kopija ukradena.

Napad poznat kao odbijanje usluga (DoS) dešava se na serverima i Web sajtovima, a manifestuje se sa ogromnim lažnim saobraćajem. Posledica je da serveri postaju isključeni, odbijajući usluge legitimnim korisnicima i klijentima. U distribuiranom DDoS napadu, poplava poruka dolazi od puno kompromitovanih sistema distribuiranih širom Interneta.

9.5. BEZBEDNOST - SMANJENJE RIZIKA

Sa porastom računarskog kriminala, računarska bezbednost je postala važna briga za administratore sistema i računarske korisnike. Bezbednost se odnosi na zaštitu računarskih sistema i informacija protiv neželjenog pristupa, oštećenja, modifikacije ili uništavanja. Računari imaju dve unutrašnje karakteristike koje ih ostavljaju otvorenim za napade ili greške u radu:

1. Računar radi tačno ono za šta je programiran, uključujući otkrivanje poverljivih informacija. Svaki sistem koji može da se programira, može i da se reprogramira.
2. Svaki računar može da uradi samo ono za šta je programiran. On ne može da zaštiti samog sebe od otkazivanja ili namernih napada osim ako su takvi događaji posebno pretpostavljeni, obrađeni i odbijeni odgovarajućim programiranjem.

Vlasnici i administratori računara koriste različite bezbednosne tehnike da zaštite svoje sisteme, obuhvatajući svakodnevne jednostavne fizičke blokade i ograničenja do naprednih tehnika koje koriste kriptološke sisteme (šifrovanja) i biometrijske podatke.

9.5.1. Ograničenja fizičkog pristupa

Jedan od načina za smanjenje rizika od bezbednosnih proboja je osiguranje da samo ovlašćeno osoblje ima pristup računarskoj opremi. Organizacije koriste brojne proizvode i tehnike da identifikuju ovlašćeno osoblje. U zavisnosti od sistema bezbednosti pristup računaru može biti odobren na osnovu:

- Posedovanja dokumenta ili uređaja: ključ, ID kartica sa fotografijom ili smart kartica koja sadrži digitalno šifrovanu identifikaciju u ugrađenom čipu;
- Poznavanja i pamćenja – lozinka, ID broj, kombinacija ili deo lične istorije, kao što je npr. devojačko prezime majke;
- Načina vršenja neke radnje – potpis, brzina kucanja,
- Biometrijskih podataka: glas, otisak prsta, skeniranje mrežnjače, skeniranje osobina lica ili druga merenja pojedinih telesnih karakteristika.

Zbog toga što većina ovih bezbednosnih kontrola mogu da se kompromituju – ključevi mogu da se ukradu, potpisi da se falsifikuju, itd. – puno sistema koristi kombinaciju kontrola. Na primer, od zaposlenog može da se zahteva da pokaže bedž, otključa vrata ključem i otkuca lozinku za korišćenje zaštićenog računara.

U doba kada su mainframe računari bili izolovani u zasebnim prostorijama, fizički pristup je bio dovoljan za odbranu od napadača. Ali u modernim kancelarijama, računari i podaci su skoro svuda i mreže povezuju računare sa spoljnim svetom. U distribuiranom, mrežnom okruženju, bezbednost je mnogo problematičnija. Nije dovoljno ograničiti fizički pristup glavnim računarima kada personalni računari i mrežne konekcije nisu ograničene. Potrebne su dodatne bezbednosne mere.

9.5.2. Lozinke

Lozinke (*paswords*) su najčešći alat koji se koristi za ograničenje pristupa računarskim resursima. Lozinke su efektivne pod uslovom da su pažljivo izabrane. Većina korisnika računara bira lozinke koje je lako pogoditi: imena partnera, dece ili kućnih ljubimaca, reči vezane za poslove ili hobije i uzastopne karaktere na tastaturama. Mnogi bezbednosni sistemi odbijaju da omoguće korisnicima izbor bilo koje govorne reči ili imena kao lozinku tako da hakeri ne mogu koristiti softverske rečnike za njihovo sistematsko pogađanje. Čak i najbolje lozinke treba često menjati.

Softver za kontrolu pristupa ne treba da tretira sve korisnike na isti način. Mnogi sistemi koriste lozinke da ograniče korisnike tako da oni mogu da otvore samo fajlove vezane za njihov posao. U dosta slučajeva, korisnicima je dato pravo pristupa samo za čitanje fajlova tako da mogu da ih vide ali ne i da ih menjaju.

9.5.3. Mrežne barijere

Krađa računarskih podataka se često ne obavlja u samom računaru. Moguće je da se presretnu poruke – računarski podaci koji se prenose računarskom mrežom. Na primer, lozinke su od male koristi za skrivanje email poruka. Štite korisnika od pristupa porukama na samom računaru, ali se mail-ovi prenose standardizovanim TCP/IP protokolima preko računarske mreže.

Vrlo često pristup Internetu je najznačajniji zahtev, a bezbednost je odmah iza ovog zahteva. Mnoge organizacije koriste mrežne logičke barijere (*firewalls*) za bezbednost internih mreža dok omogućavaju komunikaciju sa ostatkom Interneta. Tehnički detalji mrežnih barijera značajno variraju, a u njihovoj suštini je zaštita od neovlašćenog pristupa unutrašnjoj mreži. Efektivno, mrežna barijera se otvora samo za pakete informacija koji prolaze jednu ili više bezbednosnih provera. Mrežne barijere su namenjene kako velikim korporacijama tako i pojedinačnim korisnicima.

Logička barijera (*Firewall*) je poseban hardver ili softver koji u okviru računarske mreže ima mogućnost da spreči nepropisni ili neželjeni prenos podataka preko mreže, koji je zabranjen od strane sigurnosne politike postavljene na mreži. Komunikaciona efikasnost koju Internet omogućava je prouzrokovala masovno priključenje privatnih mreža direktno na Internet. Direktne Internet konekcije olakšavaju hakerima da eksploatišu privatne mrežne konekcije. Pre postojanja Interneta, jedini način koji je omogućavao hakerima da se povežu od kuće na privatnu mrežu bio je direktno biranje telefonskog broja modemom preko javne telefonske mreže. Pitanju bezbednosti daljinskog pristupa nije posvećivano mnogo pažnje.

Firewall se koristi za kreiranje kontrolnih tačaka bezbednosti (*chekpoints*) na granicama privatnih mreža. Na ovim kontrolnim tačkama firewall-i ispituju sve pakete koji prolaze između privatne mreže i Interneta, u zavisnosti od toga da li odgovaraju pravilima politike programirane na *firewall*-u. Ako je *firewall* propisno konfigurisan, u mogućnosti je da ispita svaki protokol kome je dozvoljen prolaz. Ovakav koncept graničnog obezbeđenja veoma je bitan - bez njega svaki računar (host) na privatnoj mreži morao bi sam da obavlja funkciju *firewall*-a. Time bi se bespotrebno trošili računarski resursi. *Firewall*-ovi omogućavaju centralizaciju svih bezbednosnih servisa na spoljnim mašinama koje su optimizovane i posvećene zadatku zaštite. Ispitivanje saobraćaja na graničnim mrežnim prolazima je takođe korisno u sprečavanju hakerisanja propusnog opsega na privatnoj tj. unutrašnjoj mreži.

Po prirodi, *firewall*-i kreiraju „uska grla" (*bottlenecks*) između unutrašnjih i spoljnih mreža. Razlog za to je što sav saobraćaj između ovih mreža mora proći kroz jednu tačku kontrole. Ovo je mala cena za bezbednost. S obzirom na to da su spoljne zakupljene linije relativno spore u poređenju sa brzinama modernih računara, zastoj prouzrokovan *firewall*-ima može biti zanemarljiv. Većini korisnika su relativno jeftini *firewall* uređaji više nego dovoljni da se povežu sa Internetom. Za poslovne potrebe i potrebe davaoca Internet usluga - ISP (*Internet Service Provider*), čiji je Internet saobraćaj na mnogo višem nivou, razvijena je nova vrsta ekstremno brzih (skupih) *firewall*-a, koji su u mogućnosti da opsluže i najzahtevnije privatne mreže.

Firewall-i primarno funkcionišu koristeći tri osnovna metoda:

- Filtriranje paketa - odbacuje TCP/IP pakete neautentifikovanih hostova kao i pokušaje povezivanja na neautentifikovane servise.
- *Network Address Translation* (NAT) - prevodi IP adrese unutrašnjih hostova i tako ih skriva od spoljašnjeg praćenja. Ovaj metod se naziva i maskiranje IP adrese (IP *address masquerading*).
- *Proxy* servisi - uspostavljaju konekcije na visokim aplikativnim nivoima za unutrašnje host-ove u cilju da se kompletno prekine konekcija mrežnog sloja između unutrašnjih i spoljnih hostova.

Takođe, neki *firewall*-i obezbeđuju dodatne servise zasnovane na pretplati i nisu striktno povezani sa bezbednošću, ali će mnogi korisnici uvideti da su krajnje korisni:

- Skeniranje virusa - pretražuje dolazeće nizove podataka u potrazi za virusima. Ažuriranje servisa liste virusa zahteva pretplatu kod proizvođača *firewall*-a.
- Filtriranje prema sadržaju – mogućnost da se unutrašnjim korisnicima blokira pristup određenim tipovima sadržaja po kategorijama, kao na primer pornografiji, sadržaju koji propagira govor mržnje ili informacije o hakerisanju. Trenutno aktuelne liste blokiranih sadržaja takođe zahtevaju pretplatu.

9.5.4. Kriptografske tehnike – šifrovanje/dešifrovanje

Kriptografija je nauka koja se bavi metodama očuvanja tajnosti informacija. Osnovni elementi kriptografije su:

- *Šifrovanje* - postupak transformacije originalnih podataka (otvoren tekst) u šifrovani oblik za onoga kome taj tekst nije namenjen;
- *Dešifrovanje* - postupak vraćanja šifrata u originalne (otvorene) podatke;
- *Algoritam* – matematička transformacija – automat konačnih stanja, kojim se vrši šifrovanje/dešifrovanje;
- *Ključ* – definiše početne vrednosti algoritma kojim se vrši šifrovanje.

Šifrovanje tajnim ključem (simetrično šifrovanje) jeste šifarski sistem kod koga je ključ za šifrovanje identičan ključu za dešifrovanje. To znači da i pošiljalac i primalac poruke koriste isti tajni ključ. Ako pošiljalac želi da pošalje primaocu poruku (fakturu, račun, podatke o kreditnoj kartici) on će je šifrovati izabranim tajnim ključem. Kada primalac primi poruku može je dešifrovati samo ako poseduje kopiju tog ključa. Ako se pošiljalac i primalac nalaze na fizički udaljenim lokacijama javlja se problem obezbeđenja sigurnog kanala za distribuciju tajnog ključa. Svako ko na bilo koji način sazna njegovu vrednost mogao bi da čita i modifikuje sve poruke koje međusobno razmenjuju pošiljalac i primalac a da to ostane neprimećeno. Postoji još jedan problem, ako pošiljalac želi da komunicira sa više poslovnih partnera mora da obezbedi različit ključ za svakog primaoca, kako bi se izbegla mogućnost da bilo koji primalac čita poruke koje mu nisu namenjene.

Rešenje ovih problema je pronađeno u vidu sistema šifrovanja javnim ključem (asimetrični šifarski sistem). U njemu svaki učesnik u komunikaciji koristi dva ključa. Jedan ključ je javni i može se slobodno distribuirati, dok je drugi privatni (tajni) i dostupan je samo njegovom vlasniku. Iako su različiti, ključevi su međusobno povezani matematičkim transformacijama. Poznavanje jednog ključa i algoritma transformacije ne omogućava dobijanje drugog ključa. Najbitnije je da se privatni ključ u celom postupku komunikacije nigde ne šalje jer ne postoji potreba da bilo ko sem njegovog vlasnika bude upoznat s njim. Šifrovanje se vrši primenom javnog ključa osobe kojoj se šalje informacija, a na prijemu ovakvu poruku može dešifrovati samo onaj ko poseduje upareni privatni ključ.

Obezbeđenje autentičnosti informacija tj. definisanje i provera identiteta pošiljaoca postiže se upotrebom digitalnih potpisa i digitalnih sertifikata. Svrha digitalnog potpisa je da potvrdi autentičnost sadržaja poruke (dokaz da poruka nije promenjena na putu od pošiljaoca do primaoca), kao i da obezbedi garantovanje identiteta pošiljaoca poruke. Osnovu digitalnog potpisa čini sadržaj same poruke. Pošiljalac primenom jednosmernih kriptografskih funkcija od svoje poruke koja je proizvoljne dužine stvara zapis fiksne dužine, koji u potpunosti odslikava sadržaj poruke. To praktično znači da svaka promena u sadržaju poruke dovodi do promene potpisa. Ovako dobijen zapis se dalje šifruje sopstvenim tajnim ključem i tako formira digitalni potpis koje se šalje zajedno sa porukom.

Ako se koriste sistemi šifrovanja sa javnim ključem neophodno je prvo utvditi javni ključ primaoca. Digitalnim sertifikatima se potvrđuje verodostojnost javnog ključa, tj. onemogućava se zamena javnog ključa na proizvoljan način. Oni se drugačije mogu nazvati digitalnom ličnom kartom, jer oni zaista to i jesu - digitalna lična karta u *cyber* prostoru, tj sredstvo kojim će se dokazati identitet na Internetu. Sertifikaciona tela, koja su 'treće strana' u komunikaciji, tj. strana od poverenja (*CA Certificate Authority*) imaju ulogu da na Internetu provere i utvrde nečiji identitet i nakon toga mu izdaju digitalni sertifikat.

9.5.5. Bekapi i druge bezbednosne mere

Čak i najjači bezbednosni sistem ne može da garantuje apsolutnu zaštitu podataka. Strujni udar ili nestanak struje može trenutno da obriše ili na neki drugi način da uništi čak i najpažljivije zaštićene podatke. Izvor neprekidnog napajanja (*uninterruptible power supply* - UPS) može da zaštiti računare od gubitka podataka usled nestanka struje. Zaštita od strujnog udara nije od pomoći kada nema struje, ali može da zaštiti elektronsku opremu od opasnih strujnih udara, sprečavajući skupe kvarove hardvera.

Katastrofalne situacije dolaze u mnogim oblicima. Sabotaža, ljudska greška, kvarovi mašine, požar, poplava, grom i zemljotresi mogu da oštete ili unište računarske podatke zajedno sa hardverom. Svaki kompletan bezbednosni sistem treba da sadrži plan za oporavak od katastrofa. Najbolje i najviše korišćeno osiguranje podataka je preko rezervnih kopija (*backup*). Za mnoge sisteme, podaci i softver se bekapuju automatski na diskove ili trake, obično na kraju svakog radnog dana. Za maksimalnu bezbednost, mnogi koris-

nici računara čuvaju kopije poverljivih podataka na nekoliko različitih mesta. Tehnologija za smeštanje pod imenom RAID (redundatna grupa nezavisnih diskova) omogućava da višestruki hard diskovi rade kao jedna logička jedinica. RAID sistemi mogu, pored ostalog, automatski da prave duplikat podataka na višestrukim diskovima.

9.6. BEZBEDNOST, PRIVATNOST, SLOBODA I ETIKA

Računarska bezbednost je ljudski problem koji ne može samostalno da reši tehnologija. Bezbednost je pitanje menadžmenta, a dejstva i politike menadžera su kritične za uspeh bezbednosnog programa. Alarmantno veliki broj kompanija ne poklanja dovoljno pažnje računarskoj bezbednosti. Mnogi menadžeri ne razumeju probleme i ne misle da su ugroženi. Važno je da menadžeri shvate praktična, etička i pravna pitanja koja okružuju bezbednost. Menadžeri moraju da ukažu svojim zaposlenima na važnost bezbednosnih pitanja i bezbednosnih rizika.

Ponekada mere računarske bezbednosti mogu da stvore svoje probleme. Kompleksne procedure pristupa, programi za zaštitu od virusa, zakoni o intelektualnoj svojini i druge bezbednosne mere mogu, ako se uvode isuviše rigorozno, da ugroze ljude u obavljanju njihovog posla. U ekstremnim slučajevima, bezbednost može da ugrozi individualna čovekova prava.

Kao i u drugim segmentima života, računari ugrožavaju našu ličnu privatnost na nekoliko frontova. Korporacijske i vladine baze podataka skupljaju i dele ogromne količine informacija o nama protiv naše volje i bez našeg znanja. Programi za nadgledanje Interneta mogu da prate naše pretraživanje Web-a i da čitaju našu elektronsku poštu. Menadžeri mogu da koriste softver za nadgledanje rada, da mere produktivnost radnika i da posmatraju njihove aktivnosti na ekranu. Vladine bezbednosne agencije prate telefonske pozive i prenose podataka.

Bezbednosne mere koje se koriste za sprečavanje računarskog kriminala istovremeno pomažu u zaštiti prava na privatnost. Kada haker osvoji računarski sistem on može da prati privatnu komunikaciju legitimnih korisnika sistema. Ako neko spolja upadne u bazu podataka banke, ugrožena je privatnost svakog klijenta banke. Isto se odnosi i na vladine računare, računare u kreditnim biroima i ostale računare koji sadrže podatke o građanima. Bezbednost ovih sistema je važna za zaštitu privatnosti čoveka.

Aktivni bedž je jedan od najboljih primera nove tehnologije koja istovremeno može da poboljša bezbednost i ugrozi privatnost. Aktivni bedževi se koriste za identifikaciju, pronalaženje i podsećanje zaposlenih. Tehnologija aktivnog bedža ima potencijal da se iskoristi na razne načine, dobre i loše. Aktivni bedževi, nalik drugim bezbednosnim uređajima i tehnikama, postavljaju važna pravna i etička pitanja o privatnosti.

Vlade država reaguju na rastući problem računarskog kriminala donošenjem novih zakona protiv elektronskih napada. Otvaraju se pitanja o tome kako se građanska prava primenjuju u „elektronskoj oblasti." Da li se sloboda štampe odnosi na *on-line* magazine na isti način kao i za časopise? Da li uređivač elektronskog biltena ili Internet provajderi mogu da se smatraju odgovornim za informacije koje drugi postavljaju na server? Da li su Internet provajderi odgovorni kada njihovi korisnici ilegalno trguju muzikom on-line?

9.7. SOFTVERSKE GREŠKE

Do sada diskusija o bezbednosti je fokusirana uglavnom na zaštiti računarskih sistema od upada, sabotaže ili drugih zločina. Međutim, bezbednost obuhvata više od kriminalne aktivnosti. Neka od najvažnijih bezbednosnih pitanja vezana su za realizaciju sistema koji mogu da izdrže softverske greške i hardverske kvarove.

Kompjuterski sistemi, kao i sve mašine, ranjivi su na požare, poplave i druge prirodne nepogode, kao i otkaze uzrokovane kvarom hardverskih komponenti. Ali u modernim računarima, hardverski problemi su relativno retki u poređenju sa softverskim otkazom. Po svim merenjima, softverske greške - bagovi učine više štete od virusa i računarskih provalnika zajedno.

Poznat je primer sa kraja prošlog veka kada je računarski bag – bag Y2K (2000. godina), ili milenijumski bag – postao međunarodna senzacija. Programeri su decenijama u programima najčešće ostavljali dvocifrena polja za datum, radi uštede prostora za čuvanje, razmišljajući „Zašto dodeliti mesto za prve dve cifre kada se one nikad ne menjaju"? Ali, kada je prošla 1999. godina, ove cifre su se stvarno promenile, čineći da mnogi od ovih starih programa budu nestabilni ili neupotrebljivi. Programeri sa dobrim znanjem COBOL-a, FORTRAN-a i drugih starih računarskih jezika prepravili su mnoge programe. Ali drugi nisu mogli da se preprave i morali su da se napišu od početka.

Na primeru najmodernijeg programiranja današnjice, tri činjenice su jasne:

1. Nemoguće je eliminisati bagove. Današnji programi se sastoje od više hiljada linija kôda. Svaka linija kôda može prouzrokovati kvar ako nije ispravno napisana.
2. Čak i programi koji izgledaju da rade ispravno, mogu imati opasne bagove. Neki bagovi se lako otkriju i ispravljaju zato što su očigledni. Najopasniji bagovi su teški za otkrivanje i njih korisnici mogu da ne primete mesecima ili godinama.
3. Što je sistem veći, veći je i problem. Veliki programi su mnogo kompleksniji i teži za otklanjanje greške od malih programa, a trend današnjice je jasno usmeren prema velikim programima.

Dok se kompleksnim računarskim sistemima poverava da rade obrade finansijskih transakcija do kontrole vazdušnog saobraćaja, raste potencijalni trošak od računarskih otkazivanja. U poslednjoj deceniji, istraživači su identifikovali stotine slučajeva u kojima je prekid u radu računarskog sistema predstavljao određeni rizik za javnost, a broj incidenata se duplira svake dve godine.

9.8. VOJNE PRIMENE

Pitanja koja se odnose na bezbednost i pouzdanost su najkritičnija u vojnim aplikacijama. Za uspešno sprovođenje misije, vojska mora da bude sigurna da su njeni sistemi bezbedni od špijuniranja i napada neprijatelja. Istovremeno, mnoge moderne vojne aplikacije pomeraju granice informacione tehnologije dalje nego što su ikad bile.

Ogromna sredstva se ulažu u razvoj pametnog oružja – projektila koji koriste kompjuterizovan sistem navođenja za lociranje meta. Komandni sistem navođenja omogućava operateru da kontroliše putanju projektila. Projektil sa sistemom za samonavođenje može da prati pokretne mete bez ljudske pomoći, koristeći infracrvene uređaje za toplotno samonavođenje ili tehnologiju prepoznavanja "vizuelnog obrasca". Oružja koja koriste "pametne" sisteme navođenja mogu da budu ekstremno precizna u određivanju tačnog položaja mete neprijatelja u mnogim slučajevima. Jedan problem sa visokotehnološkim oružjima je da ona smanjuju vreme koje ljudi imaju da naprave odluku između života ili smrti. Kako se smanjuje vreme za donošenje odluke, tako raste mogućnost greške.

Još kontraverznija je mogućnost da ljudi budu skroz izuzeti iz procesa donošenja odluka. Trend u vojnim istraživanjima je jasan prema oružjima koja zahtevaju skoro trenutne reakcije – kakvu samo računari mogu da realizuju. Autonomni sistem je kompleksan sistem koji može da pretpostavi skoro kompletnu odgovornost za zadataka bez ljudskog unošena podataka, verifikacije ili donošenja odluka.

Automatizovani sistem odbrane od projektila izaziva burne javne rasprave o lažnim uzbunama. Ali, za mnoge koji razumeju ograničenja računara, najveće pitanje je pouzdanost softvera. Takvi sistemi zahtevaju na desetine miliona linija programskog kôda. Sistem ne može da se unapred kompletno testira zato što ne postoji način za precizno simuliranje nepredvidivih uslova globalnog rata. Da bi radio efikasno, sistem treba da bude apsolutno pouzdan. Mala greška može da dovede do velike katastrofe.

Mnogi vojni stručnjaci sugerišu da se budući ratovi možda neće voditi u vazduhu, na kopnu ili moru. Linija fronta budućnosti može da bude u sajber prostoru. Napadima kroz povezane računarske mreže, neprijatelj može da ošteti telekomunikacione sisteme, dalekovode, bankarske i finansijske sisteme, bolnice i medicinske sisteme, snabdevanje vodom i gasom, naftovode i hitne vladine službe bez upotrebe klasičnog oružja.

U svetu gde računari kontrolišu sve od novca do projektila, računarska bezbednosti i pouzdanost su isuviše važne da bi se ignorisale. Bezbednosne procedure mogu smanjiti, ali ne i eliminisati rizike. U današnjem svetu brzog napretka apsolutna bezbednost jednostavno nije moguća.

9.9. ZAKLJUČAK

Računari imaju rastuću ulogu u borbi protiv kriminala. Istovremeno, bezbednosne službe se suočavaju sa povećanjem računarskog kriminala. Većina računarskih zločina prođu neopaženi, a dosta onih koji su otkriveni često prođu neprijavljeni. Prema svim procenama računarski kriminal svake godine nanosi ogromne finansijske gubitke.

Računarski kriminalci koriste računare i računarsku opremu da ukradu robu, novac, informacije, softver i usluge. Drugi koriste trojanske konje, viruse, crve, logičke bombe i druge zlonamerne softvere da sabotiraju sisteme. Računarske zločine izvršavaju mladi, bistri računarski geniji zvani hakeri. Međutim, istraživanja pokazuju da su hakeri odgovorni samo za mali deo računarskih zločina. Tipičan računarski kriminalac je službenik od poverenja koji poznaje računarski sistem i ima lične ili finansijske probleme. Najčešći računarski kriminal, softversku pirateriju, izvršavaju milioni ljudi, često iz neobaveštenosti. Piraterija ja kršenje zakona o intelektualnoj svojini, koji, u dosta slučajeva, zaostaju za tehnologijom.

Zbog porasta računarskog kriminala i drugih rizika, organizacije su razvile brojne bezbednosne tehnike da zaštite svoje sisteme i podatke. Neki bezbednosni uređaji projektovani su da ograniče fizički pristup računarima. Međutim, ti alati postaju manje efikasni u doba personalnih računara i mreža. Lozinke, šifrovanje, postavljanje zaštite i softver za kontrolu se koriste da zaštite poverljive podatke u različitim organizacijama. Kada sve ostalo otkaže, sigurnosne kopije važnih podataka se koriste za rekonstrukciju sistema nakon pojave oštećenja.

Normalno, bezbednosne mere služe da zaštite našu privatnost i druga individualna prava. Ali, povremeno, bezbednosne procedure prete time pravima. Ustupci između računarske bezbednosti i slobode podižu važna pravna i etička pitanja.

Računarskim sistemima ne predstavljaju pretnju samo ljudi, njima takođe prete softverski bagovi i hardverski kvarovi. Pitanja pouzdanosti su posebno važna. U modernim vojnim aplikacijama, bezbednost i pouzdanost su kritične. Kako se brzina, snaga i kompleksnost oružanih sistema povećava, mnogi se plaše da su ljudi istisnuti iz procesa donošenja odluka.

9.10. KLJUČNI TERMINI

Access-control software (softver za kontrolu pristupa) – uslužni softver za logičku kontrolu pristupa resursima računarskog sistema/mreže, najčešće na bazi korisničkog imena i ličnog identifikatora (lozinke, PIN-a, tokena, *smart* kartice).

Active badge (aktivni bedž) - sistem koji obezbeđuje sredstvo za lociranje pojedinaca u okviru zgrade, određivanjem lokacije njihovog aktivnog bedža. Uređaj emituje jedinstven infracrveni signal svakih 9 sekundi, koje detektuje jedan ili više mrežnih senzora koji daju informaciju o lokaciji nosioca bedža. **Antivirus** (antivirus) – uslužni program koji na osnovu definicija (digitalnog potpisa, heš vrednosti) poznatih virusa, prepoznaje virusni napad, briše ga ili stavlja u karantin.

Autonomous systems (autonomni sistemi) – sistem koji obezbeđuje autonomiju rada, najčešće napajanja, posle pada mrežnog napona.

Backup (bekap - sigurnosna kopija) – rezervne kopije sistemskih i aplikativnih programa i podataka, koje se iterativno (po planu) dopunjavaju i čuvaju na bezbednoj, geografski udaljenoj, rezervnoj lokaciji. Osnovni mehanizam zaštite od vanrednih događaja.

Biometrics (biometrija) – biometrijski identifikacioni parametri (otisak prsta, otisak dlana, dužica oka, struktura lica, DNK itd.) koji predstavljaju ono što korisnik jeste za identifikaciju pristupa računarskom sistemu.

Code of Ethics (etički kod) – skup moralnih normi koje regulišu dopušteno i nedopušteno ponašanje u IKT sistemu.

Computer crime (računarski kriminal) – krivično delo kriminala u kome učestvuje računar kao objekat napada, sredstvo napada ili posrednik u napadu.

Computer security (računarska bezbednost) – objektivno stanje zaštićenosti računarskog sistema primenom *upravljačkih* (zakon, standardi, politika zaštite), *organizacionih* (personalna, fizička zaštita, upravljanjeincidentom i vanrednim događajem, administracija sistema zaštite itd.) i *tehničkih* (kriptozaštita, logička kontrola pristupa, antivirusni programi, firewalls, IDS/IPS, skeneri itd) kontrola zaštite.

Contract (ugovor) – ugovor između kupca/potražioca usluga i prodavca/pružaoca usluga o međusobnim pravima i oabvezama.

Copyright (autorsko pravo) – pravo koje uživaju stvaraoci (*autori*) književnih, naučnih i umetničkih dela (*autorska dela*), a koje im daje isključivo pravo korištenja ili odobravanja drugima korištenja svog djela, a uključuje i sistem zaštite tih prava. U širem smislu, to je sistem pravnih pravila i načela koja regulišu prava koje zakon dodeljuje autoru dela (softvera).

Denial of service (DoS) attack (napadi odbijanja servisa) – tip malicioznog napada sa ciljem trošenja resursa računara (npr., slanjem spama-nekorisne pošte), ili angažovanja procesorske snage na drugi način, tako da računar/server ne može izvršavati svoje regularne servise.

Encryption (šifrovanje) – tehnika izmene originalne informacije (otvoren tekst) na bazi šifarskog algoritma i ključa, tako da informacija bude čitljiva samo za namenjenog korisnika koji poseduje isti algoritam i ključ. Mogu bit simetrični sa jednim ključem za šifrovanje i dešifrovanje i asimetrični sa matematičkim parom tajnog i javnog ključa, gde se tajni (privatni) ključ strogo čuva, a javni međusobno razmenjuje (deli) u zajednici korisnika.

Firewall (mrežna barijera) – logička barijera za kontrolu saobraćaja u/iz računarskog sistema (personalni firewall) ili u/iz interne računarske mreže (mrežni firewall). Radi na bazi kontrole paketa podataka, a konfiguriše se da blokira pakete sa izvorišnim/odredišnim IP adresama nepoželjnih URL lokacija (web lokacija).

Hacking (hakerisanje) – tehnike za neovlašćeni upad u računarsku mrežu i umrežen računarski sistem sa različitom motivacijom: iz znatiželje

i kao stručni izazov sa poznavanjem tahnika (haker), u cilju zloupotrebe i sticanja neke dobiti

Identity theft (kradljivac identiteta)

Intellectual property (intelektualna svojina) – obuhvata skup prava kao što su: patent, industrijski dizajn, žig, geografska oznaka porijekla proizvoda ili usluge, autorska i srodna prava i druga prava, a obuhvata: autorska i srodna prava i prava industrijske svojine (patent, žig, industrijski dizajn i geografska oznaka porijekla). Intelektualna svojina ima i svoju ekonomsku funkciju - ona svojim nosiocima obezbeđuje ekonomsku korist od njenog privrednog korišćenja.

Logic bomb (logička bomba) – vrsta štetnog programa slična Trojancu, koja se aktivira u nekom programski predefinisanom vremenu, ili na neku izvršnu komandu korisnika.

Malware (zlonamerni softver) – maliciozni programi (virusi, crvi, spyware, adware itd.) koji nanose štetu u računaru i omogućavaju različite vrste zlopupotreba.

Passwords (lozinke) – identifikator za korisnički pristup računarskom sistemu koji se sastoji od slova, beojeva i drugih karaktera. Srednje jaka lozinka (otporna na proboj) treba da se sastoji od najmanje 8 karaktera (slov velikih i malih, brojeva i interpunkcijskih znakova) i da se regularno menja (npr. svakih 7 dana administratorska, svakih 30 dana koisnička).

Patent (patent) - set ekskluzivnih prava datih od strane države nekom pronalazaču ili njegovom zastupniku za ograničeni period vremena u zamenu za otkrivanje pronalaska.

Sabotage (sabotaža) – namerna oštećenja hardvera ili softvera računarskog sistema ili mreže.

Security patch (bezbednosna zakrpa) – naknadna popravka grešaka (*bagova*) beta verzija komercijalnih programa, puštenih u rad sa osnovnim funkcionalnostima i relativno kontrolisanim greškama.

Smart weapons (pametna oružja) – kompleksan sistem koji može da pretpostavi skoro kompletnu odgovornost za zadataka bez ljudskog unošena podataka, verifikacije ili donošenja odluka.

Social engineering (društveni inženjering) – izvlačenje identifikacionih podataka (korisničkog imena i lozinke) na prevaru (lažnim predstavljanjem i sl.) za neovlašćeni pristup računaru drugog korisnika sa namerom zloupotrebe.

Software piracy (softverska piraterija) – neovlašćeno kopiranje, distribucija i prodaja softverskih proizvoda i druge intelektualne imovine.

Spoofing (obmana) - napad na računarsku mrežu/sistemu kojem se napadač ili program uspešno maskira i lažno predstavi kao neko drugi falsifikujući identifikacione podatke i na taj način dobije nelegalnu prednost (neovlašćeni pristup, zloupotreba resursa računara itd.).

Trojan horse (trojanski konj) – štetni program koji ima serversku i klijentsku komponentu. Serversku komponentu šalje napadač (haker) u nezaštićen računar putem Interneta u vidu benignog (često zanimljivog) programa, koja obezbeđuje zadnja vrata za kasniji ulazak u korumpirani računar i izvršavanje maliciozne aktivnosti na komandu klijentske komponente Trojanca.

Uninterruptible power supply (UPS) (izvor neprekidnog napajanja) – uređaj sa autonomnim izvorom napajanja (akumulatorom), preko kojeg se napaja računar/server iz električne mreže tako da održava napajanje i posle pada mrežnog napona u određenom periodu (5, 9, 15, 20 minuta) zavisno od kapaciteta akumulatora i potrošnje.

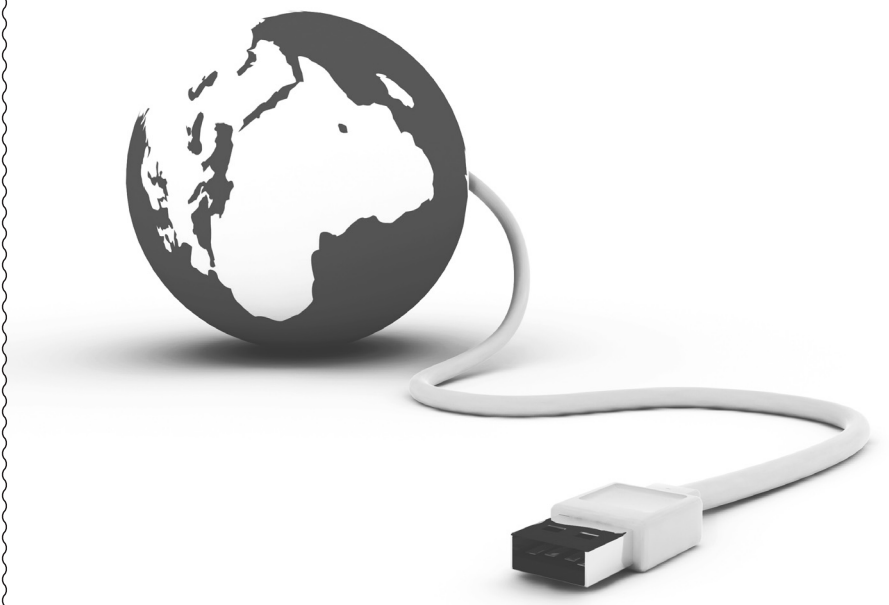
Virus (virus) – maliciozni program koji se širi aktiviranjem zaraženog fajla i nansi štetu izmenom, brisanjem fajla itd.

Worms (crvi) – maliciozni program koji se sam replicira i troši reurse računara. Lako se širi u lokalnoj mreži, pa se često naziva „mrežni virus“, iako se ne širi aktiviranjem zaraženog fajla kao virus.

PITANJA ZA PONAVLJANJE

- ☑ Zašto je potrebno da korisnici u nekoj organizaciji koriste lozinke?
- ☑ Definišite pravilan pristup prilikom izbora i upotrebe lozinke (*password*) u nekoj organizaciji.
- ☑ Koja od navedenih aktivnosti najčešće dovodi do širenja računarskih virusa?
- ☑ Koji je najsigurniji način za zaštitu od gubljenja podataka?
- ☑ Kako se šire i kakvu štetu nanose računarski virusi?
- ☑ Objasniti razliku između virusa i trojanaca.
- ☑ Kako se šire crvi?
- ☑ Šta su makro virusi?
- ☑ Koji je najčešći razlog za pravljenje rezervnih kopija fajlova sa računara?
- ☑ Šta može da bude najteža posledica krađe računara?
- ☑ Definišite antivirusni program?
- ☑ Kako se naziva pravo korisnika da upotrebljava neki program?
- ☑ Šta je softverska piraterija?
- ☑ Šta je simetrična kriptografija?
- ☑ Šta je asimetrična kriptografija?
- ☑ Šta je digitalno potpisivanje?
- ☑ Čemu služe digitalni sertifikati?
- ☑ Šta je UPS?
- ☑ Objasniti namenu firewall-a.
- ☑ Koje mere preventivno podužu računarsku bezbednost?

10. INFORMACIONO KOMUNIKACIONI SISTEMI



Posle čitanja i razumevanja ovog poglavlja studenti će moći da diskutuju o ulozi informacionih radnika u post-industrijskom dobu; da opišu njihove odgovornosti i organizovanje u okviru poslovnih sistema – organizacija; da opišu komponente poslovnog sistema i njegov lanac vrednosti, kao i komponente, značaj i uloge IKT sistema u poslovnim sistemima.

10.1 UVOD

Sve civilizacije u razvoju društva dramatično su menjale svoj kurs. Događaji i ideje radikalno su transformisali način života, rada i mišljenja. Tome su posebno doprinele nove revolucionarne promene u tehnologijama. Svaka tehnologija postepeno kreira potpuno novo okruženje za čoveka. Sistemi informaciono komunikacionih tehnologija (IKT) su očigledno izmenili način života i rada savremenog čoveka, obezbeđujući nove, dosad nezamislive mogućnosti izbora. Tehnološke promene su u razvoju civilizacije dovodile do pomaka u modelu razmišljanja, koji su kao posledicu imale formiranje novog pogleda na svet. Naravno, za glavnu promenu u procesu razmišljanja potrebne su generacije, jer pojedinci teško menjaju svoje pretpostavke o tome kako svet funkcioniše.

Preistorijski ljudi su bili uglavnom lovci i skupljači plodova. Živeli su u plemenima, nomadski, prateći krda životinja i skupljajući divlje voće i druge plodove. Antropolozi smatraju da su za egzistencijalne potrebe trošili oko 15 sati sedmično, a ostatak vremena su posvećivali kulturnim i duhovnim dostignućima.

Do 21. veka ljudski rod je proživeo dva glavna revolucionarna pomaka u modelu razmišljanja, koja su direktno uticala, pre svega na način rada: *poljoprivrednu revoluciju* (doba) i *industrijsku revol*uciju (doba). U post-industrijsko doba, sa 21. vekom, u uslovima dominacije savremenih informaciono komunikacionih tehnologija, čovečanstvo je zakoračilo u *informaciono doba* – doba integracije sistema i deljenja znanja.

U savremenom životu i radu čoveka, računar je postao nezamenljiv alat, gotovo u svim oblastima ljudskih delatnosti. Računarske mreže, nove IKT i Internet obezbedili su dosad nezamislive mogućnosti primene IKT sistema u poslovanju i za razvoj kreativnog mišljenja, ali i nove vrste zloupotreba i opasnosti za potpuno otuđenje čoveka od tradicionalnih radnih funkcija.

10.2 KRATAK PREGLED EVOLUCIJE TEHNOLOGIJA ZA RAD

Poljoprivredno doba. Ljudska zajednica je naučila da pripitomljava divlje životinje i gaji useve, koristi plug i druge poljoprivredne alate. Transformacija u poljoprivredno doba trajala je nekoliko vekova, pre oko 10.000 godina. Rezultat je bilo društvo u kome je većina ljudi živela i radila na farmama, razmenjujući robe i usluge u obližnjim naseljima. Ovo doba je trajalo približno do početka 19. veka, kada je pronalaskom parne mašine počela tzv. industrijska revolucija, kojom je čovečanstvo ušlo u industrijsko doba.

Industrijsko doba. U prvoj polovini 20. veka svetom je dominirala industrijska ekonomija, u kojoj je više ljudi radilo u urbanim centrima i fabrikama, nego na farmama. Ovaj rad je doneo viši životni standard za mlade naraštaje, ali ne bez posledica. Radno sposobno stanovništvo, pre svega očevi i sinovi odlazi u fabrike da rade, a žene i stariji ostaju da obavljaju poljoprivredne poslove. Dolazi do razbijanja tradicionalne porodice, u velikim gradovima rastu kriminal, nasilje i zagađenje životne sredine i drugi urbani problemi.

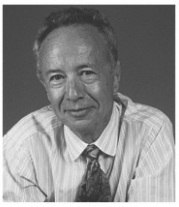
Informaciono doba. Sa ubrzanim razvojem IKT u drugoj polovini 20. veka, počela je tzv. druga industrijska revolucija, a čovečanstvo je ušlo u novo *post-industrijsko* ili *informaciono doba*. Ljudi masovno prelaze sa poslova u fabrikama na poslove u oblasti IK tehnologija. U savremenoj *informacionoj ekonomiji* (ili *e-ekonomiji*) radna snaga službenika već je nadmašila broj fabričkih radnika u informatički razvijenim i srednje razvijenim zemljama. Mnogo ljudi uveliko radi i živi od rada sa rečima, brojevima i idejama. Dolazi do velikih društvenih promena i promena u načinu života i rada pojedinaca.

Dakle, u suštini ovih revolucionarnih promena u razvoju čovečanstva uvek je bila tehnologija za rad. Poljoprivredna ekonomija je izrasla na plugu, industrijska – na mašini, a e-ekonomija raste na računaru. Informaciono komunikaciona revolucija je globalni fenomen, koji se razvija različitim tempom u različitim zemljama. U SAD već oko 80% su radnici u oblasti IKT – *informacioni radnici*, čiji je posao da kreiraju, obrađuju, koriste i distribuiraju informacije. Postoje dve opšte kategorije informacionih radnika: *stručnjaci* (obrazovani poznavaoci IKT) i *korisnici* (za unos podataka). Stručnjaci su obrazovani i osposobljeni radnici sa opštim i specifičnim znanjima iz oblasti IKT, kao što su naučnici, arhitekte, inženjeri i neki menadžeri, koji kreiraju nove informacije. Korisnici su radnici koji koriste računar kao alat bez posebnih znanja iz oblasti IKT, koji samo koriste i distribuiraju informacije i unose podatke u računar, kao što su prodavci u supermarketima, računovođe, bankarski službenik i neki menadžeri. Ne-informacioni radnici su iz grupe uslužnih delatnosti, kao što su razni serviseri, kelneri, frizeri i drugi fizički radnici. Mnogi od ovih radnika koriste računar, procesiraju informacije na poslu, ali informacije nisu predmet njihovog rada.

U savremenom životu, praktično je vrlo teško naći posao u kome se ne koristi, ili se ne može koristiti računar, a neke delatnosti se ne mogu više ni zamisliti bez računara, kao na primer: industrija zabave, izdavaštvo, medicina, saobraćaj, avio industrija, nauka, obrazovanje itd.

Za ubrzan razvoj IT veoma je zaslužan *Andy Grove* (Slika 10.1), paranoični trgovac čipovima, suosnivač Intela 1968, pa predsedavajući menadžerskog borda Intel-a. Sa desetog mesta doveo je Intel na vrh poluprovodničke industrije, verujući u tri principa rukovođenja: *Moore* -ov zakon (svakih 18 meseci udvostručava se broj elemenata u procesoru po istoj ceni), *princip ljudožderstva* (nove tehnologije apsorbuju stare) i *lični* **(***Grove***)** *zakon* – (svakih 10 godina za dva puta se povećava kapacitet komunikacionih linija odnosno brzina komunikacija). Imajući na umu neverovatnu brzinu razvoja

i korisničku prihvatljivost računarskih i Internet tehnologija, za razliku od brzine prihvatanja i rast popularnosti ranijih tehnoloških inovacija u oblasti komunikacija (telegraf, radio, TV, radar itd.), *Grove* je stalno istraživao uticaje raznih fenomena na računarsku industriju, tražeći odgovore na pitanja: zašto ljudi toliko gledaju TV, zašto toliko brzo prihvataju PC kada ih se plaše, zašto su *Microsoft*, *Bill Gates* i drugi industrijski lideri iznenađeni sve većom popularnošću Interneta i sl.?



Slika 10.1 *Andy Grove*

Za razumevanje strukture informacionog sistema potrebno je razumeti generičku anatomiju *sistema*. Fundamentalna inženjerska disciplina *Teorija sistema* definiše sistem kao: *skup međusobno povezanih objekata sa međusobnim vezama i vezama sa okruženjem, povratnom spregom i kontrolom, koji rade zajedno izvršavajući neke procese radi postizanja zajedničkog cilja*. Sistem obavlja tri osnovne funkcije: *ulaza*, ili unošenja ulaznih resursa – ljudi, znanje, vreme, materijali, novac; *obrade*, ili izvršavanja procesa, automatizovanog procesiranja i industrijske proizvodnje i *izlaza,* ili obezbeđivanja proizvoda ili usluga. Očigledno, da u toku izvršavanja sve tri funkcije sistema, objekti sistema reaguju međusobno i sa okruženjem. Na bazi kontrole izlaznih rezultata sistem kontroliše ulaz negativnom povratnom spregom – ako je izlaz ispod očekivanih vrednosti, povećava se uzimanje ulaznih resursa iz okruženja i obrnuto. Dakle, sistem ima još dve značajne funkcije – povratnu spregu i kontrolu. *Povratna sprega* meri performanse funkcija ulaza, obrade i izlaza sistema i obezbeđuje merne podatke funkciji kontrole. *Kontrola* evaluira podatke iz povratne sprege i prilagođava ulaz sistema tako da sistem obezbedi željeni izlaz.

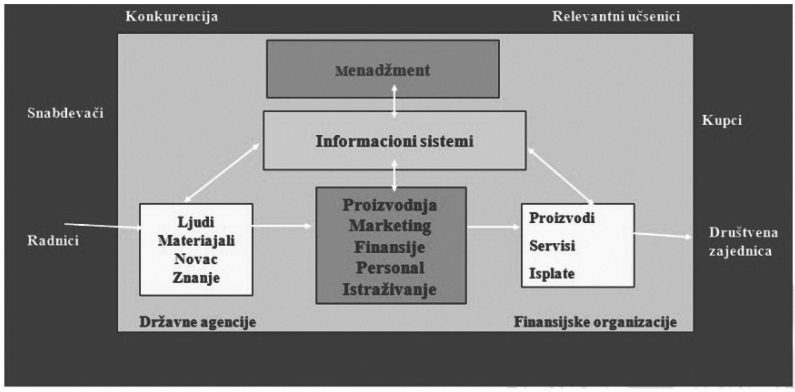
Svaki sistem ima svoje granice koje definišu ograničenja sistema; sve izvan granica sistema naziva se *okruženje sistema*. Okruženje sistema obezbeđuje resurse za ulaz i koristi izlazne rezultate sistema. Neki sistem može biti

Prema opštoj definiciji sistema i računar je sistem, pa ga je ispravno nazivati računarski sistem. Tastatura računara obavlja funkciju *ulaza* sistema, CPU izvršava *obradu* podataka, a monitor, odnosno GUI interfejs obezbeđuje *izlazne* informacije. Svaki sistem ima svoje *granice* koje definišu njegov obim i ograničenja. *Okruženje* računarskog sistema je sve što je izvan granica sistema. Svaki sistem može biti deo, ili *podsistem* većeg sistema. Na primer, PC može biti podsistem LAN-a (lokalne računarske mreže), koja može biti podsistem MAN-a (gradske računarske mreže), a ovaj podsistem WAN-a (regionalne računarske mreže), koji može biti podsistem Interneta. Sam Internet je u suštini globalni WAN.

Zajednička granica između sistema koja povezuje dva sistema ili sistem i okruženje naziva se *interfejs* sistema. Interfejs predstavlja izlaz jednog sistema, a ulaz u drugi sistem. Veliki sistemi kao što su Internet ili korporacijski sistemi mogu imati više podsistema za interfejse.

10.3 POSLOVNE ORGANIZACIJE KAO SISTEMI

Organizacija (kompanija, firma) je sistem čija je uloga proizvodnja i/ili pružanje usluga potrošačima. Kada organizaciju posmatramo kao sistem u nekom okruženju, svaki od osnovnih delova sistema ima posebne zadatke i tada je nazivamo *poslovni sistem (PS)*. *Okruženje PS* čine potrošači, dobavljači i druge organizacije kao što su konkurenti, banke i odnosne državne agencije. *Ulaz* u PS su ulazni resursi - radnici, materijal, novac, znanje i drugi resursi, koje sistem uzima iz okruženja. *Obrada* u PS je radni proces kao što je proizvodnja, marketing, prodaja, davanje usluga. *Izlazi* iz PS su proizvodi i usluge, kao i dividende, takse, informacije i informacije koje se prenose na okruženje. *Povratnu spregu* u PS obezbeđuje kontrola kvaliteta proizvoda, usluga i informacija sa izlaza koje odstupaju od očekivanih vrednosti. *Kontrolnu* funkciju u PS vrše menadžeri da bi ulaz, obrada i izlaz pravilno funkcionisali – u granicama planiranih vrednosti. Informacioni sistemi imaju ključnu ulogu upravo u obezbeđivanju povratne sprege i kontrolnih funkcija, u prikupljanju podataka o svakoj primarnoj aktivnosti i u obradi podatke u informacije potrebne menadžerima za odlučivanje i upravljanje poslovnim sistemom. IKT sistem poslovnog sistema se naziva *poslovni IKT sistem* ili *poslovni informacioni* sistem (PIS), koji je sastavni deo PS (Slika 10.2).



Slika 10.2 Poslovni sistem i poslovni informacioni sistem

10.3.1 Lanac vrednosti organizacije

Za identifikovanje, definisanje i analizu poslovnih procesa PS, razvijen je model lanca vrednosti (*value chain model*) PS. Model je razvio *Michael E. Porter*, profesor sa Harvarda, a omogućava jedan od načina da se opiše organizacija kao PS. Prema ovom modelu, organizacija radi proizvodnje i pružanja usluga korisnicima, obavlja *primarne* i *pomoćne* aktivnosti za podršku izvršavanja primarnih aktivnosti.

Primarne aktivnosti su direktno povezane sa proizvodnjom i /ili pružanjem usluga:

U modelu lanca vrednosti PS primarne aktivnosti su:

- *Ulazna logistika*, koja obezbeđuje prima i skladišti materijale iz okruženja PS i dostavlja ih na potrebna mesta;
- *Proizvodnja,* koja koristi materijale za kreiranje proizvoda i pružanje usluga;
- *Izlazna logistika,* koja isporučuje proizvode i usluge korisnicima;
- *Marketing i prodaja,* koji istražuju potrebe korisnika i unapređuju prodaju proizvoda i usluga na tržištu;
- *Servisi održavanja,* koji povećavaju vrednost proizvoda i usluga za korisnike (na primer aktivnosti obuke i održavanja proizvoda).

Pomoćne aktivnosti obezbeđuju podršku – pomažu da se u PS primarne aktivnosti obave efikasno i efektivno. U modelu lanca vrednosti PS pomoćne aktivnosti su:

- *Menadžment i drugi administrativni servisi* koji objedinjuju upravljačke strukture kompanije, koje rade sa bankama, vladinim organizacijama i Slika u okruženju PS;
- *Upravljanje ljudskim resursima* koje se bavi zapošljavanjem, zaposlenima i pripravnicima u PS;
- *Istraživanje i razvoj tehnologije* koja stvara nove proizvode i usluge i traži načine za poboljšanje efikasnosti i efektivnosti primarnih aktivnosti PS i
- *Nabavka* i saradnja sa snabdevačima da bi se obezbedio visok kvalitet ulaznih potreba kompanije .

Svaka od primarnih i pomoćnih aktivnosti može se posmatrati kao podsistem PS. Aktivnosti rade interaktivno razmenjujući ulaze i izlaze, tako što izlaz jedne postaje ulaz druge aktivnosti. Specifična kombinacija primarnih i pomoćnih aktivnosti koja se koristi za izvršavanje specifičnih ciljeva naziva se *poslovni proces*. Poslovni proces integriše ključne atribute za obavljanje posla*: ljude*, *tehnologije* (tehnike i alate) i *metode* (procedure i zadatke) i istovremeno transformiše ulazne veličine u očekivane izlazne veličine. Poslovni proces se može opisati (formalno i neformalno) kao niz zadataka u logičkom sledu. Glavni tipovi poslovnih procesa su procesi *transakcije*, *komunikacije* i *odlučivanja*. IKT sistem i kvalitet informacija igraju glavnu ulogu u svakom poslovnom procesu, obezbeđujući brze, tačne, neizmenjene, poverljive, blagovremene i u potrebnom trenutku raspoložive informacije za izvršavanje poslovnih procesa.

10.3.2 Organizacija kao poslovni sistem

Organizacije kao poslovni sistemi mogu se definisati po svojoj nameni, zadatku koji obavljaju, ili po svojoj strukturi.

- *Namena* organizacije je obično da obezbedi ili proda proizvod ili uslugu svojim klijentima, odnosno, potrošačima. Organizacije se prema nameni dele u:
- *proizvodne organizacije*, koje proizvode fizičke proizvode i

- *uslužne organizacije*, koje pružaju usluge, kao što su pravni saveti, provajderi Internet usluga (ISP), provajderi zaštite u IS itd.

Sa aspekta ostvarivanja profita organizacije se dele na:

- *profitne,* koje svoj rad ili usluge naplaćuju korisnicima i
- *neprofitne organizacije*, koje obezbeđuju dobra i usluge bez ostvarenja profita, kao što su strukovna udruženja i nevladine organizacije - NGO (*Non Government Organization*).

Sve organizacije obično sadrže nekoliko odeljenja kao što su: uprava, računovodstvo i finansije, marketing i za upravljanje ljudskim resursima. U okviru jednog ili više odeljenja zaposleni se grupišu u timove za izvršavanje specifičnih zadataka – *projekata*, sa jasno određenim vremenom trajanja i drugim resursima, i obimom.

Opšte, konkurentno poslovno *okruženje* predstavlja probleme i mogućnosti sa kojima se organizacija mora suočiti da bi napredovala. Brojne savremene kompanije imaju potrebu da prodaju robe i da se usaglašavaju sa snabdevačima i distributerima na globalnom nivou. Potrošači danas preko Interneta i servisa e-trgovine mogu kupovati širom sveta, tako da kompanije moraju poslovati na otvorenom nezaštićenom svetskom tržištu.

10.4 INFORMACIONO KOMUNIKACIONI SISTEMI

Postoji više definicija informaciono komunikacionog sistema (IKT sistema), ili kraće IS, od kojih su dve najčešće korišćene.

1. **Sistemska i procesno orijentisana definicija IS**: *Informacioni sistem je podsistem PS, koji obezbeđuje informacije potrebne drugim poslovnim procesima u okviru kompanije, obavlja ulazne operacije, obradu i izlazne operacije, sadrži povratnu spregu i kontrolne funkcije, a uključuje hardverske, softverske i komunikacione komponente i ljude koji koriste informacije i informacione tehnologije za obavljanje poslovnih procesa*.
2. **Tehnološki orijentisana definicija IS**: *Informacioni sistem je skup hardvera, softvera i komunikacione infrastrukture - računara, radnih stanica, servera, pasivnih i aktivni mrežnih uređaja, uređaja za zaštitu (firewals, proxy server, IDS,…), sistemskih programa (npr., OS), aplikativnih programa (npr., MS Office), mrežne infrastrukture (žična, kablovska, bežična, optički kablovi i dr.) i ljudi - krajnjih korisnika (svih zaposlenih u PS koji koriste informacije za obavljanje svojih poslova), uključujući administraciju i proizvodne radnike na osnovnom nivou, operativne menadžere koji nadgledaju proizvodnju, administraciju i druge radnike na sledećem nivou, menadžere srednjeg nivoa koji su odgovorni za izvršavanje poslovnih programa i za pomoć menadžerima sa višeg nivoa upravljanja, menadžere na najvišem nivou, koji su odgovorni za organizaciju poslova,*

snabdevače i potrošače i dr. iz okruženju kompanije koji koriste informacije o proizvodima i uslugama firme, zatim projektante, dizajnere, programere..., *koji definišu strukturu i dizajn informacionog sistema.*

Informacioni sistemi generišu, procesiraju, skladište i čuvaju informacije. *Informacija* je skup logički povezanih podataka koji povećavaju znanje korisnika. Informacije imaju dve dimenzije: *fizičku ili digitalnu predstavu* i *ljudsku spoznaju.* Kao roba informacije se odnose na činjenice, statistiku ili druge podatke vredne ili korisne za osobu koja izvršava zadatak. Vrednost informacije se može predstaviti u nekoj fizičkoj ili digitalnoj formi: novine, e-mail poruke, izveštaji i sl. *S*a spoznajne tačke gledišta informacija ljudima omogućava da odgovore na pitanja kao što su: *šta, kad, gde, ko, kako i zašto*. Kvalitet informacija određen je skupom atributa informacija: tačnost, pravovremenost, raspoloživost, integritet, poverljivost, itd., odnosno stepenom njihovog izvršavanja. Kvalitetne informacije su od presudnog značaja za odlučivanje u poslovnom sistemu. Kvalitet informacija u IS u presudno obezbeđuje (*pod*)*sistem zaštite* koji štiti tri ključna atributa informacija*: raspoloživost, integritet i poverljivost*. Dakle, informacije ne postoje nezavisno od ljudi, koji im daju značenje, pripisuju vrednosti i na neki način rade na osnovu njih.

10.4.1. Informaciono komunikacione tehnologije u poslovnim sistemima

U kontekstu poslovanja i poslovnih informacionih sistema informaciono komunikacione tehnologije vrše pet funkcija: *prikupljanje, obradu*, *čuvanje i izvlačenje informacija, prezentaciju i prenos informacija*.

Prikupljanje je proces akvizicije podataka (teksta, brojeva, grafike, zvuka ili drugih senzorskih ulaza) o nekom događaju koji je važan za organizaciju i za kasniju upotrebu. *Obrada* je aktivnost u kojoj se manipuliše i organizuju informacije na takav način da dodaju vrednost za krajnjeg korisnika. *Čuvanje i izvlačenje* informacija je aktivnost koja sistematski akumulira informacije za kasniju upotrebu, a zatim locira te informacije kada je to potrebno. *Prezentacija* je proces prikazivanja informacija u formatu i na medijumu upotrebljivom za korisnika. *Prenos* je proces slanja i distribucije podataka i informacija na različite lokacije.

Organizacija može imati brojne koristi od kreativne upotrebe IKT sistema od proširivanja granica ljudskih sposobnosti, do poboljšavanja performansi poslovnih procesa, kao što su:

- obezbeđivanje visoko kvalitetnih informacija,
- brži pristup informacijama,
- veću iskoristivost informacionog bogatstva,
- efikasnije i rentabilnije izvršavanje radnih zadataka u organizaciji,
- bolja i kompletnija komunikacija u procesu odlučivanja i
- kvalitetniji proizvodi i usluge za kupce.

IKT sistemi mogu pomoći organizaciji da kreira komparativnu prednost na globalnom konkurentskom tržištu, proizvodeći robe i dajući usluge koje druge organizacije ne mogu ili ne nude. Generalno u PS IKT sistemi se mogu koristiti za poslovne transakcije, upravljanje i odlučivanje.

10.4.2 Poslovni IKT sistemi za obradu transakcija

Transakcija je događaj koji se pojavljuje u bilo kojoj primarnoj aktivnosti kompanije. Na primer, prodaja potrošaču, nabavka od dobavljača ili isplata zarade zaposlenom. Organizacija može koristiti informacioni sistem za praćenje i obrade transakcija u cilju efikasnijeg poslovanja. *Poslovni IKT sistemi za obradu transakcija-TPS (Transaction Processing System*) je osnovni računovodstveni sistem koji prati rutinske transakcije. Ako TPS radi online naziva se OLTP (*Online Transaction Processing)* sistemi, a koristi se za prikupljanje podataka iz različitih transakcionih izvora za skladišta podataka (repozitorijume ili *Data Wearhouse)*. Primeri TPS funkcija su unos porudžbenice za kupovinu, rezervacija karata i hotela, inventarisanje, isplata zarada i dr. TPS obezbeđuju precizne podatke za kontrolu različitih procesa organizacije, tipično uključuju veliku bazu podataka i zahtevaju veliku procesorsku moć računara i visok nivo tačnosti i bezbednosti podataka.

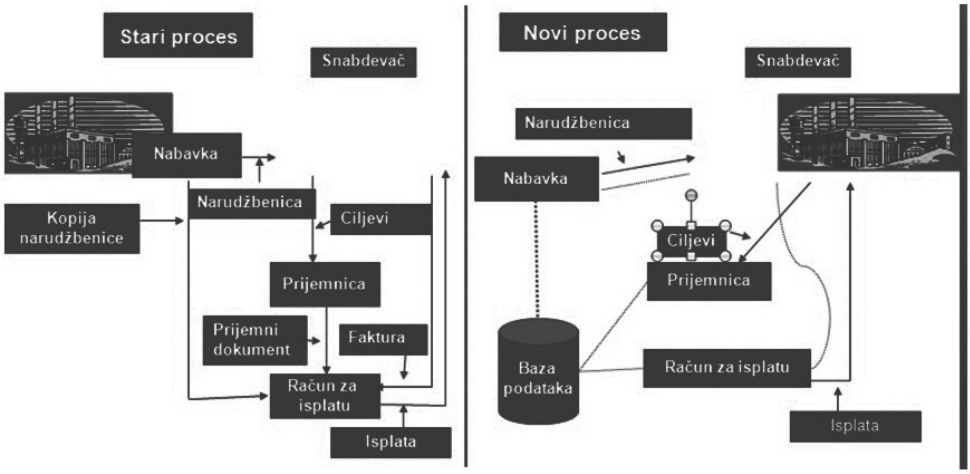
Obrada transakcije je ciklični proces sačinjen od pet koraka:

1. *Unos podataka transakcije* u odgovarajućem mašinski čitljivom formatu; može se izvršiti elektronski, primenom EDI (*Electronic Data Interchange*) sistema za razmenu poslovnih transakcija između organizacija koje koriste standardne EDIFACT formate narudžbenica, profaktura i transportne dokumentacije;
2. *Obradu podataka* vrši tipičan TPS, koji organizuje i sortira podatke i obavlja računske operacije; podaci mogu biti obrađeni na dva načina- *batch* procesiranjem gde se obrada transakcija vrši nakon prikupljanja većeg broja podataka i r*eal-time* procesiranjem, gde se svaka transakcija obrađuje posebno i u realnom vremenu;
3. *Čuvanje i zanavljanje* podataka transakcija u fajlovima baza podataka kako bi se mogle ponovo upotrebiti za naredne obrade transakcija; na primer, mesečni telefonski račun može se upotrebiti za računanje iznosa sledećeg mesečnog računa. Velike organizacije koriste programe za kreiranje i održavanje velikog repozitorijuma za skladištenje informacija (*Data warehousing software)* o svim aspektima organizacije*;*
4. *Dokumentovanje i izveštavanje* vrši TPS kroz nekoliko tipova akcionih dokumenata i izveštaja. Akcioni dokument inicira neku akciju primaoca ili verifikuje za primaoca da je transakcija izvršena, na primer, račun koji je izdala vaša telefonska kompanija zahteva akciju (plaćanje). Primeri akcionih dokumenata su ček o

isplati zarade, profaktura, lista pakovanja u skladištu itd. Izveštaj može sadržavati detaljne informacije o specifičnim transakcijama u nekom periodu vremena ili zbirne informacije o grupnim transakcijama. Izveštaje koriste menadžeri za monitorisanje transakcija.

5. *Obrada korisničkih zahteva* je proces u kojem TPS prima, obrađuje i odgovara na upite menadžera i drugih zaposlenih za izvlačenje podataka iz TPS baze podataka o mekoj transakciji. Odgovori se mogu dobiti u štampanoj formi ili na ekranu monitora.

Ciklični proces transakcije se pravilno ponavlja, pri čemu izlaz jednog ciklusa procesa predstavlja ulaz sledećeg. Blok šema IKT sistema za poslovne transakcije u poređenju sa starijim procesima prikazana je na Slika 3.



Slika 10.3 Informacioni sistem za poslovne transakcije

10.4.3 Informacioni sistem za planiranje resursa

U svim funkcionalnim oblastima lanca vrednosti organizacije uglavnom postoje izolovani i slabo povezani TPS sistemi. *Reinžinjeringom* PIS u organizaciji mogu se integrisati dva ili više sistema za obradu transakcija i kreirati kros-funkcionalni informacioni sistem. Time se može povećati efikasnost i efektivnost poslovnog procesa, smanjiti gubljenje vremena za administrativne poslove i nepotrebne procesa rada. Radni proces se može restruktuirati radi smanjenja troškova i povećanja efektivnosti radnika.

Sistem *Enterprise Resource Planning* (ERP) povezuje TPS podsisteme u jedinstven, integrisan sistem, čime pojednostavljuje i ubrzava celokupni ciklus obrade transakcija kompanije. Tipičan ERP sistem uključuje podsisteme (module) za obradu narudžbenica, kontrolu inventara, obračun prihoda, obračun rashoda, isplatu zarada i opšti završni

račun. Skuplja transakcione podatke iz različitih poslovnih procesa u organizaciji i skladišti podatke u jednu bazu podataka ili repozitorijum (*Data Warehouse*), gde se informacije organizacije konzistentno konsoliduju tako da svi poslovni procesi mogu raditi sa istim objedinjenim skupom podataka. Uloga ERP je poboljšanje slobodnog protoka informacija između različitih delova kompanije, da poboljša servise za kupce i da generalno olakša poslovanje snabdevačima i kupcima. ERP sistem je obično velik i složen i zahteva mnogo vremena i novaca za implementaciju. Organizacija može koristiti ERP sistem za upravljanje lancem snabdevanja. Na tržištu postoji nekoliko glavnih snabdevača ERP sistema – *Oracle*, *SAP* (*System, Applications and Products in Data Processing*, *Peoplesoft*, *Bean* i dr). Nemačka kompanija SAP je najveći snabdevač ERP sistema. Novija istraživanja pokazuju da je prosečna cena jednog ERP sistema oko 15.000.000 $, a dostiže i do 300 miliona dolara.

10.4.4 Automatizovani informacioni sistemi za dizajn i proizvodnju

U lancu vrednosti organizacije za podršku dizajnerskim i proizvodnim poslovnim procesima koriste se dva tipa IKT sistema - CAD (*Computer-Aided Design*) i CAM (*Computer-Aided Manufacturing*). CAD program obezbeđuje 3-D grafički dizajn i kompletno testiranje proizvoda pre njegove fizičke izrade. Omogućava dizajnerima proizvoda i inženjerima da nacrtaju objekte koji čine dizajn. Promena dimenzija i druge modifikacije su brze i lake. Dizajn se može predstaviti u tri dimenzije i rotirati da bi se video iz svake moguće perspektive. CAD program razvija ne samo novi proizvod nego i novi način proizvodnje. Najbolji primer korisnosti upotrebe CAD sistema za dizajniranje proizvoda je dizajn kompletnog Boing 777 aviona, na kojem je radilo preko 5.000 inženjera, na 2.000 radnih stanica i 8 *mainframe* računara.

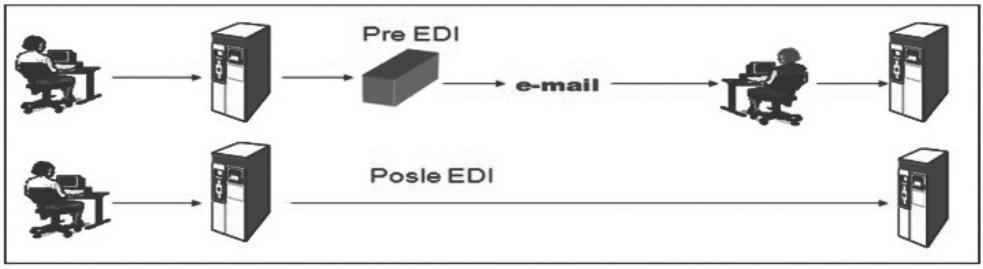
CAM program automatizuje proces proizvodnje, a specifikacije dizajna dobija iz CAD baze podataka. Upravlja specifičnim alatima, mašinama i robotima koji se nalaze u fabrici. Nadgleda globalne fizičke procese proizvodnje. CAM povećava efikasnost proizvodnje uštedom vremena za podešavanje mašina i robota za sledeći proizvodni ciklus. CAM sistem obezbeđuje kratkoročne isporuke na specifične zahteve kupaca, umesto masovne proizvodnje i skladištenja proizvoda. Na primer, *Panasonic* koristi CAD i CAM sisteme za proizvodnju bicikla po zahtevu kupca za svega nekoliko časova.

Koncept kombinovane, integrisane i koordinirane primene CAD i CAM sistema zajedno sa drugim PIS organizacije, osnova je računarski integrisane proizvodnje – CIM (*Computer-Integrated Manufacturing*), koja automatizuje tok informacija između procesa dizajna, proizvodnje i drugih funkcionalnih oblasti organizacije i pojednostavljuje i automatizuje što je moguće više proizvodnih procesa. CIM sistem poboljšava konzistentnost proizvoda, smanjuje otpad u proizvodnji, obezbeđuje tačnije izveštaje i veći ukupan kvalitet i fleksibilnost proizvodnih procesa.

10.4.5 Interorganizacijski informacioni sistemi

Interorganizacijski informacioni sistem (IOS) koristi mrežnu tehnologiju da obezbedi komunikaciju jedne organizacije i njenih dobavljača, potrošača i drugih organizacija. Elektronski razmenjuje poslovne podatke i transakcije sa drugim kompanijama. Razvijena su dva oblika: elektronska razmena podataka i poslovna udruženja

Elektronska razmena podataka – EDI (*Electronic Data Interchange*) je direktna razmena standardizovanih poslovnih dokumenata između računara, kao što su: narudžbenice i fakture između poslovnih partnera, dobavljača i potrošača. Koristi međunarodne standarde za formatiranje podataka (EDIFACT). Omogućava kompanijama razmenu velike količine podataka u realnom vremenu, (Slika 10.4).



Slika 10.4 Princip elektronske razmene podataka

Poslovna udruženja podrazumevaju udruživanje dve ili više kompanija sa komplementarnim proizvodnim programima.

10.4.6 Internacionalni informacioni sistemi

Svaki informacioni sistem koji podržava međunarodne poslovne aktivnosti se zove internacionalni informacioni sistem. Međunarodno poslovno okruženje postavlja nekoliko izazova: višejezičan je i višekulturalan. Učestvuje više država sa različitim zakonskim regulativama u odnosu na privatnost i zaštitu intelektualne svojine. Promenljivi su standardi za telekomunikacione i druge tehnologije i različiti su geografski uslovi, vremenske zone i valute. Svi ti faktori utiču na protok podataka između zemalja, koji se naziva tok podataka preko granice (*transborder data flow)*.

Iako dobra poslovna praksa ima dobre rezultate širom sveta, većina država imaju svoje specifičnosti - neke ne dozvoljavaju distribuciju ličnih podataka zaposlenih izvan zemlje, neke nemaju zadovoljavajuću zakonsku regulativu u vezi softverskih autorskih prava (*software copyright laws*), a neke imaju zastarelu i slabo zastupljenu telekomunikacionu strukturu.

10.5 INFORMACIONE TEHNOLOGIJE I UPRAVLJANJE POSLOVNIM SISTEMOM

10.5.1 Funkcije i uloge menadžera

Upravljanje (menadžment) je skup aktivnosti koji pomaže ljudima da efikasno koriste resurse radi postizanja misije i poslovnih ciljeva organizacije. Menadžeri na različitim nivoima organizacije imaju nekoliko funkcija u organizaciji – planiranje, organizacija, usmeravanje, delegiranje ovlašćenja, motivacija zaposlenih, kontrola i evaluacija poslovnih procesa. Sve menadžerske funkcije su usmerene ka postizanju misije i ciljeva organizacije.

Glavne uloge menadžera su:

- *interpersonalne* za nadzor, ohrabrivanje i motivaciju zaposlenih,
- *informacione* za skupljanje, analizu i distribuciju važnih informacija za organizaciju i
- *odlučivanje* u cilju poboljšavanja poslovnih procesa, reakcije na novi proizvod konkurencije, alokaciju resursa, rešavanje sporova među zaposlenim i sl.; ova uloga je važna u svim menadžerskim ulogama.

Menadžeri koriste IKT sistema i nekoliko metoda za rešavanje različitih tipova zadataka i problema i donošenje odluka u različitim situacijama. Generalno, menadžeri donose struktuirane, polustruktuirane i nestruktuirane odluke, (Tabela 10.1).

Tabela 10.1 Matrica tipova problema i odluka i metoda odlučivanja

Tip odluke	Tip problema	Metodologija
Struktuiran	Ponovljiv, rutinski	Procedure, pravila
Polustruktuiran	Delom struktuiran, delom neuređen („fuzzy“)	Prosuđivanje, procedure
Nestruktuiran	Neuređen, kompleksan	Procena, intuicija

Struktuirane odluke menadžeri donose kad jasno razumeju situaciju i imaju uspostavljene procedure i informacije za rešenje problema. Primer kompleksne struktuirane odluke je izrada semestralnog plana nastave na fakultetu. Polustruktuirane odluke menadžeri donose kada postoje neke neodređenosti o rešavanju problema i menadžer mora lično prosuđivati šta treba odlučiti. Ako postoji više neodređenih faktora u dužem vremenskom periodu menadžeri moraju doneti nestruktuirane odluke sa mnogo ličnih prosuđivanja.

Naravno, svi menadžeri ne donose sva tri tipa odluka. Organizacije obično imaju hijerarhijsku strukturu menadžmenta na svim nivoima. Na svakom nivou menadžeri se suočavaju sa različitim tipovima odluka. U organizaciji tipično postoje tri nivoa upravljanja*: operativni, taktički i strateški*, (Slika 10.5).

Slika 10.5 Hijerarhijska struktura menadžmenta u poslovnim sistemima

Na *operativnom nivou* su menadžeri su operativni menadžeri, supervizori i lideri radnih grupa (timova), koji odlučuju o kratkoročnim planovima proizvodnje u skladu sa finansijskim planom organizacije. Većina odluka na ovom nivou je struktuirano, ali ima i polustruktuiranih odluka.

Menadžeri na *taktičkom nivou* odgovorni su za velike organizacijske jedinice i donose odluke o, na primer, regionu prodaje, otvaranju proizvodnog pogona i Slika Ovi menadžeri tipično prave kratkoročne jednogodišnje planove i prate njihovu realizaciju. Polustruktuirane odluke su uobičajene na ovom nivou.

Na *strateškom nivou* su glavni menadžeri organizacije, odgovorni za dugoročno strateško planiranje i postavljanje poslovnih ciljeva i misije organizacije. Uključuju upravu (bord direktora), izvršne direktore i potpredsednika kompanije. Ovi menadžeri često donose polustruktuirane odluke, na primer, novi poslovni plan, reorganizacija kompanije, formiranje udružene kompanije (*joint venture*) itd. Menadžer na ovom nivou odgovoran za ukupno planiranje IKT sistema u celoj organizaciji, naziva se glavni menadžer informacionih sistema - CIO (*Chief Information Officer*).

Menadžeri na svim nivoima trebaju *kvalitetne informacije* koje odgovaraju njihovim funkcijama, ulogama, nivou upravljanja, tipu odluka koje donose i ličnim karakteristikama. Atributi *kvaliteta* informacija grupišu se u tri dimenzije: *vremena, sadržaja i oblika* (forme). Vremenska dimenzija se odnosi na aktuelnost informacije, sadržaj na tačnost i značaj, a oblik na način i sredstvo prezentacije informacija korisniku, (Tabela 10.2).

Tabela 10.2 Dimenzije i karakteristike atributa kvaliteta informacija

Dimenzija	Karakteristika	Napomena
Vreme	Blagovremenost	Informacija je obezbeđena kada je potrebna.
	Aktuelnost	Informacija je ažurna kada je obezbeđena.
	Učestanost	Informacija je obezbeđena koliko puta je potrebno.
	Period	Informacija je obezbeđena po potrebi za prošli, sadašnji i budući period
Sadržaj	Tačnost	Informacija je bez grešaka.
	Relevantnost	Informacija je korisna za specifičnu situaciju.
	Kompletnost	Svi potrebni podaci u informaciji su obezbeđeni.
	Konzistentnost	Informacija je u skladu sa potrebom**.**
	Obim	Informacija ima po potrebi veći ili manji obim, interno ili eksterno fokusiranje.
	Poverljivost	Informacija je otvorena samo za namenjene korisnike
Oblik	Jasnoća	Informacija je obezbeđena u lako razumljivoj formi.
	Detaljnost	Informacija je obezbeđena sa potrebnim nivoom detalja.
	Redosled	Informacija je aranžirana u potrebnom redosledu.
	Prezentacija	Informacija je predstavljena u narativnom, numeričkom ili grafičkom obliku.
	Medijum	Informacija je prikazana na papiru, video displeju ili drugom mediju.

Menadžer može primiti veliku količinu informacija, koje može filtrirati manipulisanjem dimenzija vremena, sadržaja i oblika na veliki broj načina, tako da informaciju učini rentabilnom i korisnom za datu situaciju

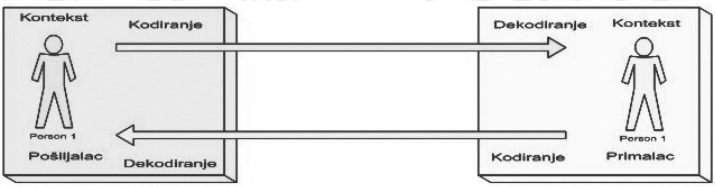
10.5.2 Informacioni sistem za upravljanje

Informacioni sistem za upravljanje - **MIS** *(Management Information System)* daje menadžeru informaciju koja mu je potrebna da bi doneo tipično struktuiranu odluku u odnosu na operativne aktivnosti poslovnog sistema, (Slika 10.6).

Slika 10.6 Tok informacija u PIS za upravljanje

U savremenom globalnom poslovnom okruženju sa težištem na korišćenje Interneta, od presudnog značaja je kvalitetna i potpuna komunikacija između menadžera i drugih učesnika. Menadžeri provode do 90% radnog vremena u komunikaciji sa drugim licima u organizaciji i drugim organizacijama. Deo ovog vremena se gubi zbog neefikasne kolekcije, procesiranja i distribucije informacija.

Komunikacija je društveni proces između ljudi koji razmenjuju ideje i druge poruke kroz neki fizički medijum. U elektronskom okruženju od posebnog značaja je da komunikacija između učesnika u razmeni poruka bude potpuna – kompletirana. To znači da nije dovoljno samo pouzdano predati, preneti i primiti poruku, nego i potpuno *dekodirati* (interpretirati) značenje informacija u poruci, onako kako ih je pošiljalac originalno *kodirao* u toku pripreme poruke za slanje komunikacionim linijama. Naime, da bi se komunikaciona petlja zatvorila, pošiljalac pre predaje poruku mora kodirati u nekoj fizičkoj formi – glas, tekst, grafika, video, animacija itd. Zatim se poruka mora preneti pouzdano kroz komunikacioni kanal – telefonske parice, poštu, e-poštu ili Internet. Na prijemnoj strani, primalac poruke mora poruku primiti, dekodirati je i pravilno razumeti. Ovakva komunikaciona petlja se naziva potpuna ili kompletirana. Aktivnosti komunikacione petlje događaju se u *kontekstu*, koji često nije isti za primaoca i pošiljaoca (Slika 10.7).



Slika 10.7 Konteksti potpune komunikacione petlje

Na primer, mnogi nesporazumi potiču u toku interakcije pojedinca sa različitih nivoa odgovornosti, a drugi između ljudi različitih specijalnosti. Ove grupe imaju različite kontekste (kompetencije i referentne okvire) koji mogu izazvati stvarne komunikacijske probleme.

Informacioni sistemi za poboljšanje procesa komunikacije od posebnog su značaja za podršku upravljanu. Za razumevanje značaja ovih PIS potrebno je razumeti nekoliko važnih faktora: u komunikaciji može učestvovati jedno ili više lica, učesnici mogu biti na istoj ili različitim lokacijama i komunikacija može biti simultana ili vremenski odložena. Broje kombinacije ovih faktora ukazuju na koliko načina se mogu koristiti IKT sistemi za poboljšanje procesa komunikacije među ljudima. Na primer, e-mail se može koristiti za istovremeno slanje jedne poruke na više adresa, mreže velike brzine za otklanjanje velikih kašnjenja između predaje i prijema, videokonferencijskih sistema za kolaboraciju geografski udaljenih timova i poslovne sastanke itd. Dovoljno je da organizacija uspostavi *intranet* mrežu – LAN na bazi Internet tehnologija i standardnog TCP/IP protokola, a zatim otvori svoj intranet za pristup udaljenih saradnika, partnera,

snabdevača, klijenata i drugih uspostavljanjem *ekstranet* mreže u kojoj udaljeni korisnici imaju pristup intranetu organizacije preko bezbednih tzv. VPN (*Virtal Private Network*) kanala, baziranih na protokolima zaštite iz IPSec familije protokola.

U vremenu sve većeg umrežavanja računara, glavni zadatak svih relevantnih učesnika je da integriše sve vrste računara u jedan sistem. Ovaj se pristup često naziva distribuirano računarstvo, a omogućava da PC, radne stanice, mrežni i *mainframe* računari koegzistiraju i međusobno rade komplementarno. Savremeni Internet servisi i bežične komunikacije otvorile su put za mobilnu trgovinu (*M-commerc*), gde menadžer može sa *IPhone* uređaja pomoću web brauzera (npr. *Saphari*) pretraživati intranet mrežu svoje organizacije, koristiti sve njene resurse i dobiti/predati svaku vrstu informacije, bukvalno sa bilo koje lokacije u svetu, bez potrebe da zna gde su informacije i resursi fizički uskladišteni.

Savremene IKT omogućavaju uspostavljanje automatizovane kancelarije, usmeravanjem potencijala IKT pre svega na pojedince, a onda na samu instituciju. Ovakva kancelarija omogućava pojedincima, radnim timovima i organizaciji u celini akviziciju, procesiranje, skladištenje i distribuciju informacija elektronskim putem, a time smanjenje upotrebe papira i štampanja informacija. Za smanjenje toka papira u organizaciji, sve se više koriste sistemi za upravljanje dokumentima – DMS (*Document Management Systems*), koji uključuju digitalizaciju analognih ulaza skeniranjem, skladištenje i izvlačenje papirnih dokumenata iz baze podataka po potrebi.

Informacioni sistemi za podršku odlučivanju - **DSS** (*Decision support systems*) pomažu menadžerima u donošenju polustruktuiranih odluka, kao što su planiranje budžeta, prognoziranje prodaje, razvoj novih proizvoda i sklapanje ugovora, (Slika 10.8).

Slika 10.8 Tok informacija u IS za podršku odlučivanju

Sistemi za podršku grupnom odlučivanju – GDSS (*Group Decision Support Systems*) mogu povećati efikasnost grupnih sastanaka. Fizički, GDSS predstavlja prostoriju opremljenu računarima, bazama podataka i softverom za modelovanje, LAN i Internet konekcijama i velikim projektorom. GDSS takođe sadrži specifične softverske alate za potrebe komunikacije koja podržava razvoj i razmenu ideja, (Slika 10.9).

Slika 10.9 PIS za podršku grupnom odlučivanju

Geografski informacioni sistemi (GIS) predstavljaju poseban oblik DSS dizajniranog za rad sa mapama i drugim geografskim informacijama. Glavne komponente GIS su:

- izrada mapa i softvera za analitičko modelovanje,
- baze podataka koje sadrže slike mapa, geografske i demografske podatke i
- korisnički interfejs koji treba da omogući menadžeru postavljanje odgovarajućeg upita i pregled rezultata na mapi.

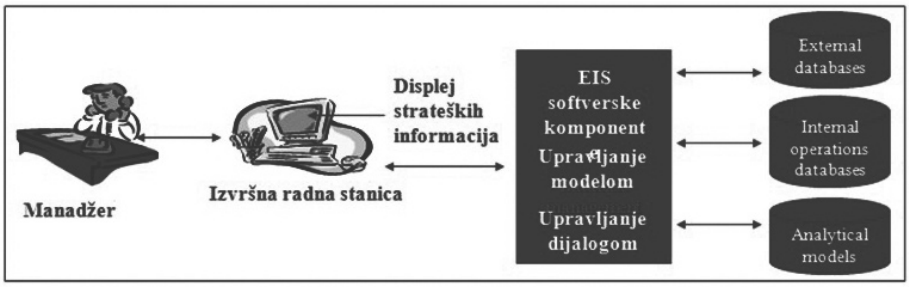
Posebne baze podataka sadrže demografske podatke, podatke o broju zaposlenih i navike potrošača i one mogu biti ugrađene u poslovno orijentisani GIS.

Informacioni sistemi za podršku odlučivanju (DSS) može obezbediti moćan alat za četiri tipa analize:

1. Analizu tipa „šta ako“, gde menadžer postavlja pitanja „šta ako“ i traži odgovore.
2. Analizu osetljivosti, gde menadžer postavlja sekvence pitanja „šta ako“, traži odgovore i posmatra stepen promene u rezultatima.
3. Analizu sa traženjem cilja, gde se posmatraju varijacije rezultata analize osetljivosti i traži željeni rezultat.
4. Optimizaciona analiza, u kojoj se svi rezultati analize osetljivosti stavljaju pod određena ograničenja i traže se najveće i najniže vrednosti, a bira optimalna srednja vrednost. Ovu analizu obezbeđuju alati za tabelarni prikaz (*spredsheet* alati, tipa *Excel*).

10.5.3. Izvršni informacioni sistemi

Menadžeri mogu koristiti izvršni informacioni sistem – **EIS** (*Executive Information System*), koji kombinuje karakteristike **MIS** i **DSS** u podršci glavne menadžerske strukture za donošenje nestruktuiranih odluka. Glavni menadžment koristi EIS za nadgledanje i predviđanje važnih ekonomskih i socijalnih trendova, koji utiču na poslovanje organizacije, (Slika 10.10).



Slika 10.10 Tok informacija u izvršnom informacionom sistemu

EIS sistem ima komponente dizajna slične DSS sistemima, koje obezbeđuju interaktivni pristup važnim infomacijama organizacije, kritičnim za poslovanje. Komponenta za upravljanje dijalogom (interfejs) je skup interaktivnih karakteristika čovek-računar, koji omogućava izvršnom menadžeru izbor potrebnih podsataka i prikazuje ih u brojnim formatima, uključujući zbirne izveštaje i izvode izveštaja kao što su spiskovi, dijagrami, tabele i grafikoni. EIS sistem omogućava funkciju *drill down* (pretraživanje na dole i izvlačenje detaljnih podataka), za izvlačenje detaljnih informacija o dnevnom poslovanju iz svih delova poslovnog sistema.

10.5.4. Perspektivni informacioni sistemi

U ovu kategoriju informacionih sistema mogu se svrstati ekspertni sistemi (**ES**), koji podržavaju donošenje odluka, obezbeđujući menadžeru pristup kompjuterskim bazama ekspertnih znanja. Ekspert je neko ko ima izvanredna znanja i veštine iz neke uske oblasti. ES je dizajniran da zameni proces odlučivanja koji izvršava čovek. Savremeni ekspertni sistemi su zasnovani na dugogodišnjem razvoju veštačke inteligencije, posvećene zameni ljudskih kognitivnih sposobnosti sa nekom mašinom.

Informacioni sistemi obezbeđuju kritične informacije i savete za odlučivanje, ali menadžer uvek ima odgovornost za kvalitet odluke. Kratka uporedna analiza glavnih tipova informacionih sistema za podršku upravljanju i odlučivanju data je u Tabeli 10.3.

Tabela 10.3 Uporedna analiza poslovnih informacionih sistema

Karakteristike DSS	MIS	DSS	EIS	ES
Tip donosioca odluka	Više operativnih menadžera	Pojedinci i male grupe taktičkih menadžera	Individualni strateški menadžer	Individualni strateški, taktički, ili operativni menadžer
Tip problema	Struktuiran	Polu- struk-tuiran	Nestruktuiran	Struktuiran
Tip informacija	Preliminarni izveštaji o internim oper-acijama	Interaktivni upiti i odgovori za specifične probleme	Online pristup internim i eksternim informacijama	Zaključivanje i preporuke za posebni kompleksni problem
Tip upotrebe	Indirektna	Direktna	Direktna	Direktna
Faze donošenja odluka	Skupljanje podataka	Dizajn, izbor	Skupljanje podataka	Implement-acija

10.5.5. Strateški informacioni sistemi

Informacioni sistem koji je presudan za konkurentni uspeh kompanije naziva se *strateški informacioni sistem*. Strateški informascioni sistem može biti neki MIS ili DSS sistemili neki drugi tip informacionog sistema. U Tabeli 10.4 dat je pregled ključnih poslovnih ciljeva koje neki informacioni sistem treba da izvršava, da bi se smatrao strateškim sistemom.

Tabela 10.4 Namena informacionih sistema za strateške ciljeve

1.	Kreiranje *ulazne barijere* (za novi proizvod, teško izvodjiv za konkurenciju), promena troškova, uvođenje novog proizvoda ili servisa
2.	Modifikacija ili poboljšanje proizvoda ili servisa
3.	Poboljšavanje primarnih i aktivnosti za podršku
4.	Usavrašavanje sposobnosti i znanja zaposlenih
5.	Eliminisanje proizvodnog otpada
6.	Korišćenje najbolje prakse rada
7.	Automatizacija rada i poslovnih procesa
8.	Integracija sistema za izvršavanje integrisanih procesa organizacije
9.	Za efikasniju kupovinu raznih proizvoda
10.	Prilagođavanje proizvoda zahtevima kupaca
10.	Poboljšavanje upotrebne vrednosti proizvoda
12.	Olakšavanje procesa održavanja proizvoda

10.6. PLANIRANJE RAZVOJA INFORMACIONIH SISTEMA

Planiranje je proces identifikacije željenog cilja i donošenje odluke o tome šta treba uraditi, ko će to uraditi i kako će se to uraditi da bi se postigao (poslovni) cilj. Planiranje razvoja IKT sistema je glavni zadatak najviše menandžerske strukture. Planiranje razvoja IKT sistema obuhvata sledeće faze:

1. Usklađivanje plana razvoja IKT sa ostalim *strateškim* planovima;
2. Definisanje infrastrukture IKT sistema;
3. Obezbeđivanje resursa potrebnih za funkcionisanje IKT sistema;
4. Planiranje razvoja specifičnih projekata IKT sistema i usklađivanje plana razvoja IKT sistema sa planom celokupnog poslovanja.

Prva faza: *strateško planiranje*

Strateško planiranje obuhvata sledeće korake:

- definisanje uloge (misije) organizacije,
- identifikovanje okruženja, jakih i slabih tačaka organizacije i
- definisanje nastupa organizacije prema konkurenciji.

Organizacije koriste nekoliko pristupa strategiji planiranja da bi bile sigurne da plan razvoja IKT sistema zaista predstavlja njihove poslovne potrebe. Pristup definisanja kritičnog faktora uspeha - CSF (*Critical Success Factor*) identifikuje parametre koji su sa stanovišta glavnog menadžera najvažniji za uspeh posla i u planu razvoja IKT sistema identifikuje podsisteme koji obezbeđuju pristup informacijama o tim kritičnim faktorima uspeha.

Druga faza: *opis IKT infrastrukture*

Ova faza predstavlja opis željenih svojstava strukture IKT sistema organizacije. Opisuje se sav sistemski hardver, softver i telekomunikaciona oprema strukture IKT sistema organizacije, kao i organizaciona struktura i procedure koje utiču na pristup, obradu i korišćenje informacija u organizaciji. Struktura IKT sistema organizacije treba da podrži poslovne operacije, komunikacije, donošenje odluka i konkurentnu strategiju organizacije. Jedan pristup koji koriste mnoge kompanije za definisanje njihove IKT infrastrukture je *sistemska analiza* informacionih potreba organizacije, koja se takođe naziva *enterprise modelovanje***.**

Treća faza: *dodela resursa*

Faza dodele resursa obuhvata procese određivanja projekata IKT sistema u koje treba investirati, donošenja odluka o tome kako koristiti ograničeni budžet, ljudstvo i vreme i proces analize rentabiliteta (*cost-benefit* analize ili studije izvodlji-

vosti) da se odredi da li je projekat IKT sistema koristan i rentabilan, kao i da se uporedi sa drugim ponuđenim projektima IKT sistema.

Četvrta faza: ***planiranje i usaglašavanje razvoja projekta IKT sistema***

Ova faza obuhvata organizaciju niza koraka da bi se postigao cilj projekta u definisano vreme i u skladu sa budžetom. Plan projekta razvoja IKT sistema obuhvata opis merljivih ciljeva projekta koji se koriste za ocenu uspešnosti projekta. Cilj projekta se može odnositi na proces uspostavljanja IKT sistema—završetak projekta do određenog datuma, na primer. Softver za upravljanje projektom *(*npr*. MS ProjectManager)* pomaže koordinaciju, praćenje vremenskih rokova i praćenje složenih projekata. Alat *Gantogram* (*Gantt chart***)** vizuelno prikazuje vremenski dijagram toka aktivnosti projekta.

10.7 LIČNA I DRUŠTVENA ODGOVORNOST U INFORMACIONOM DOBU

Socijalna odgovornost se odnosi na *pravna* i *etička* pitanja korišćenja IKT sistema. Informacioni radnici se suočavaju sa mnogim situacijama u kojima moraju doneti odluke etičke i pravne prirode, kao što su:

- pregled e-mail poruka članova projekta ili podređenih u organizaciji,
- donošenje odluka o prodaji *mailing* liste potrošača drugim kompanijama,
- upotreba *browser*-a za e-kupovinu u radno vreme,
- učestvovanje u implementaciji sistema (automatizacije) zbog čije upotrebe će neko izgubiti posao i sl.

Kompanija je obavezna da se na odgovarajući način ophodi prema svojim zaposlenim, da im obezbedi odgovarajuće uslove rada, zaštitu privatnosti, platu i kontinuitet posla. U skladu sa tim, socijalno odgovorne kompanije mogu obezbediti etičko stabilno i predvidljivo radno okruženje uspostavom procedura koje se nazivaju etičkim kodeksom, a koje štite radnike na poslovima u IKT sistemu. U brojnim državama u svetu nije rešen problem zaštite privatnosti zaposlenih i pored donošenja *Zakona o zaštiti privatnosti*, zbog sukoba interesa zaposlenih i poslodavaca - vlasnika sistema.

10.8 ZAKLJUČAK

Sistem je skup međusobno povezanih delova koji rade zajedno da bi postigli odgovarajući cilj, obavljajući tri osnovne funkcije: prihvat ulaza, obradu i generisanje izlaza. Sistem može da bude podsistem drugog sistema i može međusobno reagovati sa drugim sistemima u svom okruženju. Poslovne organizacije se takođe mogu posmatrati kao sistemi. Informacioni sistem, kao podsistem veće poslovne organizacije, je skup međusobno povezanih delova koji funkcionišu zajedno u proizvodnji, distribuciji i korišćenju informacionih proizvoda. Komunikacija među organizacijama je unapređena elektronskom razmenom podataka

Menadžeri imaju složen posao koji uključuju funkcije i uloge koje zahtevaju komunikaciju i donošenje odluka. Jedna organizacija ima tri nivoa menadžmenta: operativni, taktički i strategijski. Menadžer koristi informacioni sistem menadžmenta da donese struktuiranu odluku na operativnom nivou organizacije. Menadžer koristi sistem za podršku u odlučivanju (DSS) da donese polustruktuiranu odluku na taktičkom nivou u organizaciji.

Sistem za podršku u grupnom odlučivanju (GDSS) se koristi da omogući lakše donošenje odluka timova. Geografski informacioni sistem (GIS) obezbeđuje podršku kod donošenja odluka koje su povezane sa mapama i demografskim i drugim informacijama.

Menadžeri koriste izvršni informacioni sistem za donošenje odluka na strateškom nivou u nekoj organizaciji. Strategijski informacioni sistema je bilo koji informacioni sistem koji je presudan za konkurentan uspeh kompanije.

Organizacija tipično kreira okviran plan pre razvoja određenog IKT sistema. *Planiranje* je proces identifikacije željenog cilja i donošenje odluke o tome šta treba uraditi, ko će to uraditi i kako će se to uraditi da bi se postigao (poslovni) cilj.

Planiranje razvoja IKT sistema obuhvata četiri sledeće faze: usklađivanje plana razvoja IKT sa ostalim *strateškim* poslovnim planovima organizacije, definisanje infrastrukture IKT sistema, obezbeđivanje resursa potrebnih za funkcionisanje IKT sistema i planiranje razvoja specifičnih projekata IKT sistema i usklađivanje plana razvoja IKT sistema sa planom celokupnog poslovanja.

Organizacija koja koristi poslovni IKT sistem i individualni korisnici sistema imaju odgovornosti koje se odnose na pravna i etička pitanja upotrebe IKT sistema.

10.9 KLJUČNI TERMINI

Computer-Aided Design -CAD (kompjuterski podržan dizajn) - program koji obezbeđuje 3-D grafički dizajn i kompletno testiranje proizvoda pre njegove fizičke izrade i omogućava dizajnerima proizvoda i inženjerima da nacrtaju objekte koji čine dizajn.

Computer-Aided Manufacturing - **CAM** (kompjuterski podržana proizvodnja) - povećava efikasnost proizvodnje uštedom vremena za podešavanje mašina i robota za sledeći proizvodni ciklus; obezbeđuje kratkoročne isporuke na specifične zahteve kupaca, umesto masovne proizvodnje i skladištenja proizvoda.

Computer-Integrated Manufacturing - CIM (kompjuterski integrisana proizvodnja) - kombinacija CAD i CAM koja automatizuje tok informacija između procesa dizajna, proizvodnje i drugih funkcionalnih oblasti organizacije i pojednostavljuje i automatizuje što je moguće više proizvodnih procesa.

DMS (*Document Managament Systems*) – sistem koji uključuje digitalizaciju analognih ulaza skeniranjem, skladištenje i izvlačenje papirnih dokumenata iz baze podataka po potrebi.

Electronic Data Interchange – **EDI** (Elektronska razmena podataka) - direktna razmena standardizovanih poslovnih dokumenata između računara, kao što su narudžbenice i fakture između poslovnih partnera, dobavljača i potrošača.

Enterprise Resource Planning - **ERP** (PIS za podršku ukupnog poslovanja) - povezuje podsisteme za procesiranje transakcija (TPS) u jedinstven, integrisan sistem, čime pojednostavljuje i ubrzava celokupni ciklus obrade transakcija kompanije.

Geographic Information Systems-GIS (Geografski informacioni sistemi) - predstavljaju poseban oblik DSS dizajniranog za rad sa mapama i drugim geografskim informacijama.

Information System (Informacioni sistem) - podsistem poslovnog sistema, koji obezbeđuje informacije potrebne drugim poslovnim procesima u okviru kompanije, obavlja ulazne operacije, obradu i izlazne operacije, sadrži povratnu spregu i kontrolne funkcije, a uključuje hardverske, softverske i komunikacione komponente i ljude koji koriste informacije i informacione tehnologije za obavljanje poslovnih procesa.

Decision Support Systems - **DSS** (Informacioni sistemi za podršku odlučivanju) – sistemi koji pomažu menadžerima u donošenju polustruktuiranih odluka, kao što su planiranje budžeta, prognoziranje prodaje, razvoj novih proizvoda i sklapanje ugovora.

Executive Information System - EIS (Izvršni informacioni sistem) - kombinuje karakteristike **MIS** i **DSS** u podršci glavne menadžerske strukture za donošenje nestruktuiranih odluka.

Critical Success Factor - CSF (Kritični faktor uspeha) - identifikuje parametre koji su sa stanovišta glavnog menadžera najvažniji za uspeh posla; u planu razvoja IKT sistema identifikuje podsisteme koji obezbeđuju pristup informacijama o tim kritičnim faktorima uspeha.

Menagament Information System- MIS (Informacioni sistem za upravljanje) - daje menadžeru informaciju koja mu je potrebna da bi doneo tipično struktuiranu odluku u odnosu na operativne aktivnosti poslovnog sistema.

Value chain model (Model lanca vrednosti) - (*Michael E. Porter*) omogućava jedan od načina da se opiše organizacija kao poslovni sistem, prema kojem organizacija radi proizvodnje i pružanja usluga korisnicima obavlja niz primarnih i pomoćnih aktivnosti za podršku izvršavanja primarnih aktivnosti.

Moor law (Moore -ov zakon) - svakih 18 meseci udvostručava se broj elemenata u procesoru po istoj ceni), princip ljudožderstva (nove tehnologije gutaju stare) i lični **(***Grove***)** zakon – dupliranje kapaciteta i brzine komunikacija svakih 10 gidina i stalno istraživanje raznih uticaja na računarsku industriju.

Organizacija (kompanija, firma) - sistem čija je uloga proizvodnja i/ili pružanje usluga potrošačima.

Poslovni IKT sistem - IKT sistem poslovnog sistema ili poslovni informacioni sistem (PIS), koji je sastavni deo poslovnog sistema.

System (Sistem) - skup međusobno povezanih objekata sa međusobnim vezama i vezama sa okruženjem, povratnom spregom i kontrolom, koji rade zajedno izvršavajući neke procese radi postizanja zajedničkog cilja.

Group Decision Support Systems – GDSS (**Sistemi za podršku grupnom odlučivanju**) - mogu povećati efikasnost grupnih sastanaka. Fizički, GDSS predstavlja prostoriju opremljenu računarima, bazama podataka i softverom za modelovanje, LAN i Internet konekcijama i velikim projektorom.

Transaction (Transakcija) - događaj koji se pojavljuje u bilo kojoj primarnoj aktivnosti kompanije.

PITANJA ZA PONAVLJANJE

- ☑ Navedite najpotpuniju definiciju *Informacionog sistema*?
- ☑ Šta obezbeđuje model lanca vrednosti poslovne organizacije?
- ☑ Navedite primarne aktivnosti u vrednosnom lancu organizacije?
- ☑ Navedite pomoćne aktivnosti u vrednosnom lancu organizacije?
- ☑ Definišite poslovni proces?
- ☑ Šta je informacija?
- ☑ U poslovnom informacionom sistemu informacione tehnologije vrše sledeće glavne funkcije:
- ☑ Definišite informacioni sistem za obradu transakcija.
- ☑ Koje korake obuhvata obrada transakcije?
- ☑ Koji PIS podržava celokupni ciklus obrade transakcija kompanije, povezuje, pojednostavljuje, ubrzava i poboljšava slobodni protok informacija između različitih delova kompanije?
- ☑ Koji PIS obezbeđuje elektronsku razmenu poslovnih podataka i transakcija sa drugim kompanijama, komunikaciju organizacije i njenih dobavljača, potrošača i drugih organizacija?
- ☑ Šta označava skraćenica “EDI”?
- ☑ Definišite procedure i pravila?
- ☑ Šta označava skraćenica “GIS”?
- ☑ Od čega zavisi proces razvoja poslovnih informacionih sistema i koje faze obuhvata?
- ☑ Koje su obaveza kompanije prema svojim zaposlenim u PIS, i kojim dokumentom su obuhvaćene?

11. ELEKTRONSKO POSLOVANJE

Usvajanjem gradiva iz ovog poglavlja studenti će razumeti glavne faze razvoja i razlike koncepata e-poslovanja i e-trgovine, poslovne modele i koncepte e-trgovine, ulogu i značaj razvoja internet tehnologija i web-a, koncepte marketinga i markentiških komunikacija i potrebu bolje zaštite web servisa.

11.1. UVOD

Elektronsko poslovanje (e-poslovanje), elektronska trgovina (e-trgovina), elektronsko bankarstvo i drugi oblici elektronskih transakcija koriste zajednički segment Internet tehnologija - intranet i ekstranet mreže i servise, koji su odlučujući faktor za iskorak organizacije iz okvira elektronskog poslovanja u granicama same organizacije na otvoreno i neograničeno elektronsko tržište preko Interneta umreženih korisnika u celom svetu.

Na razvoj svih oblika elektronskih transakcija, odlučujuće je uticao razvoj Internet tehnologija i svetske mreže (weba) sa gotovo neograničenim *mogućnostima izbora, pogodnostima pristupa i konkurencijom cena ponuda svake vrste.* Poseban porast imaju svi oblici e-trgovine. Razvijene su jedinstvene tehnologije, modeli trgovine, markentiški modeli, modeli komunikacija i plaćanja u oblasti e-trgovine.

Uporedo sa razvojem korisnih elektronskih servisa na Internetu i web-u, rastu i brojne zloupotrebe i napadi na elektronske servise, podatke i informacije. Značajno je povećana potreba za zaštitom svih vrsta e-transakcija na web-u preko globalne komuniacione Internet mreže.

11.2. RAZVOJ ELEKTRONSKOG POSLOVANJA I ELEKTRONSKE TRGOVINE

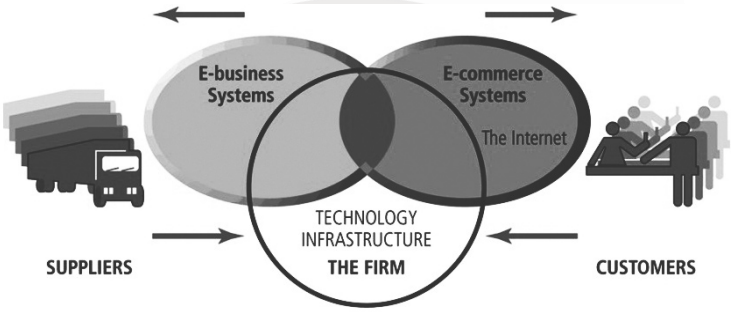
Brojni autori tvrde da e-trgovina obuhvata ceo svet elektronski baziranih aktivnosti organizacija koje podržavaju razmenu na tržištu, uključujući cele IKT sisteme organizacija, a drugi da e-poslovanje obuhvata sve elektronski bazirane aktivnosti, uključujući i e-trgovinu. Iako oba koncepta imaju podjednako prihvatljive argumente, potrebno ih je razlikovati, pošto postoje razlike između ta dva fenomena.

Elektronsko poslovanje (*e-busines*) su digitalno omogućene transakcije i procesi u okviru jedne organizacije uz pomoć i pod kontrolom njenog informacionog sistema. E-poslovanje ne obuhvata komercijalne transakcije izvan granica organizacije gde se vrši razmena vrednosti.

Elektronska trgovina (*Electronic Commerce* ili *e-Commerce*) je razmena poslovnih informacija, održavanje poslovnih veza i vođenje poslovnih transakcija između različitih organizacija putem telekomunikacionih mreža i predstavlja nešto više od skupa Internet tehnologija. E-trgovina je kupovina i prodaja informacija, proizvoda i usluga putem računarske mreže i podrška za bilo koju vrstu poslovnih transakcija putem digitalne infrastrukture. Omogućava digitalno omogućene komercijalne transakcije između or-

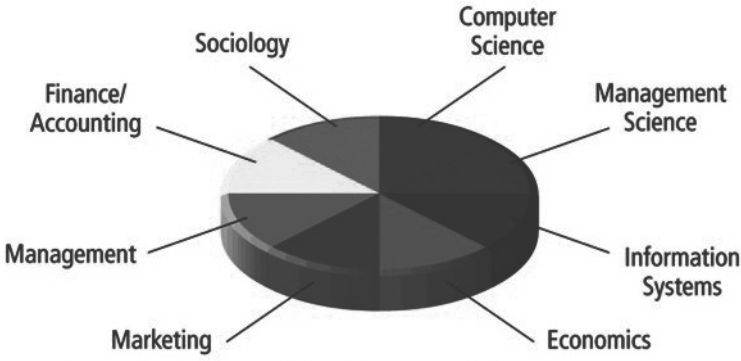
ganizcija (B2B), organizacija i pojedinaca (B2C), između pojdinaca (C2C), organizacija i vladinih agencija (B2G), vladinih agencija (G2G) itd. Digitalno omogućene transakcije obuhvataju sve transakcije zasnovane na digtalnoj tehnologiji računara, računarskih mreža i Interneta. Komercijalne transakcije se odnose na razmenu novčane vrednosti između organizacija, ili individualnih granica poslovnih sistema u zamenu za proizvode i/ili servise.

Često se e-trgovina poistovećuje sa e-poslovanjem, što suštinski nije tačno iako je u krajnjem slučaju i e-trgovina samo jedan vid e-poslovanja. E-trgovina i e-poslovanje preklapaju se na granici poslovnog sistema organizacije u tački u kojoj se, na primer, interni sistem organizacije povezuje sa snabdevačima i kupcima. Aplikacije e-poslovasnja prelaze u e-trgovinu kada se vrši razmena vrednosti, (Slika 11.1).



Slika 11.1 Razlike između e-poslovanja i e-trgovine

U oblast e-trgovine uključene su brojne naučne discipline kao što su ekonomija, informacioni sistemi, menadžment, računarstvo, sociologija, računovodstvo i finansije, menadžment tržišta i marketing (Slika 11.2)



Slika 11.2 Discipline uključene u oblast e-trgovine

Brojni faktori u razvoju Internet tehnologija i *web*-a uticali su na razvoj tehnologija e-trgovine, ali su presudna četiri ključna razloga za kupovinu preko web-a:

- *mogućnost selekcije* iz obilja ponuda (preko 2 miliona naslova,2005) od reklama do proizvoda i zabavnih sadržaja,
- *pogodnost* pristupa izabranom sadržaju bez obzira gde se kupac nalazi i u koje vreme zahteva kupovinu i
- *cena*, koju velika konkurencija na otvorenom e-tržištu, veliki popusti i druge povlastice na pojedinim artiklima (npr. bestselerima) mogu učiniti prihvatljivom za brojne kategorije online kupaca

Svi navedeni faktori doveli su do razvoja jedinstvene *tehnologije e-trgovine*, koja ima sedam ključnih dimenzija:

1. *Sveprisutnost:* Internet/web dostupan od kuće, sa posla bilo odakle.
2. *Globalna dostupnost:* prelazi nacionalne granice.
3. *Univerzalni standardi:* rad zasnovan na setu Internet standarda omogućava razmenu transakcija preko web-a.
4. *Informaciona bogatstvo:* video, audio, tekst itd.
5. *Interaktivnost:* omogućava interaktivni rad sa korisnikom/kupcem.
6. *Informaciona gustina:* bogatstvo informacija na web-u smanjuje troškove informacija i povećava kvalitet.
7. *Personalizacija/kastomizacija:* omogućava da se poruke personalizuju za slanje pojedincu/grupi.

Ove dimenzije tehnologije e-trgovine značajno utiču na ukupno poslovanje organizacije, a svaka specifično na oblast e-trgovine.

Sveprisutnost: Tržište se proširuje izvan tradicionalnih granica i pomera sa privremenih i geografskih lokacija. Kreira se novi "prostor za trgovinu"- e-tržište, a kupovina se može izvršiti sa bilo gog mesta i bilo gde. su Povećane su pogodnosti za kupce, a troškovi kupovine smanjeni. Dolazi do promene industrijske strukture kreiranjem novih tržišnih kanala i proširivanjem veličine ukupnog tržišta. Takođe, se povećava ukupna efikasnost i smanjuju cene troškova prodaje. Stvaraju se mogućnosti za razvoj nove strategije diferencijacije.

Globalna dostupnost : Trgovina je omogućena kroz gotovo sve kulturološke i nacionalne granice nesmetano i bez modifikacija. E-tržište uključuje potencijalno milijardu kupaca i milione poslova širom sveta. Dolazi do promena industrijske strukture smanjivanjem barijera za ulazak na tržište uz njegovo istovremeno znatno proširivanje. Smanjuju se troškovi industrijske proizvodnje i poslovanja povećanjem efikasnosti proizvodnje i prodaje. Omogućava se veća konkurencija na tržištu globalnih razmera.

Univerzalni standardi : Postoji jedinstven skup standarda tehničkih medija usvojen širom sveta, koji omogućava interaktivni rad na globalnoj svetskoj mreži - Internetu. Dovode do promena industrijske strukture u pogledu smanjivanja barijera za ulazak na tržište, povećanja konkurencije unutar jedne industrijske grane i diferencijacije strategije prodaje. Smanjuju se troškovi industrijske proizvodnje i ukupnog poslovanja snižavanjem komunikacionih i računarskih troškova i omogućava delovanje široke strategije.

Informaciono bogatstvo: Video, audio i tekstualni sadržaji za marketing su integrisani u jednu marketinšku poruku i jedinstveno potrošačko iskustvo. Dovodi do promena industrijske strukture redukovanjem jačine uticaja snažnih distribucionih kanala na efekte trgovine. Dolazi do promene troškova industrijskog i kompanijskog poslovanja smanjivanjem potrebe za radom klasičnih prodavaca. Poboljšava se strategija podrške nakon obavljene prodaje.

Interaktivnost: Potrošači su angažovani u dijalogu koji dinamički prilagođava iskustvu pojedinca i čini ga saučesnikom u procesu isporuke robe na tržište. Dovodi do promene industrijske strukture redukovanjem rizika od zamene prodatog proizvoda kroz veće prilagođavanje potrebama kupca/grupe kupaca -poboljšanje personalizacija *(kastomizacije)*. Smanjuje troškove industrijskog i kompanijskog poslovanja smanjivanjem potrebe za rad klasičnih prodavaca i omogućava nove diferencijalne strategije.

Personalizacija (kastomizacija): Personalizacija markentiških poruka i proizvoda zasniva se na njihovom prilagođavanju individualnim potrebama i karakteristikama kupaca/grupe kupaca. Dovodi do promene industrijske strukture redukovanjem rizika od zamene prodatog proizvoda i smanjenjem barijera za ulazak na tržište. Takođe, smanjuje vrednosti troškova lanaca snabdevanja u industriji i prodaji smanjivanjem potrebe za radnom snagom klasičnih prodavaca.

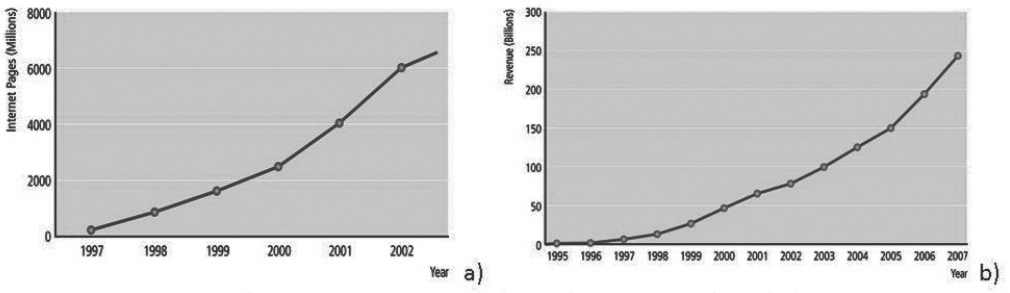
Informaciona gustina: Dovodi do promena industrijske strukture slabljenjem značaja snažnih distribucionih i prodajnih kanala, pomeranjem pregovaračke snage direktno na kupce. Dolazi do redukovanja industrijskih i kompanijskih troškova snižavanjem troškova pristupa, obrade i distribucije informacija o dobavljačima i potrošačima.

Kratka istorija ključnih tačaka razvoja e-trgovine prikazana je u Tabeli 1.

Tabela 1. Kratka istorija razvoja e-trgovine

Kompanija/tehnološko rešenje	Ključni rezultati
Baxter Healthcare, SAD	Primitivna forma B2B upotrbom telefonskog modema u bolncama za naručivanje materijala (ranih 1970-tih); PC-zasnovani sistemi za daljinske porudžbine (1980-tih).
Electronic Data Interchange (EDI)	EDIFACT standard razvijen sa ciljem razmene komercijalnih dokumenata i obavljanje transakcija preko privatnih mreža (1980-tih).
French Minitel videotext system, (Francuska)	Kombinacija telefona i 8" ekrana u funkciji prve B2C arene (1981); u upotrebi 15 miliona aplikacija plaćanja sa telefonskim računom za kupovinu karata, putovanje, maloprodaju, bankarske usluge.
World Wide Web	Razvijen prvi pretraživač (*browser*) 1993, a prvi reklamni baner (*banner ads*) emitovan 1995.

Na razvoj e-trgovine presudno je uticao fenomen umrežavanja PC računara i rast Interneta, web-a. Internet je formiran u kasnim 1960-tim. Danas povezuje više od 500 miliona računara širom sveta. Povezuje preduzeća, obrazovne institucije, vladine agencije, pojedince itd. Internet pruža brojne servise, kao što su: e-pošta, transfer dokumenata (FTP), čet i novinske grupe (*newsgroups*), e-prodaja, istraživanje, muzika, video, vesti itd. Internet doživljava izuzetno brz razvoj. Internet Hostovi (računari, radne stanice, serveri) sa domenskim imenom rastu sa stopom od 50% godišnje (70 miliona u 2000., 170 miliona u 2003.). U poređenju sa uvođenjem ranijih tehnologija u svakodnevni život, potrebno vreme za prihvatanje Interneta je znatno kraće. Tako je u SAD vreme potrebno da 30% domaćinstava redovno koristi radio bilo je 38 godina, televizije - 17 godina, a Interneta i Weba svega 8 godina (1993-2001). Rast razvoja Interneta i raznovrsnih sadržaja na webu prikazan je na Slici 11.3.

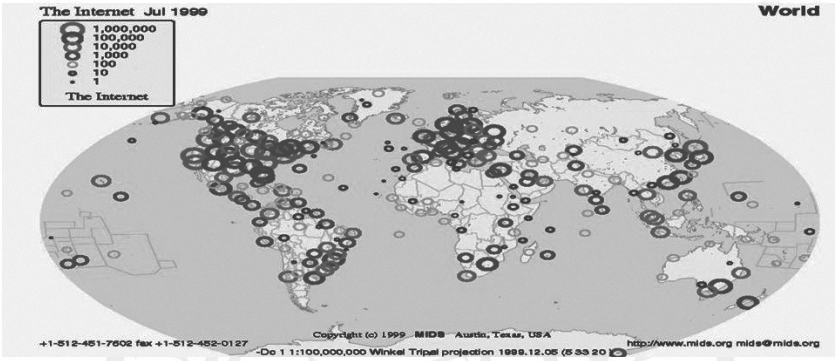


Slika 11.3 Rast Interneta (a) i sadržaja na Web-u (b)

11.3 TEHNOLOŠKA INFRASTRUKTURA E-TRGOVINE

Od nastanka *World Wide Web*-a i početka upotrebe Interneta u komercijalne svrhe ranih 1990-tih, e-trgovina se dominantno zasniva na Internet tehnologiji. E-trgovina se u tom smislu razvijala u dve ključne faze.

U 1. fazi razvoja e-trgovine pojavile su se tzv. *dot com* (*.com*) kompanije. Razvojem Interneta (Slika 11.4) rastao je broj *.com* kompanija.



Slika 11.4 Razvoj Interneta sredinom 1999-te

Web servis svoju popularnost u velikoj meri duguje svom modularnom i otvorenom dizajnu. Modularnost ovog servisa se ogleda u razdvajanju jedne relativno kompleksne arhitekture na jednostavnije osnovne komponente:

1. protokol kojim se servis distribuira (HTTP),
2. format dokumenata kojima se sadržaj servisa distribuira (HTML),
3. server (Web ili HTTP server),
4. klijent (Web pretraživač)
5. adresa dokumenta/resursa (URI/URL).

HTTP (*Hyper Text Transfer Protokol*) je osnovni protokol za distribuciju sadržaja na Web-u i to za prenos zahteva za HTML dokumentima od klijenta ka serveru i prenos sadržaja HTML dokumenata od servera ka klijentu. HTTP je protokol aplikativnog nivoa, koji ne definiše stanje konekcije (eng. stateless), što znači da server ne čuva informacije o klijentu nakon obrade klijentskog zahteva tj. da se za svaki novi zahtev (od istog klijenta ka istom serveru, čak i istom resursu) ostvaruje potpuno nova veza. Problem je delimično rešen uvođenjem tzv. kolačića (eng. *cookie*), a postoje i alternativni načini rešavanja kod dinamičkih stranica. Drugi glavni problem kod HTTP protokola je ne posedovanje nikakvih sistema zaštite podataka koji se njime prenose. Ovaj problem je rešen uvođenjem HTTPS protokola (*Secured HTTP*).

HTML (*Hyper Text Markup Language*) je jezik iz porodice jezika za označavanje (*Markup Language*). Jezici za označavanje se ponekad svrstavaju u programske jezike što je pogrešno. Uloga jezika za označavanje je da označe delove dokumenta.

Osnovna uloga Web servera (nekad se naziva i HTTP serverom) je da osluškuje na portu 80, podrazumevanom za HTTP protokol, na dobijeni zahtev pronađe traženi dokument u lokalnom skladištu dokumenata i njegov sadržaj pošalje klijentu ili, u slučaju da traženi dokument ne postoji, klijentu pošalje poruku o grešci.

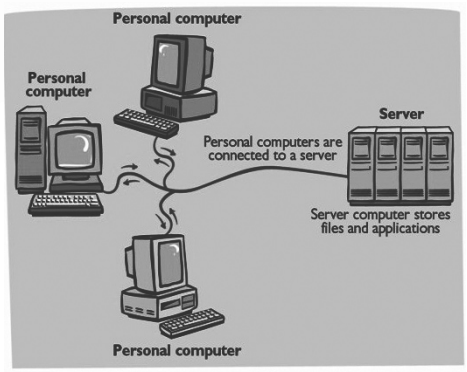
Osnovna uloga Web pretraživača (eng. *Web browser, User Agent*) je da korisničke zahteve za HTML dokumentima i ostalim resursima prevodi u instrukcije HTTP protokola, šalje HTTP zahteve, prihvata HTML dokumente i prezentuje ih korisnicima. Pre samog slanja HTTP zahteva, Web pretraživač ima zadatak da dekomponuje URL i u skladu sa rezultatom formira zahtev.

Uniform Resource Identifier (URI) predstavlja skup karaktera (slova, brojeva i specijalnih znakova) koji služi za identifikovanje resursa. Cilj identifikovanja je mogućnost pristupa svakom od resursa na mreži. *Uniform Resource Locator* (URL) je podskup URI-a i njegov zadatak je, osim identifikovanja, opis akcije koju treba izvršiti nad resursom.

Internet i Web su samo dve od brojnih tehnologija, ali utiču najznačajnije na e-trgovanje. Ostale tehnologije obezbeđuju uspostavljanje poslovnih modela i strategije e-trgovine. Eksplozivni početni rast e-trgovine početkom '90-tih smenjuje zastoj u usponu, a zatim sledi period dugoročno uspešne i stabilne eksploatacije. Razvoj e-trgovine je usko povezan za razvoj Internet tehnologija.

11.3.1 Uticaj Interneta na razvoj e-trgovine

Na bazi Internet tehnologija organizacije uspostavljaju interne lokalne mreže u granicama poslovnog sistema, tzv. *intranet* mreže. Intranet je interni IKT sistem zasnovan na Internet klijent/server arhitekturi (Slika 11.5) između zaposlenih pojedinaca i pojedinih sektora organizacije. Intranet mreža je prvi korak u razvoju infrastrukture za e-poslovanje u organizaciji.



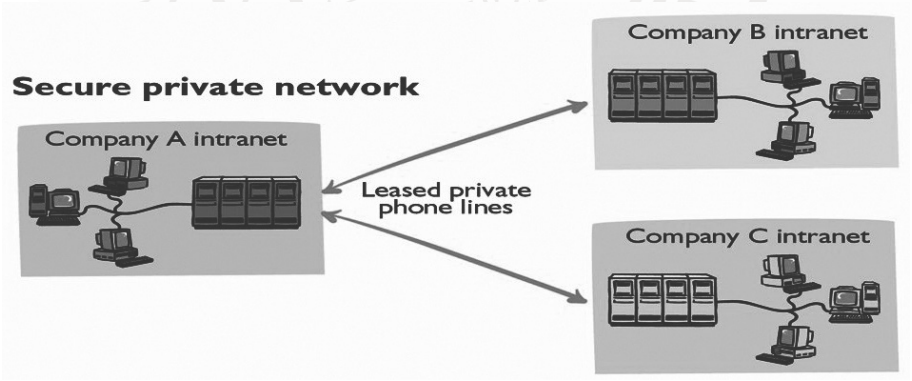
Slika 11.5 Lokalna računarska mreža klijent-server tipa

Ključne karakteristike B2E (*Business to Employee*) *intraneta* čine *fizičke komponente* i *informacioni sadržaj*.

Fizičku infrastrukturu *intraneta* čine: mrežna infrastruktura (LAN, MAN, WAN), bar jedan računar sa instaliranim serverskim programom (uključujući TCP/IP protokol) i dodatni računari sa klijentskim programom (uključujući TCP/IP protokol i Web pretraživač). Rad zaposlenih putem *intraneta* povećava efikasnost, smanjuje troškove poslovanja sa papirima i povećava brzinu zanavljanja informacija. Intranet takođe obuhvata programski *Firewall* – logičku mrežnu barijeru za zaštitu intranet mreže od pristupa neautorizovanih korisnika iz drugih mreža ili organizacija i neovlašćeno korišćenje Interneta od strane zaposlenih, zatim program za identifikaciju i autentifikaciju korisnika (npr. *proxy* ili autentifikacioni server), program za šifrovanje podataka i antivirusni program za zaštitu intraneta od virusa, drugih malicioznih programa i hakera sa Interneta.

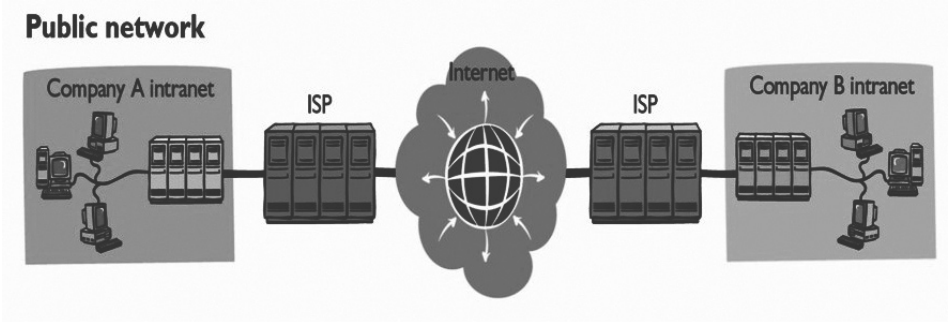
Ekstranet organizacije je računarska mreža organizacije Internet tipa koja omogućava pristup legalnih udaljenih korisnika. *Ekstranet* je privatni inter-organizacijski informacioni sistem koji povezuje intranet dve ili više kompanija u poslovno udruženje. Poznat je kao prošireni intranet, ima važnu ulogu u opštoj poslovnoj strategiji mnogih kompanija i omogućava im da izgrade udruženja sa dobaljačima i drugim organizacijama na međunarodnom nivou. Ekstranet mreža u celini tehnološki podržava sve zahteve e-trgovine. Organizacije mogu uspostaviti extranet na jedan od tri moguća načina:

Bezbedna privatna mreža (*Secure private network*) koja fizički povezuje više intranet mreža preko iznajmljenih telefonskih linija, (Slika 11.6).



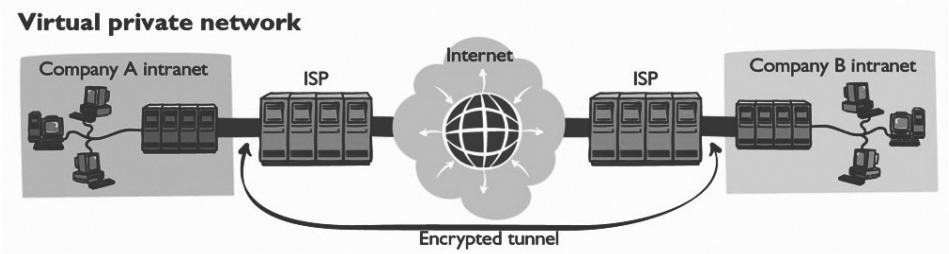
Slika 11.6 Ekstranet mreža na bazi bezbedne privatne mreže

Javna mreža, koja koristi javne komunikacione mreže kao što su javni servisi telekomunikacionih mreža (*Public Switched Telecommunication Network*) ili Internet, (Slika 11.7).



Slika 11.7 Ekstranet mreža na bazi javne mreže i Interneta

Virtuelna privatna mreža - VPN (*Virtual Private Network***)** koriste javne mreže sa zaštićenim protokolima (IPSec, SSL) koji obezbeđuju siguran „tunel" za povezivanje intraneta poslovnih partnera. Kada je Internet javna mreža koja se koristi, extranet se naziva ***Internet VPN,*** (Slika 11.8).



Slika 11.8 Ekstranet mreža na bazi VPN mreže i Interneta

Dobre strane upotrebe *ekstraneta* je povećanje brzine B2B transakcija, smanjenje grešaka u međukompanijskim transakcijama, smanjenje telekomunikacionih troškova, povećanje obima poslovanja sa partnerima, razmena poslovnih dokumenata, provera stanja i porudžbine od dobavljača i saradnja sa poslovnim partnerima na zajedničkim projektima.

11.3.2. Neki tehnički zahtevi za E-trgovinu

Generalno, poslovni informacioni sistem tipa intraneta i ekstraneta zadovoljava sve hardverske i sistemske programske potrebe IKT sistema za e-trgovinu. Ipak, postoje specifični zahtevi za aplikativne programe. Ključni zahtevi za aplikativne programe za e-trgovinu su da obezbeđuju sledeće servise:

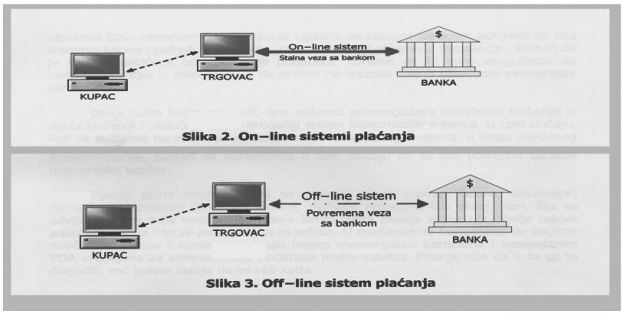
- ***Kataloški prikaz*** za pronalaženje i dostavljanje poslovnih informacija;
- ***Usluge na zahtev kupca***, npr. sposobnost pravljenja spiska predmeta koje je kupac selektovao za porudžbinu i
- ***Obradu transakcija,*** *tj.* obavljanje tipičnih proračuna pri transakcijama kao što je dodavanje poreza na cenu i troškova dostave.

Tipičan primer prozora web lokacije za e-trgovinu prikazan je na Slici 11.9.

Slika 11.9 Primer web lokacije za e-trgovinu

11.3.2.1 Digitalni (elektronski) novac

Novac je sve ono što je opšte prihvaćeno kao medijum za razmenu dobara, merilo vrednosti roba i sredstvo za plaćanje roba i usluga. Novac ima tri osnovne funkcije i to kao: *sredstvo razmene*, *jedinica za računanje* i *skladište vrednosti*. Novac u elektonskom okruženju ili e*lektronski novac* definiše se kao specifična *„monetarna informacija”* koja se putem digitalnih signala prenosi u „realnom vremenu” između učesnika u transakciji koji obavljaju plaćanje. Elektronski novac je virtualan, ne poznaje geografske granice i može se praktično u trenutku prebaciti na velike udaljenosti. U sistemu e-trgovine e-novac zamenjuje plaćanje gotovinom i čekom. Primeri *online* plaćanje elektronskim novcem i *offline* modela fizičkog plaćanja gotovino ili čekom prikazani su na Slici 11.10.



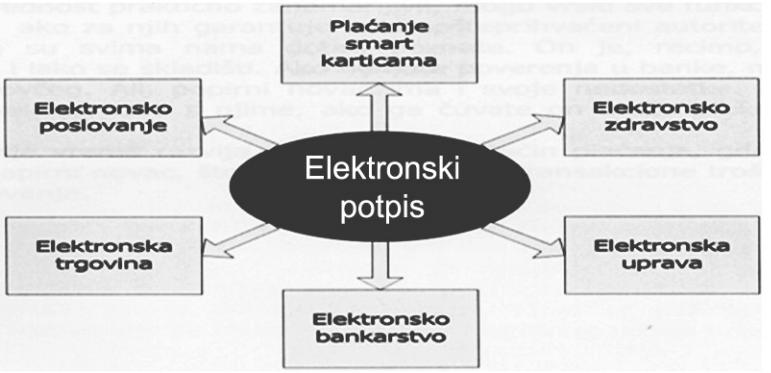
Slika 11.10 Primeri *online* i *offline* sistema plaćanja

11.3.2.2. Bezbednost elektronske transakcije

Poslovanje na Internetu donosi velike prednosti, ali i rizike od brojnih zloupotreba, napada malicioznim programima (virusi, crvi, trojanci, rutkitovi, i sl.) i namernih hakerskih napada. Zato elektronske transakcije zahtevaju visoku zaštitu *privatnosti, poverljivosti, raspoloživosti i integriteta*. Tipični bezbednosni zahtevi i ciljevi zaštite elektronskih finansijskih transakcija su zaštita:

- *privatnosti* (*privacy*) ličnih podataka učesnika u transakciji,
- *autentičnosti učesnika* (*authenticity*) koja zahteva verifikaciju identiteta,
- *autorizacija učesnika* (*authorization*) za prava pristupa i razmenu transakcije,
- *neporicivost* (*nonrepudiation*) izvršenih aktivnosti i
- *integritet* (*integrity*) podataka i informacija u transakciji.

Savremena tehnologija elektronskog (digitalnog) potpisa i infrastruktura javnog ključa–PKI (*Public Key Infrastrukture*) obezbeđuju najveći deo mehanizama zaštite elektronskih transakcija u brojnim elektronskim aplikacijama, (Slika 11.11).

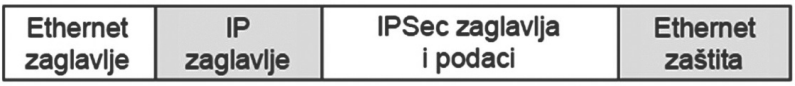


Slika 11.11 Primena elektronskog potpisa u e-transakcijama

11.3.2.3. Protokoli zaštite

Za zaštitu e-transakcija koriste se protokoli zaštite IPSec (*IP Security protocol*) i SSL (*Secure Sokets Layer*). IPSec je složeni protokol zaštite na OSI mrežnom sloju, nastao[1] kao proširenje osnovnog IP protokola za zaštićeni prenos podataka u IP mrežama. Zadržava kompatibilnost s postojećim IP protokolom, a samo dva krajnja učesnika u komunikaciji, pošiljalac i primalac, moraju imati podršku za komunikaciju IPSec protokolom.

Da bi se zadržala kompatibilnost sa IP protokolom, IPSec protokol obavlja kriptografske akcije nad zaglavljima i podacima viših slojeva. Struktura IPSec paketa podataka za komunikaciju u Ethernet mrežama prikazana je na Slici 11.11. Polje sa IPSec zaglavljem i podacima uključuje TCP zaglavlje, kao i sva ostala zaglavlja i podatke viših slojeva u šifrovanom obliku.



Slika 11.12 Struktura IPSec paketa podataka za prenos preko Ethernet mreža

IPSec protokol omogućava stvaranje strukture sigurne virtualne privatne mreže –*VPN* (*Virtual Private Network*) izgrađene na infrastrukturi postojeće javne IP mreže, odnosno Interneta, u kojoj nisu zadovoljeni zahtevi u pogledu sigurnosti komunikacije.

Za osiguravanje tajnosti, autentičnosti, integriteta i neporecivosti prenošenih podataka, IPSec protokol koristi tri podprotokola koji zajednički predstavljaju zaštitu od svih trenutno poznatih sigurnosnih napada. Podprotokoli se razlikuju po strukturi i nameni IPSec zaglavlja i podataka. Razlikuju se tri vrste IPSec zaglavlja i podataka:

- zaglavlje za autentifikaciju,
- enkapsulirani šifrovani podaci i
- zaglavlje za razmenu ključeva.

Zaglavlje za autentifikaciju – AH (*Authentication Header*) koristi se za proveru identiteta pošiljalaca podataka i otkrivanje narušavanja integriteta podataka tokom prenosa kroz mrežu. Izvodi se metodom digitalnog potpisivanja podataka. IPSec paket sa *enkapsuliranim šifrovanim podacima – ESP* (*Encapsulating Security Payload*) koristi se u slučajevima kada je bitno očuvati tajnost prenešenih podataka. Uz tajnost, ESP polje IPSec paketa čuva autentičnost i integritet podataka. Za stvaranje ESP polja podataka koriste se simetrične kriptografske tehnike u sprezi sa metodom digitalnog potpisivanja podataka.

1 Razvijen je od IETF (*Internet Engineering Task Force*) grupe

Zaglavlje za razmenu ključeva koristi se kod podprotokola za razmenu ključeva *IKE* – (*Internet Key Exchange*) kao jednog od tri IPSec podprotokola. IKE je prilagodljiv protokol za uspostavljanje metoda autentifikacije, kriptografskih algoritama i dužina ključeva, kao i za razmenu samih ključeva između učesnika komunikacije.

SSL protokol, originalno razvijen od *Netscape*-a, je protokol napravljen da obezbedi kriptovanje podataka i autentifikaciju između Web klijenta i Web servera. Protokol počinje sa fazom *rukovanja* u kojoj se pregovara o algoritmu za kriptovanje (npr. DES ili IDEA) i ključevima i autentifikuje se server klijentu. Opcionalno, klijent se može autentifikovati serveru. Jednom kada je rukovanje obavljeno i prenos podataka počne, svi podaci su kriptovani sesijskim ključem o kojem se pregovaralo tokom faze rukovanja. SSL se mnogo koristi u e-trgovini implementiran je u svim važnijim Web pretraživačima i Web serverima i osnova je za siguran protokol transportnog nivoa (TSL).

SSL i TSL nisu ograničeni samo na Web aplikacije; mogu se koristiti za autentifikaciju i kriptovanje kod IMAP-a (*Internet Mail Access Protocol*). SSL se može posmatrati kao sloj koji leži između aplikacionog i transportnog sloja. Sa strane koja šalje, SSL prima podatke (kao što su HTTP ili IMAP poruka iz neke aplikacije), kriptuje ih i prosleđuje kriptovane podatke do *sokita*. *Sokit* je kompozitna adresnu jedinica transportnog i mrežnog sloja koju čine IP adresa izvorišta, port izvorišta, protokol transportnog sloja, port odredišta i IP adresa odredišta. Na drugoj strani koja prima podatke SSL čita podatke iz *sokita*, dešifruje ih i prosleđuje podatke do aplikacije.

Zbog jednostavnosti i ranog razvoja, SSL je implementiran svuda u pretraživačima, serverima i softverima za e-trgovinu na Internetu. Ovi serveri i čitači koji omogućavaju SSL obezbeđuju popularnu platformu za transakcije platnim karticama. I pored toga SSL nije specifično skrojen za transakcije platnim karticama, već za generičku sigurnu komunikaciju između klijenta i servera.

Zbog svog generičkog dizajna, SSL-u nedostaju mnoge karakteristike za sigurnost platnih kartica za e-trgovinu. Generički sertifikat ne ukazuje da li je pošiljalac autorizovan da prima narudžbine preko platnih kartica, niti da je kompanija pouzdani prodavac. Ovo dozvoljava prodavcu da vara. Postoji sličan problem i sa autorizacijom klijenta. Čak i ako je korišćena SSL autorizacija klijenta, klijentski sertifikat ne vezuje prodavca za specifičnu autorizovanu platnu karticu; tako da pošiljalac nije sigurna da je prdavac autorizovan da napravi narudžbu preko platne kartice. Ovo otvara vrata svim vrstama prevara, ukuljučujući narudžbe sa kradenim platnim karticama i poricanje naručenih stvari od strane mušterija.

Organizacije *Viza* i *Mastercard* su razvile SET *(Secure Electronic Transaction)* standard za bezbedne elektronske transakcije, kojeg mnogi korisnici mešaju sa zaštitnim SSL protokolom. SET je standard za obavljanje transakcija kreditnim/debitnim karticama preko Interneta. Tehničku pomoć organizacijama koje u okviru svog poslovanja vrše elektronske transakcije, pružaju brojne organizacije iz oblasti IKT sistema, kriptografije i Interneta kao što su *Microsoft*, *Netscape*, *RSA*, *VeriSign* i dr.

11.4 SERVISI I MODELI E-TRGOVINE

E-trgovina obuhvata obavljanje trgovačkih poslova preko Interneta - prodaju roba i usluga koji se mogu isporučiti tradicionalnim putem (*off-line*), prodaju proizvoda ili usluga koji se mogu digitalizovati i distribuirati *on-line* (programi, audio/video zapisi itd.). Internet je ključna infrastruktura za e-trgovinu, koje se može smatrati uvodom u *digitalnu ekonomiju* i napredno poslovanje za pojedince, organizacije i vlade država. E-trgovina se, zavisno od kriterijuma klasifikacije, može klasifikovati na dva moguća načina, u odnosu na *primenjenu tehnologiju* i *tipove učesnika na tržištu*.

U odnosu na *primenjenu tehnologiju*, e-trgovina se klasifikuje na**:**

- *Direktnu (Peer-to-Peer, ili P2P)***,** koju omogućavaju programske aplikacije tipa *Gnutella, Napster*, *Kazza, Tornet* i dr. Korisnici međusobno direktno razmenjuju muzičke i video sadražaje, programe, fajlove i dele druge računarske resurse, bez intervencije tržišta. Ovaj tip komunikacije koristi se u C2C modelu e-trgovine**.** P2P softverske mreže su i dalje pod udarom zakona o zaštiti autorskih prava u većini država u svetu.
- *Mobilnu trgovinu (M-comerc),* omogućavaju bežični mobilni uređaji, kao što su *PDA*, *iPhone*, *iPod* ili savremeni mobilni telefon, koji se mogu koristiti za pristup Internetu izvan klasične kancelarije.

U odnosu na *tipove učesnika na tržištu*, e-trgovina se klasifikuje u više modela, prikazanih u proširenoj matrici e-trgovine, (Tabela 11.2).

Tabela 11.2 Matrica e-trgovine

	Poslovni sistem	**Potrošač**	**Vlada**
Poslovni sistemi	**B2B**	**B2C**	**B2G**
Potrošači	**C2B**	**C2C**	**C2G**
Vlada	**G2B**	**G2C**	**G2G**

B2B (*Business-to-Business*) model e-trgovine koristi interorganizacijski IKT sistem ili ekstranet, u kojem kompanija upravlja transakcijama unutar njenog sopstvenog vrednosnog lanca, ili zajedno sa drugim kompanijama i organizacijama. B2B model se ponekad naziva *Business-to-Employee* (**B2E**) kada je fokusiran na upravljanje aktivnostima unutar svoje organizacije. Učesnici u ovom tipu e-trgovine su organizacije i poslovni sistemi.

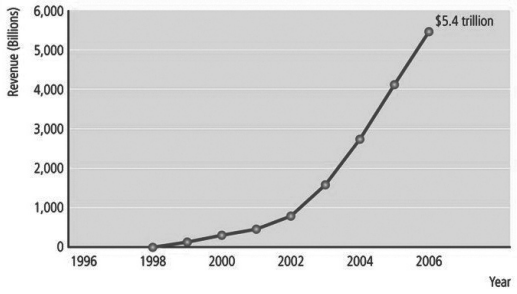
Početak B2B poslovanja vezuje se za pojavu prvih EDI (*Electronic Data Interchange*) sistema. EDI je elektronskim putem omogućena međusobna komunikacija IKT sistema organizacije sa IKT sistemima poslovnih partnera. EDI sistemom se eliminišu brojni nedostaci komunikacije klasičnim sredstvima (gubljenje dokumenata, oštećenje u prenosu, greške u prekucavanju teksta itd.). Međutim sa e-transakcijama je ugrožena privatnost i povećani su zahtevi za bezbednost transakcija. B2B ostaje i dalje najvažniji oblik e-trgovine. Na B2B tržištu se obavlja najveći obim *on-line* transakcija. Transakcijama na ovom tržištu ostvareno je između 80-85% ukupnih prihoda od e-trgovine na Internetu i obim B2B e-trgovine od preko 10 mlrd $, samo u SAD (2006). Primer je *eSteel.com,* industrijska razmene čelika, koja kreira e-tržište za proizvođače i korisnike čelika u celom svetu.

B2C (*Business-to-Consumer*) je model e-trgovine u kojem su prodavci organizacije koje robu prodaju putem e-trgovine na e-tržištu, a kupci su pojedinci. Ovaj se model uglavnom odnosi na maloprodajne transakcije između kompanija i individualnih potrošača. Prva i najveća e-prodavnica *Amazon.com***,** osnovana 1994. (*Jeff Bezos,* Slika 11.13) značajno je uticala na rast e-trgovine u celini.

Slika 11.13 *Jeff Bezos* osnivač *Amazon.com*

Amazon predstavlja tipičan primer kompanije koja se bavi ovim poslovanjem. Izvanredan uspon Amazona - 20 miliona korisnika u više od 160 zemalja kupilo robu u vrednosti od 2,8 milijardi USD$ (2000.g.), oslanja se na sposobnost Interneta da prenosi ogromnu količinu informacija brzo i efikasno. Iz korisničke perspektive B2C je najjasniji aspekt e-trgovine.

Uporedo sa razvoje Interneta i web servisa dolazi do ubrzanog rasta servisa e-trgovine. Na Slici 11.14 prikazan je dijagram rasta ulaganja u razvoj B2C modela e-trgovine do 2006. godine u SAD.



Slika 11.14 Porast ulaganja u razvoj B2C modela e-trgovine

C2C (*Consumer-to-Consumer*) je model e-trgovine u kojem potrošači direktno prodaju robu ili usluge drugim potrošačima *on-line* putem. Uključuje i prodaju nekretnina, automobila i dr. preko *on-line* oglasa. Najpoznatiji primer C2C je web sajt *eBay.com***,** koji obezbeđuje reklamiranje ličnih usluga na Internetu ili ponudu konsalting usluga. Neki aukcijski sajtovi nude mogućnost C2C elektronske trgovine, omogućavajući korisnicima da ponude robu na *on-line* aukcijama. Ovaj oblik transakcija podrazumeva učešće i treće strane u *online* trgovini. Treća strana može biti neki aukcijski sajt, kao što su: *eBay, Gnutella* za prodaju muzike, *Monsters* za *online* poslove, *Owners.com* za klasifikovane reklame, itd. Poseban oblik C-C transakcija predstavljaju transakcije u direktnoj komunikaciji računara (*peer-to-peer*) komunikaciji bez posrednika, koju omogućavaju programi, kao što su *KazaA*, *Tornet* i dr. *eBay.com*, kreira *prostor za trgovinu* gde potrošači mogu dati robu na aukciju ili direktno prodati drugim potrošačima.

11.4.1. Faze razvoja e-trgovine

U razvoju e-trgovine javljala su se brojna ograničenja, od kojih su na uspon e -trgovine u modelu B2C najviše uticali sledeći faktori (Tabela 11.3).

Tabela 11.3 Faktori ograničenja u razvoju B2C modela e-trgovine

Skupa tehnologija	Korišćenje Interneta zahteva PC konfiguraciju od najmanje 500$ i mesečnu pretplatu od oko 20$
Kompleksan softverski interfejs	Korišćenje web-a zahteva instalaciju kompleksnog operativnog sistema i seta aplikacija sa kojim je daleko složenije rukovati nego sa TV ili telefonom
Skup sofisticiranih veština	Veštine potrebne za efektivno korišćenje Interneta i kapaciteta e-trgovina daleko su zahtevnije od recimo za TV ili novine
Neprekidno kulturološko povezivanje sa fizičkim tržištem i tradicionalnim iskustvom kupovanja	Za većinu ljudi kupovina je kulturni i socijalni događaj, gde se ljudi sreću direktno sa trgovcima i drugim potrošačima; ovo iskustvo još nije moguće preneti u digitalno okruženje
Konstantna globalna nejednakost koja ograničava pristup telefonima i personalnim računarima	Veći deo svetske populacije nema telefonske usluge, PC ili mobilne telefone

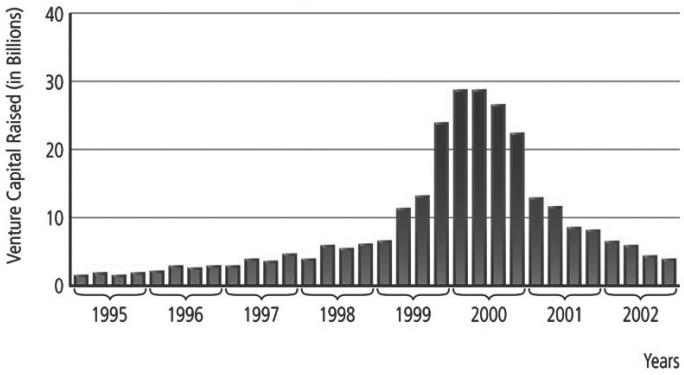
U razvoju e-trgovine razlikuju se dve ključne faze: *e-trgovina I* i *e-trgovina II* faze. Upravo ova ograničenja B2C modela e-trgovine nastala u fazi I, dovela su do razvoja nove faze e-trgovine.

Prva faza razvoja e-trgovine (*E-trgovina I*) trajala je u periodu 1995-2000. godine. Osnovne karakteristike ove faze razvoja e-trgovine su eksplozivni rast počev od 1995. i široka rasprostranjenost reklamiranja proizvoda na Web-u**.** Prva faza razvoja e-trgovine završava se 2000. godine kada su mnoge *dot com* kompanije ugašene.

Za IKT stručnjake i sa aspekta informaciono komunikacionih tehnologija ova faza razvoja e-trgovine predstavljala je potvrdu snage IKT razvijanih u poslednjih 40 i više godina, uspešno proširenje sa primene ranog Interneta na personalne računare (PC) i lokalne računarske mreže i viziju univerzalnih komunikacija.

Za ekonomiste prva faza razvoja e-trgovine znači pojava potencijalno perfektnog tržišta, *Bertrand Market* – a, na kome su cene, troškovi i informacije o kvalitetu ravnomerno distribuirane, postoji praktično beskonačan broj ponuđača u međusobnoj konkurenciji. Na ovom tržištu potrošači imaju pristup relevantnim tržišnim informacijama u bilo kojoj tački na svetu, a prodavci imaju ravnopravan direktan pristup milionima potrošača.

Prvu fazu e-trgovine karakteriše nestanak tržišnih posrednika u trgovini između proizvođača i potrošača, koji su zamenjeni sa direktnim pristupom proizvođača i nosilaca usluga svojim potrošačima. Razvija se *trgovina bez trenja* (*Friction-free komerc*) sa vizijom trgovine u kojoj su informacije jednako raspodeljene, cene transakcija su niske i dinamički se podešavaju stvarnim uslovima ponude i potražnje. Značaj posrednika je minimiziran, a nelojalne konkurentske prednosti praktično eliminisane. Odlučujuću konkurentsku prednost stiču organizacije koje prve startuju na tržištu i brzo ga osvajaju - *prve na potezu*. Stvara se *mrežni efekat* značaja tehnologije e-trgovine, koji nastaje kada svi relevantni učesnici imaju koristi od činjenice da svi koriste ista sredstva ili proizvode (operativni sistemi, telefonski sistemi, aplikativni programi i dr.). U ovoj fazi rasla su i ulaganja finansijskih sredstava uloženih u razvoj Interneta. Od 2000. godine dolazi do stagnacije ulaganja u razvoj Interneta, (Slika 11.15). Pad akcija kompanija za e-trgovinu u toku 2000-te predstavlja kraj faze razvoja e-trgovine I. Ipak, ovo je dovelo do otrežnjenja i preispitivanja perspektive e-trgovine, kao i razvoja novih metoda za ostvarivanje poslovnog uspeha u e-trgovini.



Slika 11.15 Ulaganje u razvoj Interneta u prvoj fazi e-trgovine

Druga faza razvoja e-trgovine (E-trgovina II) počinje u januarau 2001. godine sa reorganizacijom kompanija za e-trgovinu. Prva faza e-trgovine završava se zbog ograničenja koja su nametnuta tržišnim tehnologijama i poslovnim projekcijama. Krajem 1999. e-trgovina Božićne sezonske rasprodaje je dala niže efekte od očekivanih, čime se pokazalo da e-trgovina nije jednostavan proces (bankrot *eToys.com*). Nerealno visoke cene dot.com kompanija i tehnologija, doveli su u pitanje isplativost ulaganja e-trgovine. Jedan od bitnih uzroka kraja e-trgovina I faze je povećanje tehnoloških stokova usled enormnih trošenja informatičkog kapitala u cilju rešavanja problema 2000-te (Y2K).

Početko faze e-trgovine II, telekomunicaciona industrija u SAD stvara nove, neuporedivo brže komunikacione kapacitete preko brzih optičkih mreža, sa velikim protokom informacija, tzv. gigabajtne mreže.

Analiza i uvid u poslovanje kroz kratku istoriju *dot com* servisa - IPOS (*IP online* servisa) između 1998. i 2000. pokazali su da je u SAD preduzetnički kapital u iznosu od 110 milijardi $ uloženo u otvaranje oko 11.450 novih *dot.com* kompanija. Zbog stagnacije u poslovanju ovih kompanija, investicione banke su transformisale u javna preduzeća (*public company)* 1.262 od tih kompanija, čije su

početne vrednosti akcija bile od oko 15$, da bi često već istog dana završavale sa vrednošću od $45. Do 2003, mnoge od ovih kompanija ostvaruju mnogo niži promet od planiranog, ili su zatvorene. Drugi talas ulaganja u oblasti e-trgovine uglavnom se odnosi na akviziciju Web kompanija.

Ključne komparativne prednosti i nedostaci prve i druge faze e-trgovine prikazane su u Tabeli 11.4.

Tabela 11.4 Prednosti i nedostaci prve i druge faze e-trgovine

E-komerc I	E-komerc II
Pokretan tehnologijom	Pokretan poslovima
Povećanje rasta prihoda	Povećanje zarada i profita
Združeno kapitalno investiranje	Tradicionalno finansiranje
Nije upravljan	Jače regulacije i upravljanje
Velike organizacije	Velike tradicionalne firme
Bez posrednika	Jačanje uloge posrednika
Perefektna tržišta	Nesavršena tržišta, brendovi, mrežni efekti
Čista online strategija	Mešovita strategija „*klik &bricks*“ (virtuelne i fizičke)
Prednosti prvog pokretača	Strateška snaga sledbenika

Prednosti e-trgovine u odnosu na klasičnu trgovinu su brojne, a najznačajnije su: niži troškovi transakcija, objedinjavanje celokupnog ekonomsko/prodajnog procesa, tržištu se nudi drugačiji način kupovine, obimniji su katalozi proizvoda, unapređeni interaktivni odnosi sa kupcima i dr.

Perspektive razvoja e-trgovine su sve izvesnije. E-trgovina trenutno obuhvata oko 10% ukupne ekonomije SAD. Rast prihoda koji potiče od servisa na Internetu je 20 puta veći od rasta prihoda u ostatku ekonomije SAD. U Srbiji u 2007. godini 50% od ukupnog prometa banaka izvršeno je u sektoru e-bankarstva. U poređenju sa celokupnim poslovanjem SAD, kod kompanijske prodaje dobara i usluga preko Interneta tri puta je verovatnije da će se smanjiti troškovi, dva i po puta je verovatnije da će se povećati produktivnost i više od dva i po puta je verovatnije da dođe do rasta tržišta i proboja na novo tržište.

11.4.2. Poslovni modeli e-trgovine

Poslovi u organizaciji bilo kojeg tipa izvršavaju se kroz izvršavanje poslovnih procesa i aktivnosti u tim procesima. Model poslovanja ili poslovni model se definiše kao skup aktivnosti u cilju ostvarivanja dobiti (profita) na tržištu. Aktivnosti se planiraju u formi *biznis plana*, kojim se opisuje poslovni model. Poslovni model e-trgovine je specifičan u smislu da koristi jedinstvene kvalitete tehnologija i prednosti Interneta i Web-a.

Poslovni modeli na Internetu mogu biti **opšti** (*horizontalno tržište*) ili **specijalizovani** (*vertikalno tržište*). Pregled poslovnih modela e-trgovine na Internetu prikazan je u Tabeli 11.5.

Tabela 11.5 Pregled poslovnih modela e-trgovine

Oblik	Karakteristike	WWW
Elektronske aukcije	Elektronska ponuda cene za proizvode ili usluge	www.letsbuyit.com www.eBay.com
Elektronske prodavnice	B-B e-trgovina B-C e-trgovina B-C e-trgovina	www.cisko.com www.tehnicom.net www.amazon.com
Elektronska grupna kupovina	Elektronska prodaja robe grupama kupaca ili malim poslovnim sistemima po diskontnim cenama	www.volumebuy.com www.etrana.com
Elektronska nabavka	Lanac nabavke na Internetu	www.sap.com
Provideri Internet usluga	Omogućavanje pristupa Internetu	www.EUnet.com www.aol.com www.AT&Tworldnet.com
Elektronska razmena	Omogućavanje elektronske razmene između kupaca i prodavaca	www.patents.ibm.com www.Chem.Connect.com www.rooster.com
Elektronski posrednici	Elektronska maloprodaja	www.stephenking.com www.moster.com
Elektronski provajderii sadržaja	Informacione usluge	www.nytimes.com www.cnn.com
Elektronski portali	Informacione usluge, link-ovi sa drugim sajtovima, elektronska pošta itd.	www.Lycos.com www.Infoseek.com www.Excite.com

Generički *poslovni model* e-trgovine sadrži 8 ključnih komponenti: predlog vrednosti, model prihoda, šanse na tržištu, konkurencija (konkurentsko okruženje), konkurentska prednost (konkurentnost), tržišna strategija, organizacioni razvoj i tim za upravljanje.

U Tabeli 11.6 prikazani su zbirno ključne komponente poslovnih modela i pitanja na koje te komponente moraju dati odgovore.

Tabela 11.6 Ključne komponente poslovnih modela

	Komponente biznis modela	Ključna pitanja
1.	*Predlog vrednosti*	Zašto kupac treba da kupi od vas?
2.	*Model prihoda*	Kako ćete zaraditi novac?
3.	*Šansa na tržištu*	Šta je *prostor za trgovinu (tržište)* koji želite opsluživati i kolika je njegova veličina?
4.	*Konkurentsko okruženje*	Ko još zauzima vaš planirani *prostor za trgovinu*?
5.	*Konkurentska prednost (konkurentnost)*	Koje posebne prednosi vaša firma donosi na *prostor za trgovinu?*
6.	*Tržišna strategija*	Kako planirate da promovišete vaše proizvode, ili servise da privučete ciljne grupe potrošača?
7.	*Organizacioni razvoj*	Koji je tip organizacione strukture u okviru firme-potreban za realizaciju biznis plana?
8.	*Tim za upravljanje*	Koje vrste iskustava i obrazovanja je vežno da imaju lideri kompanije?

Predlog vrednosti definiše kako proizvodi ili servisi jedne kompanije zadovoljavaju potrebe potrošača. Ova komponenta daje odgovor na ključna pitanja zašto bi potencijalni kupac izabrao vašu kompaniju, a ne neku drugu, odnosno, šta nudi vaša kompanija, šta ne nude ili ne mogu da ponude druge konkurentske kompanije?

Model prihoda opisuje na koji način će kompanija ostvarivati prihod, profit i superiorno povratiti investirani kapital. *Model prihoda* u poslovnom modelu e-trgovine obuhvata:

- model reklamiranja,
- model pretplate (učlanjivanja),
- model provizije za transakciju,
- model prodaje i
- model partnerskih odnosa (afilacioni model)

Model prihoda od reklamiranja uključuje forum za reklamiranje koji kompanija za e-trgovinu uspostavlja, objavljuje reklame i naplaćuje odgovarajuću proviziju. Poznat primer ovog modela prihoda je web lokacija *Yahoo.com*. *Model prihoda od pretplate* obuhvata prostor za reklamiranje ili druge web servise koje e-kompanija nudi korisnicima, a usluge naplaćuje kroz različite vidove učlanjivanja i pretplate za pristup nekim, ili svim ponuđenim servisima. Primeri su *Consumereports.org, Sportsline.com* i *WallStreetJournal.com*. *Model prihoda zasnovan na transakcionim provizijama* podrazumeva ostvarivanje prihoda e-kompanije kroz naplatu provizije za omogućene, ili ostvarene e-transakcije. Primeri ovog modela prihoda su *eBay* i *E-Trade* kompanije. *Model prihoda od prodaje* ostvaruje prihod e-kompanije kroz prodaju proizvoda, informacija, ili servisa. Primeri primene ovog modela prihoda su *Amazon.com i DoubleClick.net*, *Salesforce.com*. *Model prihoda kroz partnerske odnose* usmerava poslovanje kompanije na partnere i dobija fiksni, ili procentualni prihod od svake ostvarene prodaje, ili proviziju za davanje biznis refernci. Primer primene ovog modela prihoda je *MyPoints.com*.

Očekivano tržište (šanse na tržištu) odnosi se na procenu tržišta na koje organizacija računa, kao i na ukupnu potencijalnu finansijsku dobit ostvarljivu na tom tržištu. Šanse na očekivanom tržištu definisane su potencijalnim prihodom u svakom od segmenata tržišta na kojima kompanija ima nameru da konkuriše. Veličina tržišta predstavlja obim stvarne ili potencijalne komercijalne vrednosti u okviru koje kompanija ima nameru da posluje

Konkurentsko okruženje ili konkurencija odnosi se na druge kompanije koje deluju na istom tržištu prodajući slične proizvode ili usluge. Zavisi od toga koliko je konkurenatskih kompanija aktivno na istom tržištu, koliko su velike konkurentske aktivnosti, koliko je udeo svakog od konkurenata na zajedničkom tržištu, koliko su profitabilne konkurentske kompanije i kako konkurentske kompanije cene svoje proizvode?

Konkurentska prednost ili konkurentnost postiže se onda kada kompanija proizvodi superiorne proizvode/usluge i/ili postiže za njih cenu na tržištu nižu od većine, ili svih konkurentskih kompanija. Postiže se na osnovu diferencijacije pristupa faktorima proizvodnje, čime se stiče prednost u odnosu na konkurenciju – makar i na kratak vremenski rok. Konkurentnost se stiče kreativnim korišćenjem:

- *asimetrije tržišta*, koja nastaje uvek kada jedan od učesnika na tržištu ima više resursa ili stekne drugu prednost (lokacija, privilegija i Slika) u odnosu na ostale i
- *prednosti prvog poteza*, gde se konkurentnost ostvaruje na tržištu, zahvaljujući prvenstvu stečenom iznošenjem proizvoda i/ili servisa.

Nepoštena konkurentska prednost (nelojalna konkurencija) dešava se onda kada jedna kompanija ostvaruje prednost na osnovu tržišnih faktora koji nisu dostupni konkurentskim kompanijama. Primera nelojalne konkurencije na klasičnom tržištu su brojni.

Savršeno (perfektno) tržište je ono na kome nema asimetrije tržišta i nelojalne konkurencije, budući da sve kompanije imaju jednak pristup svim proizvodnim/ tržišnim faktorima. Kompanija koristi svoju konkurentsku prednost za postizanje dodatne prednosti u odnosu na tržišta u okruženju.

Strategija nastupa na tržištu obuhvata viziju, inicijative i kontrolne tačke u dugoročnom detaljnom planu nastupa kompanije na novom tržištu i načina privlačenja novih kupaca. Potencijalnim kupcima treba preneti ključne elemente strategije nastupa. Poznato je da i najbolji biznis plan neće imati uspeha ukoliko nije na odgovarajući način plasiran potencijalnim kupcima.

Organizacioni razvoj opisuje kako će se kompanija organizovati za zahtevani posao. Organizacija posla se uobičajeno deli na funkcionalne celine – odeljenja, odseke, sektore i Slika, zavisno od veličine i tipa organizacije. Uobičajeno se razvoj hijerarhijske strukture organizacije kreće od opštenih ka specijalizovanim poslovima, u skladu sa rastom i razvojem organizacije.

Upravljački tim zaposlenih u organizaciji odgovoran je za realizaciju biznis modela.

Dobro je uspostaviti jak menadžerski tim, koji pruža trenutni kredibilitet investitorima, partnerima i klijentima. Međutim, ni jak menadžerski tim često ne može da spasi slab i neadekvatan biznis model. Zato je neophodno da menadžerski tim ima mogućnost promene i redefinisanja biznis modela ukoliko je to neophodno.

11.4.2.1. Najznačajniji B2C modeli poslovanja

Od opštih modela poslovanja e-trgovine najznačajniji B2C modeli poslovanja su: *portal, e-prodaja (e-blagajnik), provajderi sadržaja, transakcini brokeri, kreatori tržišta, provajderi usluga i provajderi okupljanja interesnih grupa.*

Portal obezbeđuje snažan alat za pretraživanje web-a i integrisani paket sadržaja i web servisa. Po pravilu portal koristi kombinovani model prihoda – *pretplate, prihoda od reklamiranja* i *provizija po transakciji*. Portali mogu biti opšti za horizontalno e-tržište i specijalizovani za vertikalno e-tržište koji se nazivaju *vortali*. *E-prodaja (e-blagajnik)* je *online* verzija tradicionalne trgovine na malo, a obuhvata:

- *virtualnu trgovinu* - *online* prodavnice,
- *virtuelne i fizičke trgovine* - *online* distribucione kanale kompanija koje imaju istovremeno i fizičke prodavnice,
- *kataloške trgovine* - *online* verzije fizičkih kataloga koji se šalju poštom,
- *online trgovinske centre* - *online* verzije trgovinskih centara i
- *direktnu prodaju* roba preko Web-a.

Provajderi sadržaja su informativne i kompanije za zabavu koje nude digitalne sadržaje preko Web-a. Od modela prihoda tipično koriste reklamiranje, pretplatu, ili model prihoda na osnovu provizije preko partnera. *Transakcini brokeri* procesiraju *online* prodajne transakcije, a kao model prihoda tipično koriste model transakcionih provizija. *Kreatori tržišta* koriste Internet tehnologije za kreiranje e-tržišta na kome se susreću kupci i prodavci. Po pravilu koriste model prihoda zasnovan na transakcionim provizijama. *Provajderi usluga* nude *online* servise, a kao model prihoda najčešće koriste direktnu prodaju ili pretplatu. *Provajderi okupljanja interesnih grupa* obezbeđuju *online* okupljanje pojedinaca sličnih interesovanja u cilju povezivanja i razmene informacija. Prihod se ostvaruje kroz provizije za usmeravanje i reklamiranje ili pretplatu.

11.4.2.2. Najznačajniji B2B modeli poslovanja

B2B model e-trgovine na Internetu verovatno je najzastupljeniji. Internet se često naziva B2B Hub*,* takođe poznat kao *prostor za trgovinu/razmenu ili e-tržište* gde dobavljači i trgovci na veliko mogu da obave transakcije. Može biti opšte -horizontalno tržište ili specijalizovano - vertikalno tržište.

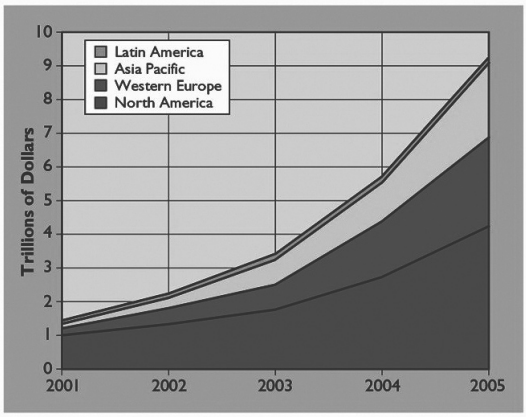
Najznačajniji B2C modeli poslovanja su: *e-distributeri, B2B provajderi servisa*, *posrednici (matchmakers) i informacioni posrednici (infomediari)*.

E-distributeri direktno snabdevaju proizvodima individualne poslovne sisteme, a kao model prihoda najčešće koriste direktnu prodaju. *B2B provajderi servisa* prodaju poslovne servise drugim kompanijama, a kao model prihoda koriste direktnu prodaju ili pretplatu. *Posrednici (matchmakers)* povezuju različite poslovne sisteme, a naplatu usluga vrši po transakciji, ili na osnovu provizije za usluge. *Infomediari (informacioni posrednici)* nalaze i preprodaju poslovne informacije.

11.4.2.3. Biznis modeli u ostalim oblastima E-trgovine u razvoju

U oblasti e-trgovine svi tipovi modela i modeli poslovanja nisu podjednako razvijeni na e-tržištu. U razvoju su: *C2C biznis model*, *P2P biznis model, M-komerc biznis modeli i sistemska podrška biznis modelima e-trgovine*.

C2C biznis model omogućava povezivanje potrošača sa drugim potrošačima i najuspešniji su modeli kreiranja e-tržišta. *P2P biznis model* omogućava potrošačima zajedničko korišćenje fajlova i servisa preko Web-a bez posedovanja zajedničkog servisa, ali je još uvek otvoreno pitanje kako pronaći adekvatan model prihoda. *M-komerc biznis modeli* su tradicionalni biznis modeli e-trgovine prošireni sa novom bežičnom tehnologijom koja omogućava mobilni pristup Web-u. Na Slici 11.16 prikazan je dijagram trenda rasta *M-komerc* modela e-trgovine u svetu do 2005. godine.



Slika 11.16 Trend rasta M-komerca u svetu

Podrška biznis modelima e-trgovine obezbeđuje neophodnu sistemsku infrastrukturu za e-trgovinu kompanije u cilju održavanja i uspona primenjenog modela e-trgovine.

11.4.3 Primarni poslovni modeli i modeli prihoda e-trgovine

Najčešći poslovni modeli e-trgovine na Internetu su: *posredništvo, online reklamiranje*, *infoposrednici, e-prodaja (e-trgovac)*, *direktni proizvođač, online interesna zajednica, pretplata i korisnost (profitabilnost)*. Primarni modeli prihoda e-trgovine su *reklamiranje, pretplata, nadoknada za transakciju, prodaja* i *provizija preko partnera.*

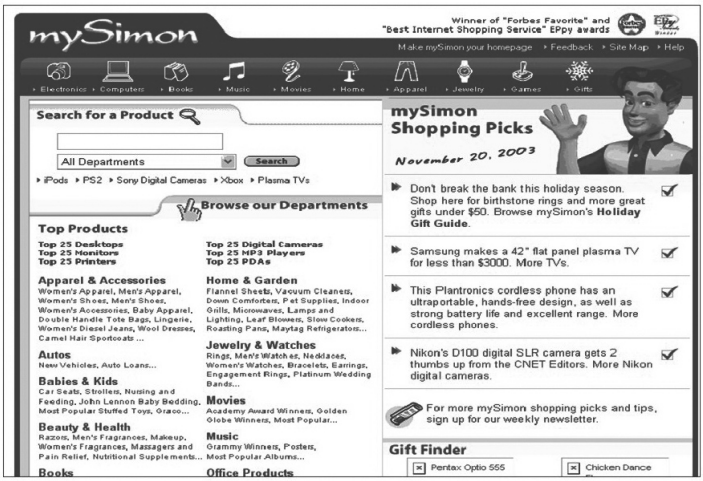
Posrednici (*brokeri*) predstavljaju glavne učesnike na tržištima, povezujući prodavce i kupce i omogućavajući obavljanje posla između njih. Posrednici imaju veoma važnu ulogu na B2B, B2C i C2C elektronskim tržištima, a obično posluju po principu naplate provizije za obavljeni posao. E-tržišta omogućavaju kompletne poslovne usluge koje započinju od transakcija, a nastavljaju se pregovaranjem, oporezivanjem i izvršenjem određenog posla. Poslovanje na ovim tržištima je efikasno i za prodavce i za kupce.

Model prihoda *potraživanje naplate* je kreirala i patentirala kompanija *Priceline* koja je omogućila kupcima da ponude koliko bi hteli da plate za određeni proizvod ili uslugu. Nakon ponude kupca kompanija pokušava da nađe prodavca koji je spreman da proda robu po ponuđenoj ceni. U nekim slučajevima kupci moraju u više navrata da nude koliko su spremni da plate za određeni proizvod ili uslugu. Veći deo usluga koji se nudi na sajtu *Priceline.com* vezani su za putničke aranžmane-avionske karte, hotelski smeštaj itd., (Slika 11.17)

Slika 2.17 Web lokacija *Pricline.com*

Aukcijsko posredništvo je tradicionalni poslovni model koji se danas uspešno primenjuje i na Internetu. Posrednici koji se bave aukcijskom prodajom zarađuju na osnovu provizije od ostvarenih transakcija koje su pokrenute na ponuđenom sajtu (npr. *eBay.com*). Elektronske aukcije su atraktivne za potencijalne kupce zahvaljujući svojoj multimedijalnoj prirodi; na njima se često mogu naći vrlo kvalitetno odrađene prezentacije proizvoda koji se prodaju. O*n-line* aukcije donose značajne uštede vremena i novca kupaca. E-aukcionari ostvaruju prihode i od promociono-reklamnih aktivnosti na svojim *on-line* sajtovima.

Agenti za pretraživanje, *on-line agenti* ili *inteligentni agenti* - „roboti" su posebni programski posrednici koji traže na Internetu određene cene, raspoloživu robu ili usluge, prema specifikaciji kupaca. Poznatiji agenti za pretraživanje su *MySimon.com, Lycoshop.com, RUSure.com, DealTime.com* i dr. Upotrebljavaju softver koji sadrži veštačku inteligenciju. Ovakav vid poslovanja je perspektivan, jer se predviđa da „roboti" mogu izvršiti komparaciju faktora kupovine, kao što su kvalitet, vreme isporuke, popust na količinu i drugo. Na Slici 11.18 prikazana je web lokacija *mySimon*.



Slika 11.18 Primer *online* agenta

On-line reklamiranje je poslovni model koji proširuje načine emitovanja reklamnih programa putem tradicionalnih medija - radija i televizije. Web lokacija predstavlja novi medijum preko koga se može emitovati sadržaj radio ili TV programa, pa i brojnih multimedijskih tipova raklama.

Na web lokacijama se nude i druge usluge poput e-pošte, razgovora dopisivanjem (*chat*), *online* foruma itd. Osim standardnih web servisa, na web lokacijama se gotovo redovno postavljaju i reklamne poruke u vidu *banner-a,* (Slika 11.19).

Slika 11.19 Primer banera za *on-line* reklamiranje

Portali predstavljaju Web lokacije koje poseduju veliki broj linkova sa drugim web lokacijama koje nude dodatne informacije vezane za određenu oblast. Portali mogu biti javni (npr., *Yahoo*) ili privatni (npr., korporacijski portali). Na portalu se mogu nuditi opšte informacije ili informacije koje su usmerene ka određenoj interesnoj grupi korisnika.

On-line zajednice tipa *Linux, Apache*, ... i drugi *open source* modeli ne ostvaruju prihod od osnovnih proizvoda. Kompanije koje implementiraju ove modele ostvaruju prihode od prodaje pomoćnih proizvoda i usluga, usluga tehničke podrške, promocije usluga i proizvoda drugih kompanija, distribucije onih programskih paketa koji se iz određenog razloga ne mogu preuzeti sa web-a (*download*-ovati) *on-line* putem, (Slika 11.20).

Slika 11.20 *On*-line zajednica *Linux*

Poslovni model pretplate podrazumeva periodičnu pretplatu krajnjih korisnika za usluge koje dobija i koristi na Internetu. Pretplata se može plaćati na dnevnom, mesečnom ili godišnjem nivou. Web lokacije koje koriste ovaj poslovni model obično nude besplatan sadržaj kojem može pristupiti svaki korisnik Interneta. Većem delu onoga što se nalazi na sajtu mogu pristupiti samo registrovani članovi koji su platili određenu pretplatu. Ovaj model prihoda obično se kombinuje sa modelom *on-line* reklamiranja.

11.4.4. Etički aspekt e-trgovine

Organizacije koje se bave e-trgovinom treba da sagledaju sociološke i lične implikacije primene tehnologija e-trgovine, sa posebnim osvrtom na ugroženost privatnosti.

Direktni e-marketing i personalizacija proizvoda i usluga istovremeno su i velika prednost i velika opasnost za e-trgovinu, što u krajnjem slučaju zavisi od ugla posmatranja. Za kompanije tehnologije e-trgovine omogućuju brojne prednosti, ali za krajnje korisnike predstavljaju ugrožavanje privatnosti. Na primer, *Clickstream*—način otvaranja pojedinih sadržaja na sajtu, koristi se za formiranje korisničkog profila od strane reklamnih mreža kao što su *DoubleClick, ValueClick, 24/7 Real Medi.* Takođe, web sajtovi

koriste web logove, kolačiće (*cookies*), Web bubuce (*bugs*) i *spyware/adware* programe za profilisanje potrošača – istraživanje navika, poseta omiljenim lokacijama, hobija i potreba. Međutim, istovremeno ovi programi mogu snimiti lične podatke kao što su broj kreditne kartice, do kojih vešti hakeri lako mogu doći i zloupotrebiti ih. Zato je za mnoge potrošače, korišćenje ovih sistema - ugrožavanje privatnosti. Otuda se način zaštite privatnosti – politika privatnosti prodajnih i reklamnih mreža, kao i pravilna upotreba novih tehnologija, moraju regulisati usklađenim nacionalnim zakonima.

Oblast e-trgovine otvara brojna socijalna i etička pitanja. Svaka organizacija koja izgrađuje sistem e-trgovine treba da uspostavi etička pravila za rad na Internetu. Skup etičkih pravila organizacije treba da obuhvati, najmanje sledeće eksplicitne izjave da:

- organizacija poštuju prava privatnosti kupca,
- lični podaci kupca neće biti distribuirani bez njegovog ličnog odobrenja,
- kompanija informiše kupce o nameri da koristi njihove lične podatke dobijene prilikom *online* transakcije,
- kompanija obavezno traži odobrenje od kupca za takvu namenu,
- kompanija poštuje prava vlasništvu u mrežnom poslovanju i komunikaciji i način, i da kompanija nadgleda i prati navike kupca na Web sajtovima samo u legitimne poslovne svrhe (reklamiranja, ponude, marketinga).

11.5. ZAKLJUČAK

E-trgovina predstavlja razmenu poslovnih informacija, održavanje poslovnih veza i vođenje poslovnih veza između organizacija putem telekomunikacionih mreža i posebno Interneta. E- trgovina je dovela do reorganizacije unutrašnjeg poslovnog procesa i udruženja poslovnih organizacija kao i do kreiranja proizvoda u skladu sa potrebama kupca. Postoje tri glavne konfiguracije e-trgovine koje se zasnivaju na Internet tehnologiji: *intranet, extranet* i *javni Web sajtovi.*

Intranet je interni informacioni sistem zasnovan na Internet tehnologiji, koji obuhvata TCP/IP protokole i Web alate i međusobno povezuje pojedinace i delove odeljenja unutar organizacije. Intranet čine fizičke komponente (tehnologija) i informacioni sadržaj. Extranet je privatni, međuorganizacijski informacioni sistem koji povezuje intranet dve ili više kompanija u poslovnom udruženju. Extranet proširuje kros-funkcionalne aktivnosti među poslovnim partnerima i unapređuje njihove poslovne veze.

E-trgovina je namenjena za poslovne transakcije sa kupcima. Mada e-trgovina ima mnogo tehničkih zahteva, zahtevi koje treba ispuniti za funkcionisanje Web servera, softvera za e-trgovinu i bezbednost e-transakcija su posebno važni.

Kompanije koje posluju putem Interneta treba da definišu etičke norme ponašanja i da obezbede da kupac bude upoznat sa njihovim odlukama.

11.6. KLJUČNI TERMINI

Inteligent agents (inteligentni on-line agenti)- agenti „roboti" za pretraživanje, posebni programski posrednici koji traže na Internetu određene cene, raspoloživu robu ili usluge, prema specifikaciji kupaca.

Business to Business (**B2B**) – e-trgovina koja obezbeđuje digitalno omogućene komercijalne transakcije između organizcija.

Business to Commerc (B2C) - e-trgovina koja obezbeđuje digitalno omogućene komercijalne transakcije između organizacija i pojedinaca.

Business to Government (B2G) - e-trgovina koja obezbeđuje digitalno omogućene komercijalne transakcije između organizacija i vladinih agencija.

Commerce to Commerce (C2C)- e-trgovina koja obezbeđuje digitalno omogućene komercijalne transakcije između pojdinaca.

Digital money (Digitalni (elektronski) novac) - *elektronski* novac koji se definiše kao specifična „monetarna informacija" koja se putem digitalnih signala prenosi u „realnom vremenu" između učesnika u transakciji koji obavljaju plaćanje.

Extranet (Ekstranet) - prošireni intranet, računarska mreža organizacije Internet tipa koja omogućava pristup legalnih udaljenih korisnika; privatni inter-organizacijski informacioni sistem koji povezuje dve intranet mreže.

Electronic Commerce (Elektronska trgovina) - razmena poslovnih informacija, održavanje poslovnih veza i vođenje poslovnih transakcija između različitih organizacija putem telekomunikacionih mreža i predstavlja nešto više od skupa Internet tehnologija.

E-business (Elektronsko poslovanje) - digitalno omogućene transakcije i procesi u okviru jedne organizacije uz pomoć i pod kontrolom njenog IKT sistema.

Government to Government (G2G) – digitalno omogućene komercijalne transakcije između vladinih agencija.

Intranet - interni IKT sistem zasnovan na Internet klijent/server arhitekturi.

M-comerc (Mobilna trgovina) - omogućavaju je bežični mobilni uređaji, kao što su PDA, iPhone, iPod ili savremeni mobilni telefon, koji se mogu koristiti za pristup Internetu izvan klasične kancelarije.

Security protocols (Sigurnosni protokoli) – koriste se za zaštitu e-transakcija, kao što IPSec (IP Security protocol) i SSL (Secure Sokets Layer).

Virtual Private Network - VPN (Virtuelna privatna mreža) - koriste javne mreže (PSTN) sa zaštićenim protokolima (IPSec, SSL) i obezbeđuje siguran „tunel" za povezivanje intraneta poslovnih partnera kroz nebezbedne mreže Interneta.

PITANJA ZA PONAVLJANJE

- ☑ Definišite elektronsko poslovanje (*e-bussines*).
- ☑ Definišite elektronsku trgovinu (*Electronic Commerce*).
- ☑ Za pojavu koje tehnologije se vezuje početak B2B poslovanja?
- ☑ Koji je najvažniji oblik e-trgovine je?
- ☑ Koji su najčešći poslovni modeli e-trgovine na Internetu?
- ☑ Definišite posrednike na e-tržištima.
- ☑ Koja kompnijaje prvo primenila model online kupovine u kojem kupci nude svoju cenu za određeni proizvod, a posrednici traže prodavca koji može ponuditi tu robu?
- ☑ Kako ostvaruju prihode e- aukcionari?
- ☑ Šta se sve reklamira na web sajtovima za reklamiranje?
- ☑ Navedite kako ostvaruju prihode poznate e-kompanije koje implementiraju model interesne zajednice.
- ☑ Koje su glavne koristi od primene nekog modela e-trgovine?
- ☑ Definišite intranet i ekstranet mreže.
- ☑ Na koje načine organizacije mogu postaviti extranet?
- ☑ Koji su osnovni bezbednosni zahtevi za elektronske finansijske transakcije?
- ☑ Navedite glavne protokole zaštite u e-trgovini?
- ☑ Šta treba da obuhvate etička pravila organizacije?

LITERATURA:

1. Beekman George, *Computer Confluence –exploring tomorrow's tegnnology,* Prentice Hall*, 2006.*
2. Bishop Matt, *Computer Security: Art and Science,* Pearson Education, 2003
3. James A. Senn, *Information technology: principles, practices, opportunities*, Prentice Hall, 2004
4. FIPS 186-2, *Digital Signature Standard*, http://csrc.nist.gov/publications/fips/., 2005.
5. FIPS 196, *Entity Authentication Using Public Key Cryptography*, http://csrc.nist.gov/publications/fips/, 2005.
6. Laudon C. K., Traver C. G., *E-commerc. Bisiness, technology, society*, 2. Izdanje, Addison Wesley, 2004.
7. Milosavljević M, Veinović M, i dr. *ECDL moduli 1, 2, 3, 4, 6, 7,* Univerzitet Singidunum, 2006., ISBN: 86-85891-(01 do 07)-x
8. Milosavljević M., Grubor G., *Osnovi bezbednosti i zaštite informacionih sistema*, Univerzitet Singidunum, 2006.
9. Veinović M., Jevremović A., *Uvod u računarske mreže*, Univerzitet Singidunum, 2007., ISBN 978-86-85891-14-4
10. Veinović M., Šimić G., *Uvod u baze podataka*, Univerzitet Singidunum, 2007. ISBN 978-86-84277-70-3
11. NIST IR 7298, *Glossary of Key Information Security Terms,* http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/.
12. NIST SP 800-100, *Information Security Handbook: A Guide for Managers,* http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/.
13. NIST SP 800-25, *Federal Agency Use of Public Key Technology for Digital Signatures and Authentication,* http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/.)
14. Parker B. D., "*Informed consent," "The higher ethic," "Most restrictive action*"
15. *Security Challenges, Threats and Countermeasures,* http://www.ws-i.org/Profiles/BasicSecurity/SecurityChallenges-1.0.pdf.
16. U.S. Copyright Office Web Site: http://lcweb.loc.gov/copyright/
17. www.wikipedia the free encyclopedia, 2008.

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

004(075.8)

МИЛОСАВЉЕВИЋ, Милан, 1952-
Informatika / Milan Milosavljević, Mladen Veinović, Gojko Grubor. - 11. izd. - Beograd : Univerzitet Singidunum, 2017 (Loznica : Mobid). - XI, 355 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 1.100. - Bibliografija: str. 355.

ISBN 978-86-7912-542-2
1. Веиновић, Младен, 1962- [аутор] 2. Грубор, Гојко, 1949- [аутор]
а) Рачунарство
COBISS.SR-ID 246273036

© 2017.

Sva prava zadržana. Nijedan deo ove publikacije ne može biti reprodukovan u bilo kom vidu i putem bilo kog medija, u delovima ili celini bez prethodne pismene saglasnosti izdavača.