

# OSNOVE INFORMATIKE

© Ranko Čelustka

1.1 OBRADA PODATAKA.....	2
1.2 BROJEVNI SUSTAVI.....	4
<i>Dekadski sustav</i> .....	4
<i>Binarni sustav</i> .....	5
<i>Oktalni sustav</i> .....	7
<i>Heksadecimalni sustav</i> .....	8
<i>Prikaz brojeva i znakova u računalu</i> .....	9
<i>Prikaz nebrojevnih veličina u računalu</i> .....	13
1.3 ALGEBRA SUDOVA.....	16
<i>Sudovi</i> .....	16
<i>Relacijski operatori</i> .....	16
<i>Logički operatori</i> .....	17
1.4 GRAĐA RAČUNALA.....	20
1.5 PROGRAMI RAČUNALA.....	23
<i>Operativni sustav</i> .....	23
<i>Programski jezici</i> .....	24
<i>Korisnički programi</i> .....	25
1.6 POVEZIVANJE RAČUNALA U MREŽE.....	26
<i>Lokalne mreže</i> .....	26
<i>Internet</i> .....	27
1.7 POVIJESNI RAZVOJ RAČUNALA.....	29
1.8 OSOBNA RAČUNALA.....	32
<i>Osnovni dijelovi osobnog računala</i> .....	32
<i>Osnovne periferne jedinice računala</i> .....	33
<i>Povezivanje i uključivanje računala</i> .....	39
1.9 PROGRAMI ZA OSOBNA RAČUNALA.....	40
<i>Operativni sustavi</i> .....	40
<i>Programi za obradu teksta</i> .....	40
<i>Programi za obradu baza podataka</i> .....	41
<i>Proračunske tablice</i> .....	41
<i>Programi za stolno izdavaštvo</i> .....	41
<i>Sustavi za razvoj programa</i> .....	42
<i>CAD/CAM programi</i> .....	42
<i>Uslužni programi</i> .....	42

## 1.1 Obrada podataka

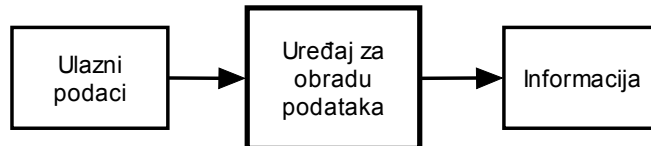
Ljudi već tisućama godina pohranjuju, razmjenjuju i obrađuju podatke koristeći pri tome razna pomagala i uređaje. Zadnjih nekoliko stoljeća mogućnosti u tom pogledu značajno su porasle. Spomenimo izum tiskarskog stroja 1450. godine, te izume fotografije 1826. godine i telegrafije 1837. godine. Vrhunac je dostignut masovnom proizvodnjom elektroničkih digitalnih računala u drugoj polovici 20. stoljeća.

Znanost koja se bavi razvojem i upotrebom uređaja i postupaka za obradu podataka zove se **informatika**. Termin informatika nastao je od francuske riječi *information* i *automatique*, a pojavio se kao sinonim za automatsku obradu podataka.

Obrada podataka vrši se s ciljem da se iz određene skupine podataka dobije podatak koji za određenu osobu ima neko značenje. Takav podatak nazivamo **informacija**. Dakle, treba razlikovati termine podaci i informacija. Podaci su skup činjenica o nekim događajima, objektima, itd., dok su informacije obrađeni podaci, važni i korisni njihovom korisniku.

Riječ informacija potječe od latinske riječi *informatio* koja znači: predodžba, pojam, obris, kontura, skica.

Proces obrade podataka prikazuje slijedeća slika. Podaci se predaju uređaju za obradu podataka koji na osnovu njih formira izlazne podatke, tj. informaciju. Na temelju istog skupa ulaznih podataka mogu se dobiti različite informacije, što ovisi o tome kakav problem korisnik želi riješiti, tj. što je konkretni zadatak obrade podataka. Primjerice, na temelju podataka prikupljenih popisom stanovništva možemo doći od raznih informacija: prosječne starosti, postotka visokoobrazovanog stanovništva, postotka maloljetnog stanovništva, itd.



Slika 1.1.1 Obrada podataka

Uređaj za obradu podataka ne mora nužno biti elektroničko digitalno računalo, iako se zadnjih godina pojam obrade informacije veže najčešće uz takve uređaje.

### Primjer 1.1.1

Ulazna podaci: Izračunati  $12 \cdot 43$ . Tražena informacija: 516.

```

    12 * 43
    -----
     36
    +48
    -----
    516
  
```

```

    43
    43
    43
    +
    .
    .
    43
    ----
    516
  
```

Do tražene informacije općenito se može doći na više načina. U ovom primjeru poslužili smo se postupkom množenja poznatim iz osnovne škole i činjenicom da se množenje može svesti na zbrajanje. Mogli smo upotrijebiti i kalkulator i u tom slučaju on bi izvršio obradu podataka umjesto nas.

### Primjer 1.1.2

Ulazna podaci: poredati po abecedi slijedeća imena: Ivan, Ana, Suzana, Robert.

Tražena informacija: Ana, Ivan, Robert, Suzana.

## Uređaji za obradu podataka

Razvoj elektronike u 20. stoljeću omogućio je izgradnju uređaja za obradu podataka koji se nazivaju digitalna elektronička računala ili kraće **računala** (engl. *computer*). Računala danas čine daleko najveći dio uređaja za obradu podataka i u daljem tekstu govoriti ćemo isključivo o njima

Prema **namjeni** računala možemo podijeliti u dvije grupe:

- računala specijalne namjene i
- računala opće namjene.

Računalo specijalne namjene namijenjeno je rješavanju specifičnog problema i obično je manje, jeftinije i učinkovitije u rješavanju tog problema od računala opće namjene. Takvo računalo može regulirati brzinu električnog motora, upravljati strojem za pranje rublja, video-rekorderom, itd. Nas će zanimati računala opće namjene koja su građena tako da se mogu lako programirati da rješavaju gotovo bilo koji problem, kao što je obrada teksta, rješavanje matematičkih problema, ekonomske i tehničke analize, vođenja knjigovodstva, itd.

Računala možemo podijeliti i prema **snazi**. Kada se govori o snazi računala, osnovni kriterij je broj operacija koje procesor računala može načiniti u jednoj sekundi, veličina radne memorije, vanjskih memorija i sl. Prema snazi i veličini računala se dijele na:

- superračunala,
- centralna računala,
- mini računala,
- radne stanice i
- osobna računala.

Superračunala su najsnažnija računala koja postoje u nekom trenutku. Obično se upotrebljavaju za složene znanstvene i inženjerske proračune.

Centralna računala (engl. *mainframe*) su po snazi slična superračunalima, ali su konstruirana tako da mogu posluživati istovremeno nekoliko stotina, pa i tisuća korisnika. Upotrebljavaju ih velike kompanije i državne ustanove. Danas se češće koristi termin veliki serveri (engl. *large servers, enterprise server*).

Mini računala su računala za manje i srednje kompanije ili odjele velikih kompanija, manje su snage od centralnih računala i mogu opsluživati istovremeno 4 - 100 korisnika. Danas se češće koristi termin srednji serveri (engl. *mid range servers*).

Radne stanice su računala namijenjena za razne simulacije i grafičke programe. Obično imaju snažne sklopove za rad s grafikom i za matematičke operacije s realnim brojevima. Koristi ih jedan korisnik.

Najraširenija skupina je skupina osobnih računala, koja su namijenjena radu jednog korisnika i obično se nalaze na njegovom radnom stolu (odatle potječe ime). Osobna računala jeftina su računala namijenjena za poslovnu primjenu, primjerice za obradu teksta, rad s bazama podataka i sl. Zahvaljujući minijaturizaciji i maloj potrošnji električne energije osobna računala mogu biti prijenosna.

### Pitanja:

1. Što su to računala?
2. Čemu služe računala?
3. Kako smo i po kojem kriteriju podijelili računala?
4. Što je to informatika?
5. Što je to informacija?
6. Nacrtajte i objasnite shemu obrade podataka.
7. Navedite barem dva vlastita primjera obrade podataka.



**Slika 1.1.2 Cray - 1  
super-računalo iz 1976. godine  
(veličine 1.8 x 2.1m)**

## 1.2 Brojevni sustavi

Paralelno s razvojem pisma, razvijali su se i znakovi za prikaz brojeva. Potreba stvaranja naziva i znakova za veće brojeve bila je prva okolnost koja je prisilila čovjeka na traženje sustavnih postupaka. Na primjer, brojevi 1, 2, 3, 4 mogli bi se označavati s I, II, III, IIII, ali je ovakav sustav nemoguće zadržati za velike brojeve. Zbog toga razvijeni brojevni sustavi, tj. načini označavanja brojeva nizovima znakova - znamenki.

Postoje različiti sustavi, a danas je u upotrebi tzv. aditivno-multiplikativni sustav koji su u Evropu prenijeli Arapi, a razvijen je u Indiji. U tom sustavu možemo po volji veliki broj napisati pomoću svega nekoliko različitih znamenki (najmanje dvije). Svaka znamenka toga sustava ima svoju brojevnju i mjesnu vrijednost. Takav sustav se zato naziva i težinski ili položajni. Krajnje lijeva znamenka ima najveću težinu, a krajnje desna znamenka najmanju. Zbog toga se krajnje lijeva znamenka zove najznačajnijom znamenkom, a krajnje desna znamenka najmanje značajnom znamenkom. Broj upotrijebljenih znamenki određuje osnovu (bazu) sustava. Opći prikaz broja  $R$  u težinskom sustavu je:

$$R = d_n d_{n-1} \dots d_2 d_1 d_0 \cdot d_{-1} d_{-2} \dots d_{-(m-1)} d_{-m} = \\ = d_n B^n + d_{n-1} B^{n-1} + \dots + d_2 B^2 + d_1 B^1 + d_0 B^0 + d_{-1} B^{-1} + d_{-2} B^{-2} + \dots + d_{-(m-1)} B^{-(m-1)} + d_{-m} B^{-m}$$

gdje je  $d_i$  odgovarajuća znamenka ( $d_i \leq (B-1)$ ), a  $B$  osnova sustava.

Danas je uobičajen težinski sustav s osnovom 10. Razlog je anatomske prirode: čovjek ima deset prstiju koje je koristio kao pomoćno sredstvo prilikom računanja. Zapravo, sustav s osnovom 12 bio bi praktičniji (djeljivost bez ostatka s 2, 3, 4, 6), ali bi prijelaz na njega uzrokovao velike probleme. Zanimljivo je i to da su Babilonci upotrebljavali sustav s osnovom 60, čije tragove nalazimo kod mjera za kut i vrijeme. Računala koriste binarni brojevni sustav, tj. sustav s osnovom 2. Takav sustav je najjednostavniji jer zahtijeva svega dvije znamenke (0 i 1), a to znači i jednostavne elektroničke sklopove za prikaz tih znamenki. U računarstvu se upotrebljavaju i sustavi s osnovom 8 i 16, prvenstveno zbog lagane pretvorbe između njih i binarnog sustava, pa se katkada koriste za skraćeni prikaz binarnih brojeva.

### Dekadski sustav

Dekadski sustav ima osnovu 10 i koristi slijedeće znamenke: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Svaka znamenka dekadskog broja ima svoju težinu koja je potencija broja 10 ( $10^i$ ). Pritom je eksponent ( $i$ ) cijeli broj, a njegova vrijednost određena je položajem znamenke u broju.

#### Primjer 1.2.1

$$43 = 4 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0 \\ 444 = 4 \cdot 10^2 + 4 \cdot 10^1 + 4 \cdot 10^0 \\ 72056 = 7 \cdot 10^4 + 2 \cdot 10^3 + 0 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^1 + 6 \cdot 10^0 \\ 12.5 = 1 \cdot 10^1 + 2 \cdot 10^0 + 5 \cdot 10^{-1}$$

Može nas zanimati koliko različitih brojeva možemo prikazati brojem koji ima  $n$  znamenki (npr. kod kalkulatora i računala  $n$  je ograničen). Tada govorimo o **kapacitetu ( $K$ ) broja s  $n$  znamenki:  $K = B^n$** , gdje je  $B$  osnova brojevnog sustava. Dakle, kapacitet je broj koji nam kaže koliko različitih brojeva možemo prikazati s  $n$  znamenki, ako je zadana osnova sustava. Najveći broj  $M$  koji možemo prikazati s  $n$  znamenki je za jedan manji od kapaciteta, tj.:  $M = B^n - 1 = K - 1$ .

#### Primjer 1.2.2

S 4 znamenke u dekadskom sustavu možemo prikazati  $10^4 = 10000$  različitih brojeva, a najveći je  $10000 - 1 = 9999$ .

## Binarni sustav

Znamenke binarnog sustava su **0** i **1**, a njegova osnova **B = 2**. Binarna znamenka zove se **bit** (skraćeno od engleskog izraza **Binary digit**). Ukupni kapacitet **K** binarnog broja s n bita je  $K = 2^n$ , a najveći broj M koji možemo prikazati je  $M = 2^n - 1 = K - 1$ .

### Primjer 1.2.3

S 8 bita možemo prikazati  $2^8=256$  različitih brojeva, najveći je 255 ( $11111111_2$ ), a najmanji je 0 ( $00000000_2$ ).

### Pretvorba binarnog broja u dekadski

Kao i kod dekadskog sustava radi se o težinskom sustavu, dakle primjerice vrijedi:

$$101101_2 = 1*2^5 + 0*2^4 + 1*2^3 + 1*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0 = 32 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1 = 45_{10}$$

Na taj način možemo bilo koji binarni broj pretvoriti u dekadski. Kod dekadskog broja obično ne označavamo osnovu sustava, ali, ako se radi o nekoj drugoj osnovi, moramo je označiti kao u prethodnom primjeru.

### Primjer 1.2.4

$$11001_2 = 1*2^4 + 1*2^3 + 0*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0 = 25_{10}$$

### Primjer 1.2.5

$$1.111_2 = 1*2^0 + 1*2^{-1} + 1*2^{-2} + 1*2^{-3} = 1 + 0.5 + 0.25 + 0.125 = 1.875_{10}$$

### Primjer 1.2.6

Može li broj 1020 pripadati binarnom sustavu? Ne može. Zašto? Za svaku znamenku d mora vrijediti  $d \leq (B-1)$ . Budući da je  $B=2$ , za znamenku 2 broja 1020 ne vrijedi  $2 \leq 1$ .

### Pretvorba dekadskog broja u binarni

Pretvorba prirodnog dekadskog broja u binarni može se opisati slijedećim postupkom:

1. Podijeliti dekadski broj s 2.
2. Zapisati ostatak dijeljenja (0 ili 1).
3. Dobiveni kvocijent (cjelobrojni dio) podijeliti s 2.
4. Zapisati ostatak dijeljenja.
5. Ako kvocijent nije 0 vratiti se na točku 3.

Ostaci dijeljenja koje smo zapisivali predstavljaju traženi binarni broj koji treba čitati obrnuto, tj. zadnja dobivena znamenka je najznačajnija znamenka, a prva dobivena znamenka je najmanje značajna znamenka.

### Primjer 1.2.7

Pretvoriti dekadski broj 43 u binarni.

$$\begin{array}{rcll} 43 : 2 = 21 & \text{--} & \text{ostatak } 1 \\ 21 : 2 = 10 & \text{--} & \text{ostatak } 1 \\ 10 : 2 = 5 & \text{--} & \text{ostatak } 0 \\ 5 : 2 = 2 & \text{--} & \text{ostatak } 1 \\ 2 : 2 = 1 & \text{--} & \text{ostatak } 0 \\ 1 : 2 = 0 & \text{--} & \text{ostatak } 1 \end{array}$$

Prema tome, dobije se  $43_{10} = 101011_2$

**Primjer 1.2.8**

Načiniti tablicu dekadskih brojeva od 0 do 18 i njihovih binarnih ekvivalenta. Uočite kako se broji u binarnom sustavu.

Dekadski brojevi manji od 1 pretvaraju se u binarne brojeve upotrebom slijedećeg postupka:

1. Pomnožiti dekadski broj s 2.
2. Ako je dobiveni broj veći od 1 iza točke u binarnom broju napiše se 1.
3. Ako je dobiveni broj manji od 1 iza točke u binarnom broju napiše se 0. Postupak se ponavlja s dijelom umnoška iza decimalne točke s time da se 0 ili 1 dopisuje već napisanim brojevima (s desne strane).

Dekadski	Binarno
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111
16	10000
17	10001
18	10010

**Primjer 1.2.9**

Pretvoriti dekadski broj 0.625 u binarni.

$$0,625 \cdot 2 = 1.250 \quad \text{-- bilježimo 1}$$

$$0.250 \cdot 2 = 0.500 \quad \text{-- bilježimo 0}$$

$$0.500 \cdot 2 = 1.000 \quad \text{-- bilježimo 1}$$

$$0.625_{10} = 0.101_2$$

Ispravnost pretvorbe može se provjeriti tako da se dobiveni binarni broj ponovo pretvori u dekadski:

$$0.101_2 = 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} = 0.625_{10}$$

Ako imamo realni dekadski broj veći od 1, možemo ga pretvoriti u binarni broj tako da pretvorimo posebno cjelobrojni dio, a posebno dio iza decimalne točke, a dobivene binarne brojeve zbrojimo.

**Primjer 1.2.10**

Pretvoriti 43.625 u binarni broj.

$$\text{Od prije imamo: } 43_{10} = 101011_2 \text{ i } 0.625_{10} = 0.101_2. \text{ Dakle, } 43.625_{10} = 101011.101_2.$$

**Zbrajanje binarnih brojeva**

Zbrajanje binarnih brojeva može se naučiti imajući u vidu slijedeće pravila za zbrajanje dva bita:

$$0+0=0$$

$$0+1=1$$

$$1+0=1$$

$$1+1=0 \text{ i prijenos 1}$$

Prijenos se prenosi u slijedeći stupac.

**Primjer 1.2.11**

001101	kontrola:	13
+100101		+37
-----		--
110010		50

**Primjer 1.2.12**

1011011		91
+1011010	+	90
-----		----
10110101		181

## Oktalni sustav

Oktalni sustav ima osnovu **8** i koristi slijedeće znamenke: **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7**. Kapacitet (**K**) **n** oktalnih znamenki je  $K = 8^n$ , a najveći broj (**M**) koji možemo prikazati s **n** znamenki je  $M = 8^n - 1 = K - 1$ . U informatici se oktalni sustav koristi za skraćeni prikaz binarnih brojeva.

### Primjer 1.2.13

S dvije oktalne znamenke možemo prikazati  $8^2 = 64$  različita broja, a najveći je  $8^2 - 1 = 63$  ( $77_8$ ).

## Pretvorba oktalnog broja u dekadski

Pretvorba se vrši jednako kao i u slučaju binarnog broja, što pokazuje slijedeći primjer.

### Primjer 1.2.14

Pretvoriti oktalne brojeve 37, 142 i 364 u dekadске.

$$\begin{aligned} 37_8 &= 3 \cdot 8^1 + 7 \cdot 8^0 = 24 + 7 = 31_{10} \\ 142_8 &= 1 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 2 \cdot 8^0 = 64 + 32 + 2 = 98_{10} \\ 364_8 &= 3 \cdot 8^2 + 6 \cdot 8^1 + 4 \cdot 8^0 = 192 + 48 + 4 = 244_{10} \end{aligned}$$

## Pretvorba oktalnog broja u binarni i binarnog u oktalni

Ovo je vrlo jednostavna pretvorba i zbog toga se oktalni sustav koristi za skraćeni prikaz binarnih brojeva. Svaku oktalnu znamenku treba prikazati s tri bita i obrnuto.

### Primjer 1.2.15

Pretvoriti oktalni broj 76543 u binarni.

$$\begin{array}{cccccc} 7 & 6 & 5 & 4 & 3 & \\ 111 & 110 & 101 & 100 & 011 & \end{array}$$

$$\text{Dakle, } 76543_8 = 111110101100011_2.$$

### Primjer 1.2.16

Pretvoriti binarni broj 1101101111 oktalni.

Potrebno je rastaviti binarni broj u grupe po tri bita počevši s desne strane. Ako na kraju nedostaju znamenke, treba dodati jednu ili dvije nule s lijeve strane. Svaku grupu od tri bita treba zamijeniti jednom oktalnom znamenkom.

$$1101101111_2 = 001\ 101\ 101\ 111_2 = 1557_8$$

## Pretvorba dekadskog broja u oktalni

Primjenjuje se jednaki algoritam kao i u slučaju dekadsko - binarne pretvorbe, s razlikom da se dijeli s 8.

### Primjer 1.2.17

Pretvoriti dekadski broj 127 u oktalni.

$$\begin{array}{lcl} 127 & : & 8 = 15 \quad \text{-- ostaje } 7 \\ 15 & : & 8 = 1 \quad \text{-- ostaje } 7 \\ 1 & : & 8 = 0 \quad \text{-- ostaje } 1 \end{array}$$

$$\text{Dakle, } 127_{10} = 177_8.$$

## Heksadecimalni sustav

Heksadecimalni sustav ima osnovu **16** i koristi znamenke **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F**. Vidimo da heksadecimalni sustav koristi slova A - F za dekadске ekvivalente 10 - 15. S n heksadecimalnih znamenki možemo prikazati  $K = 16^n$  različitih brojeva, a najveći je  $M = 16^n - 1 = K - 1$ . U informatici se heksadecimalnim sustavom služimo za skraćeni prikaz binarnih brojeva.

### Pretvorba heksadecimalnog broja u dekadski

Pretvorba se vrši kao i kod binarnog i oktalnog sustava, što ilustrira slijedeći primjer.

#### Primjer 1.2.18

Pretvoriti heksadecimalne brojeve 23, 3B i 1AF u dekadске.

$$23_{16} = 2 \cdot 16^1 + 3 \cdot 16^0 = 32 + 3 = 35_{10}$$

$$3B_{16} = 3 \cdot 16^1 + B \cdot 16^0 = 3 \cdot 16^1 + 11 \cdot 16^0 = 48 + 11 = 59_{10}$$

$$1AF_{16} = 1 \cdot 16^2 + A \cdot 16^1 + F \cdot 16^0 = 1 \cdot 16^2 + 10 \cdot 16^1 + 15 \cdot 16^0 = 256 + 160 + 15 = 431_{10}$$

### Pretvorba dekadskog broja u heksadecimalni

Pretvorba cijelog dekadskog broja u heksadecimalni vrši se dijeljenjem s 16, slično kao i pretvorbe u binarni i oktalni sustav.

#### Primjer 1.2.19

Pretvoriti dekadski broj 127 u heksadecimalni.

$$127 : 16 = 7 \quad \text{-- ostaje } 15 \text{ (F)}$$

$$7 : 16 = 0 \quad \text{-- ostaje } 7$$

$$\text{Dakle, } 127_{10} = 7F_{16}.$$

### Pretvorba heksadecimalnog broja u binarni i obratno

Pretvorba je jednaka kao u slučaju oktalnog broja, ali se radi s grupom od četiri bita. Svakoј heksadecimalnoj znamenki odgovaraju četiri binarne znamenke (bita).

#### Primjer 1.2.20

Načiniti tablicu dekadskih brojeva od 0 do 16 i njihovih binarnih, oktalnih i heksadecimalnih ekvivalenta.

Dekadski	Binarni	Oktalni	Heksadecimalni
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10



**Primjer 1.2.21**

Pretvoriti heksadecimalni broj AF3 u binarni

$$A_{16} = 10_{10} = 1010_2 \quad F_{16} = 15_{10} = 1111_2 \quad 3_{16} = 0011_2$$

$$AF3_{16} = 101011110011_2$$

**Primjer 1.2.22**

Pretvoriti binarni broj 1110110011 u heksadecimalni.

Prvo treba podijeliti binarni broj u grupe po četiri bita, počevši s desne strane. Kako zadnja grupa sadrži samo dva bita, treba je nadopuniti na četiri bita dodavanjem dvije nule s lijeve strane. Svaku grupu od četiri bita treba prikazati jednom heksadecimalnom znamenkom.

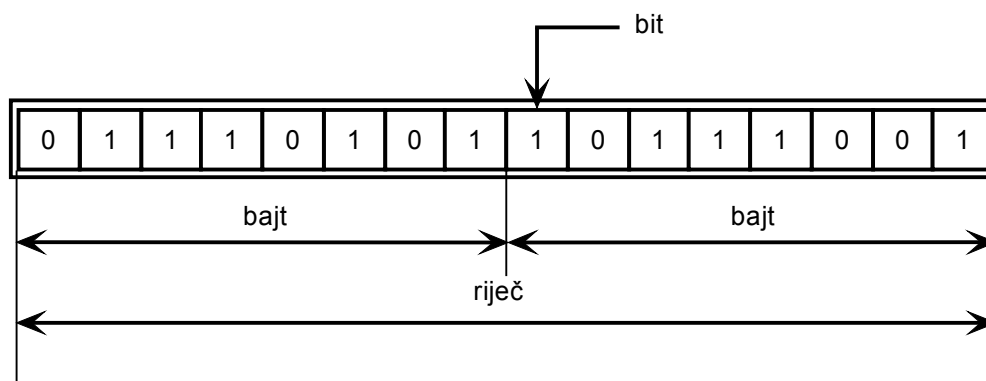
$$1110110011_2 = 0011\ 1011\ 0011 = 3B3_{16}$$

**Prikaz brojeva i znakova u računalu**

Za pohranu brojeva u računalu služi elektronički sklop koji se naziva **bistabil**. Naziv bistabil dolazi otuda što takav sklop ima dva stabilna stanja. Jedno stanje (npr. niskog napona) odgovara znaku 0, a drugo stanje (npr. visokog napona) odgovara znaku 1. Prema tome bistabil je sklop koji može zapamtiti znamenku 1 ili 0 (jedan bit). Kako se binarni broj sastoji od više znamenki (bitova) za prikaz broja moramo upotrijebiti nekoliko bistabila. Takva grupa bistabila čini **registar**. Registri su sastavni dio svih dijelova računala. Broj bistabila u registru nekog računala određuje njegovu **duljinu**. Duljina većine registara u nekom računalu je određena duljinom riječi računala. **Riječ** je količina informacija koju računal može obraditi u jednoj operaciji, pohraniti u memoriju, odnosno dobiti iz memorije. Najčešće duljine riječi (pa prema tome i registara) su 8, 16, 32 i 64 bita, a kod osobnih računala danas je uobičajena duljina riječi od 32 bita.

Grupa od 8 bitova obično se naziva **bajt** (*byte*). Jedan bajt se sastoji od osam bitova. Bit se skraćeno označava s **b**, a bajt s **B**, pa vrijedi **1B = 8b**. Dakle, osobna računala imaju duljinu riječi od 4B ili 32b.

Slijedeća slika prikazuje registar duljine 16 bita (2 bajta). Svaki bistabil simbolički je prikazan kao jedan kvadratić u koji je zapisan jedan bit. Informacija pohranjena u registru čini jednu riječ. Riječ može predstavljati broj, znak, kod neke instrukcije i sl. Kako je sadržaj jednog bistabila 0 ili 1, a registar se u ovom slučaju sastoji od 16 bistabila, možemo jednom riječju predstaviti  $2^{16}$  različitih objekata, na primjer  $2^{16}$  različitih brojeva ( $2^{16} = 65536$ ).



Slika 1.2.1

Za pohranu podataka i programa u računalu služi memorija računala koja se može predočiti kao skup registara o čemu će više riječi biti u narednom poglavlju. Za sada nas zanima u kom obliku se podaci zapisuju u memoriju računala. Osnovni tipovi podataka koji se upisuju u memoriju računala su brojevi (prirodni, cijeli i realni) i znakovi (slova, znamenke, znakovi interpunkcije i sl.).

**Prikaz prirodnih brojeva**

Prirodni brojevi se zapisuju u memoriju računala slično kao što bi ih zapisivali na papir. Najvažnija razlika je u tome što je broj bitova u računalu koji imamo na raspolaganju za prikaz broja ograničen. Broj bita za prikaz broja nije proizvoljan i može biti jednak duljini riječi, ali i duplo manji (polu riječ) ili duplo veći (dvostruka riječ). Što ćemo odabrati, ovisi o našoj procjeni veličina brojeva koji će se u našim proračunima pojaviti.

**Primjer 1.2.23**

Na raspolaganju za prikaz broja imamo jedan bajt. Kako će u memoriji računala biti prikazan dekadski broj 8?

$$8_{10} = 1000_2$$

U memoriji računala biti će zapisano 00001000. Važno je uočiti da smo napisali i nule s lijeve strane što je uobičajeno kada se prikazuje sadržaj nekog dijela memorije. Na taj način se vidi koliko je bita određeno za prikaz broja, te iznos svakog bita.

**Primjer 1.2.24**

Na raspolaganju za prikaz broja imamo dva bajta. Kako će u memoriji računala biti prikazan binarni broj 11011? Koji je najveći, a koji najmanji dekadski broj koji možemo prikazati s dva bajta?

Broj 11011<sub>2</sub> će s dva bajta biti prikazan kao 0000000000011011.

Najmanji broj je 0000000000000000 (=0<sub>10</sub>), a najveći 1111111111111111 (=2<sup>16</sup>-1=65535<sub>10</sub>)

**Primjer 1.2.25**

Na raspolaganju za prikaz prirodnog broja imamo dva bajta. Kako će u memoriji računala biti prikazan broj 1F4B<sub>16</sub>?

Odgovor glasi: 0001111101001011. Uočite praktičnost prikaza stanja dva bajta pomoću heksadecimalnog sustava.

Ovakav način prikaza prirodnih brojeva u memoriji računala naziva se **prirodni binarni kod**.

Jedna od posljedica ograničenog broja bitova za prikaz brojeva u računalu je i pojava **preljeva** (carry) kod aritmetičkih operacija. Naime, rezultat neke aritmetičke operacije može zauzimati više bita nego što imamo na raspolaganju. Ako se to dogodi rezultat aritmetičke operacije nije točan (jer nedostaju bitovi najveće težine) i tada treba registrirati pojavu greške prilikom izvođenja aritmetičke operacije.

**Primjer 1.2.26**

Za prikaz brojeva u računalu na raspolaganju je jedan bajt. Zbrojiti binarne brojeve 10101010 i 1000000.

$$\begin{array}{r} 10101010 \\ +10000000 \\ \hline 100101010 \end{array}$$

Vidimo da rezultat zauzima 9 bita. Deveti bit biti će "odsječen" i izgledati će da je rezultat 00101010, što je pogrešno. Zato u sklopu za zbrajanje postoji i deveti bit (ako se radi o sklopu koji može zbrajati 8-bitne brojeve), koji služi za kontrolu ispravnosti dobivenog rezultata. Ako je deveti bit nula, rezultat je ispravan, a, ako je jednak jedinici rezultat nije ispravan jer je došlo do preljeva. U našem slučaju deveti bit je jednak jedinici, što znači da rezultat 00101010 nije točan.

**Prikaz cijelih brojeva**

Negativne brojeve prikazujemo dodajući znak minus (-) ispred apsolutne vrijednosti broja. Međutim, računalo upotrebljava binarni sustav zato jer je građeno od elektroničkih sklopova koji imaju samo dva stanja (npr. niskog i visokog napona), koja predstavljaju znak 0 ili znak 1. Prema tome, umjesto znakova plus i minus moramo koristiti znakove 0 ili 1.

U računalu za prikaz nekog broja imamo na raspolaganju određen broj znamenki (bitova). Na primjer, za prikaz nekog broja možemo imati na raspolaganju memorijska lokaciju dužine 4 bita. Ako želimo prikazati i cijele brojeve moramo jedan **bit** odvojiti za **predznak**. Za predznak se odvajaju krajnji lijevi

bit. Ako je on 0, to znači da je broj pozitivan, a ako je on 1, to znači da se radi o negativnom broju. Na primjer,  $0001_2$  bi bio broj  $+1_{10}$ , a  $1001_2$  bi bio broj  $-1_{10}$ . Takav način prikazivanja negativnih brojeva je vrlo jednostavan, ali je pritom postupak zbrajanja i oduzimanja relativno kompliciran. Osim toga postoje dvije nule ( $+0$  i  $-0$ ).

Zbog navedenih razloga primjenjuje se često tehnika **dvojnog komplementa**. Bit za predznak u tehnici dvojnog komplementa interpretira se kao binarno mjesto s odgovarajućim težinskim faktorom, ali s negativnim predznakom.

### Primjer 1.2.27

Broj  $1011_2$  prikazan u registru od 4 bita tehnikom dvojnog komplementa shvaćamo ovako:

$$1011_2 = -1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = -8 + 0 + 2 + 1 = -5_{10}.$$

Dvojni komplement nekog binarnog broja dobiva se tako da se slijedi slijedeći postupak:

1. Nadopuniti broj čiji dvojni komplement tražimo na broj bita koji imao na raspolaganju za prikaz broja dodajući nule s lijeve strane.
2. U dobivenom broju zamijenimo nule s jedinicama i obratno.
3. Dodati 1.
4. Ako se pojavi prijenos koji bi zahtijevao dodatni bit on se zanemaruje.

### Primjer 1.2.28

Na raspolaganju za prikaz broja je 8 bita. Prikazati dekadski broj  $-5$  tehnikom dvojnog komplementa.

Broj  $101_2$  ( $5_{10}$ ) nadopunimo s nulama i dobijemo:  $00000101$ .

Zamijenimo nule i jedinice i dobijemo:  $11111010$ .

Dodamo 1:

$$\begin{array}{r} 11111010 \\ +00000001 \\ \hline 11111011 \end{array} \quad \text{Dakle, } -5 = 11111011_2.$$

Binarno	Dekadski
0111	7
0110	6
0101	5
0100	4
0011	3
0010	2
0001	1
0000	0
1111	-1
1110	-2
1101	-3
1100	-4
1011	-5
1010	-6
1001	-7
1000	-8

### Primjer 1.2.29

Naći dvojni komplement binarnog broja  $00000000$ .

Provođenjem gornjeg postupka dobivamo  $(1)00000000$ . Jedinica nastala prijenosom prilikom zbrajanja bila bi deveti bit i nju odbacujemo. Dvojni komplement broja  $00000000$  je  $00000000$ .

Možemo postaviti slijedeće pitanje: Kako znamo da li je u registru upisan negativan broj ili pozitivan broj koji počinje s jedinicom? Radi se o dogovoru. Moramo uvijek naglasiti da radimo s cijelim brojevima u tehnici dvojnog komplementa ili da radimo samo s prirodnim brojevima. Drugim riječima, moramo znati što sadrži neka memorijska lokacija (registar): prirodni broj, cijeli broj, realni broj, znakove u ASCII kodu itd..

### Primjer 1.2.30

Imamo na raspolaganju 4 bita za prikaz broja. Koliko možemo prikazati brojeva ako prikazujemo samo pozitivne (prirodne) brojeve, a koliko brojeva možemo prikazati ako prikazujemo i negativne brojeve tehnikom dvojnog komplementa?

Ako prikazujemo samo pozitivne brojeve možemo prikazati 16 ( $2^4$ ) različitih brojeva (od  $0000_2$  do  $1111_2$ ). Ako odvojimo jedan bit za predznak možemo prikazati 8 pozitivnih i 8 negativnih brojeva, dakle ukupno također 16 brojeva što pokazuje tablica.

Prednost upotrebe dvojnog komplementa za zapis cijelih brojeva je u činjenici da se **oduzimanje binarnih brojeva** svodi se na pribrajanje vrijednosti dvojnog komplementa broja koji je trebao biti oduzet. Pritom treba zanemariti eventualni dodatni bit koji nastaje prijenosom kod zbrajanja.

**Primjer 1.2.31**

$$0101_2 - 0010_2 = ? \quad (5_{10} - 2_{10} = ?)$$

Prvo se nađe dvojni komplement broja 0010. To je 1101+1=1110.

$$\begin{array}{r} 0101 \\ +1110 \\ \hline 10011 \end{array}$$

Peti bit nastao prijenosom treba zanemariti. Rezultat je 0011<sub>2</sub> (3<sub>10</sub>).

**Prikaz realnih brojeva**

Realni brojevi prikazuju se u dekadskom sustavu tako da točka odjeljuje cijeli dio od razlomljenog dijela. Na primjer 12.343, 0.000233, 112000.1 su realni dekadski brojevi. Ovakav način prikaza (ponekad nazivan **zapis s nepokretnom točkom**) nepraktičan je za jako velike ili jako male brojeve. U tom slučaju koristi se **eksponencijalni prikaz** realnog broja (nazvan i **zapis s pokretnom točkom**). Na primjer, masa elektrona vrlo je mala i iznosi 9.109\*10<sup>-31</sup> kg, a njegov naboj 1.602\*10<sup>-19</sup> C. Brzinu svjetla također je praktičnije prikazati u eksponencijalnom prikazu jer se radi o velikom broju (3\*10<sup>8</sup> m/s). Zapis tog oblika sastoji se od mantise, osnove i eksponenta. Na primjer, broj 15.825 mogli bi u zapisu s pokretnom točkom zapisati ovako:

	<b>mantisa</b>	<b>eksponenet</b>	<b>osnova</b>
15.825 = 15.825 * 10 <sup>0</sup>	15.825	0	10
= 0.15825 * 10 <sup>2</sup>	0.15825	2	10
= 15825 * 10 <sup>-3</sup>	15825	-3	10

Vidi se da se na ovaj način broj može zapisati na mnogo načina. Ako se postavi ograničenje na mantisu takvo da se ona uvijek nalazi u području:

$$B^{-1} \leq |mantisa| < 1,$$

gdje je B osnova brojevnog sustava, govorimo o **normiranom prikazu**. Dakle, u normiranom prikazu točka se postavlja ispred najznačajnijeg broja koji nije nula, što pokazuju slijedeći primjeri:

<b>decimalni broj</b>	<b>mantisa</b>	<b>eksponent</b>
15.825	0.15825	2
0.054	0.54	-1
1234	-0.1234	4
0.0	0.0	0
0.00343	-0.343	-2

U dekadskom brojevnom sustavu mantisa se nalazi između 0.1 i 1. Naravno, iznimka je broj nula. U binarnom brojevnom sustavu (B = 2, 2<sup>-1</sup> = 0.5) za mantisu vrijedi: 0.5 ≤ |mantisa| < 1.

U računalu se realni brojevi prikazuju u zapisu s pokretnom točkom. Takav zapis može zauzimati jednu ili dvije riječi (4 ili 8B). Od toga jedan dio (manji) zauzima eksponent, a drugi dio mantisa. Nula kojom započinje mantisa u normiranom prikazu se ne zapisuje. Mantisa i eksponent mogu biti u istom kodu (npr. dvojni komplement), ali ne moraju. Detaljan opis ovakvog zapisa daje npr. standard ANSI/IEEE Std 754-1985 čiji opis prelazi okvire ovog teksta.

## Prikaz nebrojevnih veličina u računalu

Osim s brojevima, računala moraju raditi i sa slovima i drugim znakovima. Njih u memoriju računala ne možemo zapisati u izvornom obliku, već samo koristeći unaprijed dogovorenu kombinaciju binarnih znamenki za svaki znak. Takva kombinacija bitova naziva se **kod** određenog znaka.

Da bi se omogućila razmjena podataka između računala potrebno je imati standardiziran kod koji će svi upotrebljavati i razumjeti. Danas je u širokoj upotrebi **ASCII** (*American Standards Code for Information Interchange*). To je osam-bitni kod (kod čija je duljina 8 bita), koji omogućuje prikaz velikih i malih slova, specijalnih znakova (npr. \*, +, =, ?, \$, %, itd.), te upravljačkih znakova (npr. početak poruke, kraj poruke, novi red, itd.). Ukupno je s osam bita moguće prikazati 256 ( $2^8=256$ ) različitih znakova. Međutim, prvih 128 znakova je zaista standardizirano, a preostalih 128 nije jedinstveno standardizirano. Razlog tome je što je originalni ASCII koristio 7 bita. Dodatnih 128 kodova za novih 128 znakova dobiveno je dodavanjem jednog bita, te je dobiven tzv. prošireni skup znakova. Tvrtka IBM koristi neke od dodatnih 128 kodova za prikaz slova koja su specifična za različite evropske zemlje. Naime, ne treba zaboraviti da je riječ o američkom standardu, koji ne vodi računa o specifičnostima drugih zemalja. Slijedeća slika prikazuje ASCII kod s tzv. kodnom stranicom IBM 852 (Latin II), kod koje se među gornjih 128 kodova nalaze kodovi za slova slavenskih jezika, pa i hrvatskog.

0		32		64	Ⓔ	96	·	128	Ç	160	á	192	Ł	224	Ó
1	Ⓔ	33	!	65	Ⓐ	97	a	129	ü	161	í	193	ł	225	õ
2	Ⓕ	34	"	66	Ⓑ	98	b	130	é	162	ó	194	ṽ	226	ô
3	♥	35	#	67	Ⓒ	99	c	131	â	163	ú	195	†	227	ń
4	♦	36	\$	68	Ⓓ	100	d	132	ä	164	ą	196	—	228	ñ
5	♣	37	%	69	Ⓔ	101	e	133	û	165	ą	197	†	229	ň
6	♠	38	&	70	Ⓕ	102	f	134	é	166	ž	198	Ǻ	230	š
7	•	39	'	71	Ⓖ	103	g	135	ę	167	ż	199	ǻ	231	ś
8	Ⓖ	40	(	72	Ⓖ	104	h	136	ł	168	ę	200	ł	232	ř
9	◊	41	)	73	Ⓖ	105	i	137	ě	169	ę	201	ł	233	ú
10	Ⓖ	42	*	74	Ⓖ	106	j	138	ó	170		202	ł	234	ř
11	♂	43	+	75	Ⓖ	107	k	139	ó	171	ž	203	ł	235	ú
12	♀	44	,	76	Ⓖ	108	l	140	î	172	č	204	ł	236	ý
13	Ⓖ	45	_	77	Ⓖ	109	m	141	ž	173	š	205	=	237	ý
14	Ⓖ	46	.	78	Ⓖ	110	n	142	Ǻ	174	«	206	ł	238	ł
15	*	47	/	79	Ⓖ	111	o	143	ć	175	»	207	ł	239	,
16	▶	48	0	80	Ⓖ	112	p	144	é	176	Ⓖ	208	ł	240	-
17	◀	49	1	81	Ⓖ	113	q	145	ł	177	Ⓖ	209	ł	241	“
18	↕	50	2	82	Ⓖ	114	r	146	í	178	Ⓖ	210	ł	242	˘
19	!!	51	3	83	Ⓖ	115	s	147	ô	179		211	ł	243	˘
20	Ⓖ	52	4	84	Ⓖ	116	t	148	ö	180		212	ł	244	˘
21	Ⓖ	53	5	85	Ⓖ	117	u	149	ł	181	á	213	ł	245	š
22	—	54	6	86	Ⓖ	118	v	150	ı	182	â	214	ł	246	÷
23	±	55	7	87	Ⓖ	119	w	151	ś	183	ě	215	ł	247	˘
24	↑	56	8	88	Ⓖ	120	x	152	ś	184	š	216	ł	248	˘
25	↓	57	9	89	Ⓖ	121	y	153	ö	185	ł	217	ł	249	˘
26	→	58	:	90	Ⓖ	122	z	154	ü	186	ł	218	ł	250	˘
27	←	59	;	91	Ⓖ	123	{	155	ř	187	ł	219	ł	251	ú
28	Ⓖ	60	<	92	Ⓖ	124		156	č	188	ł	220	ł	252	ř
29	↔	61	=	93	Ⓖ	125	}	157	ł	189	ž	221	ł	253	ř
30	▲	62	>	94	Ⓖ	126	~	158	x	190	ž	222	ł	254	■
31	▼	63	?	95	—	127	△	159	č	191	ł	223	■	255	

852 Slavic (Latin II)

Slika 1.2.2 Kodna stranica Latin II (IBM 852)

U gornjoj tablici prikazani su dekadski ekvivalenti binarnih kodova. Primjerice, kod slova A zapravo je 01000001, što je zgodnije prikazati skraćeno heksadecimalno kao 41, ili dekadski 65.

Postoji i drugi način za prikazivanje naših slova (popularno zvanu CROSCII kod), koji je stariji od kodne stranice 852, a naše znakove smješta unutar prvih 128 znakova, žrtvujući pri tome neke važne znakove. Rješenje prikazuje slijedeća tablica. Ovaj kod se danas rijetko koristi. U MS DOS operativnom sustavu prevladava IBM 852 kod.

U tablici su prikazani i kodovi koje za prikaz naših znakova koristi tvrtka Microsoft u operativnom sustavu Windows, čime se dodatno komplicira problem naših slova.

Hrvatski znak	CROSCII	IBM 852	Microsoft 1250
Č	94 <sub>10</sub> (^)	172 <sub>10</sub>	200 <sub>10</sub>
Ć	93 <sub>10</sub> (])	143 <sub>10</sub>	198 <sub>10</sub>
Đ	92 <sub>10</sub> (\)	209 <sub>10</sub>	208 <sub>10</sub>
Š	91 <sub>10</sub> (I)	230 <sub>10</sub>	138 <sub>10</sub>
Ž	64 <sub>10</sub> (@)	166 <sub>10</sub>	142 <sub>10</sub>
č	126 <sub>10</sub> (~)	159 <sub>10</sub>	232 <sub>10</sub>
ć	125 <sub>10</sub> (})	134 <sub>10</sub>	230 <sub>10</sub>
đ	124 <sub>10</sub> ( )	208 <sub>10</sub>	240 <sub>10</sub>
š	123 <sub>10</sub> {)	231 <sub>10</sub>	154 <sub>10</sub>
ž	96 <sub>10</sub> (`)	167 <sub>10</sub>	158 <sub>10</sub>

Poteškoće s našim znakovima mogu nastupiti prilikom sortiranja riječi po abecedi. Naime, kod sortiranja se koristi činjenica da numeričke vrijednosti kodova (dakle kodovi shvaćeni kao binarni brojevi) odgovaraju redoslijedu slova u abecedi. Primjerice, kod slova a manji je od koda slova b, a taj je opet manji od koda slova c, itd. Međutim, to vrijedi samo za slova američke abecede koja zauzimaju kodove 65 - 90 (slova A - Z) i 97 - 122 (slova a - z). Zbog toga program koji ne vodi računa o specifičnostima naših slova neće dobro sortirati npr. prezimena s našim slovima, iako će sortiranje engleskih prezimena raditi bez greške.

**Pitanja:**

1. Zbog čega se brojevni sustav koji upotrebljavamo zove težinski?
2. Zbog čega doprinos broju znamenki 5 u broju 5005 nije jednak?
3. Saznajte kakav su brojevni sustav koristili Rimljani. Zbog čega je bio nepraktičan? Koji su ovo brojevi: XI, IX, XC, CX, VI, IV?
4. Koje znamenke upotrebljavaju binarni, oktalni, dekadski i heksadecimalni brojevni sustavi?
5. Što je to kapacitet n znamenki?
6. Koliko različitih brojeva možemo prikazati s 6 znamenki u dekadskom sustavu? Koji broj je pri tome najveći broj?
7. Koliko različitih brojeva možemo prikazati s 6 brojeva u binarnom sustavu? Koji je pri tome najveći broj (izražen dekadski)? Napišite taj najveći broj u binarnom sustavu.
8. Pretvorite slijedeće binarne brojeve u dekadski sustav: 1010, 11011, 101011, 1111.
9. Pretvorite slijedeće binarne brojeve u dekadski: 101, 1, 10, 10101, 11, 101011, 1101.
10. Pretvorite slijedeće dekadski brojeve u binarne: 12, 23, 120, 17, 101.
11. Brojite u binarnom sustavu od 0 do 20.
12. Može li broj 11102 pripadati binarnom sustavu? Zašto?
13. Pretvorite slijedeće binarne brojeve u dekadski: 11.11, 1011.0001, 111,111, 10000.101010.
14. Pretvorite slijedeće dekadski brojeve u binarne: 0.25, 0.125, 12.5, 50.375, 5.4, 22,1. U slučaju potrebe zaokružite binarni broj na 8 mjesta (desno od točke).
15. Zbrojite slijedeće binarne brojeve: 10+11, 101+11, 1010+1100, 1010111+110101. Rezultate provjerite zbrajanjem u dekadskom sustavu.
16. Pretvorite slijedeće oktalne brojeve u dekadski: 72, 27, 101, 432.
17. Pretvorite slijedeće dekadski brojeve u oktalne: 72, 27, 100, 500, 321.

18. Pretvorite slijedeće binarne brojeve u oktalne: 101010101, 1101, 1101111, 110011, 1011000011110001.
19. Pretvorite slijedeće oktalne brojeve u binarne: 101, 777, 527, 12345.
20. Pretvorite slijedeće heksadecimalne brojeve u dekadске: 11, AA, 1F1, FCF.
21. Pretvorite slijedeće dekadске brojeve u heksadecimalne: 10, 100, 220, 321.
22. Pretvorite slijedeće heksadecimalne brojeve u binarne: F5A, 111, ABCDEF.
23. Pretvorite slijedeće binarne brojeve u heksadecimalne: 110011, 101010101, 111100001111.
24. Koliko različitih brojeva možemo prikazati s 3 znamenke u binarnom, oktalnom i heksadecimalnom sustavu? Koji je najveći broj koji možemo prikazati s 3 znamenke u navedenim sustavima?
25. Brojite u binarnom, oktalnom i heksadecimalnom sustavu od 0 do 20
26. Koji je algoritam (postupak) za dobivanje dvojnog komplementa binarnog broja?
27. Uz pretpostavku da brojeve bilježimo s 8 bita, oduzmite slijedeće binarne brojeve: 1001-11, 1100-1111, 100-1000, 1-101. Koristite pribrajanje dvojnog komplementa.
28. Napišite u zapisu s pokretnom točkom (normiran prikaz) slijedeće dekadске brojeve: 1.124, 1234.1231, 234.43, 3333, 0.000234, 1000100.
29. Koji je najveći i najmanji dekadski broj koji se može prikazati s 6 bita u računalu u slučaju da prikazujemo prirodne brojeve, a koji u slučaju da prikazujemo cijele brojeve (dvojnim komplementom)?
30. Čemu služi ASCII kod? Koja je dužina toga koda? Koliko različitih znakova možemo prikazati s ASCII kodom?
31. Koliko mjesta u memoriji računala zauzima rečenica koja se sastoji 80 znakova?
32. Na čemu se temelji sortiranje?
33. U memorijskoj lokaciji dužine 8 bita zapisano je 11110010. Što sve može predstavljati takav zapis?
34. Kojim brojevnim sustavima bi mogli pripadati slijedeći brojevi: 0, 10, 12, 34, 99, A1, 553, 1011?

## 1.3 Algebra sudova

### Sudovi

Osnovni pojam u logici je sud. Logika definira sud na slijedeći način: Spoj dvaju pojmova, u kome se o odnosu jednog prema drugom nešto tvrdi, naziva se sud.

#### Primjer 1.3.1

Sudovi su slijedeće rečenice:

Nebo je plavo.

Sokrat je Grk.

Dva nije jednako pet.

Svaki sud može se ocijeniti sa gledišta istinitosti, tj. može se ustanoviti da li je neki sud istinit ili neistinit. Svako drugo svojstvo suda u logici je nebitno. U tom smislu svaka rečenica ne mora biti sud. Tako primjerice rečenica "Da li je ovaj pjevač popularan?" nije sud, jer se ne može reći da je rečenica istinita ili neistinita.

Na temelju istinitosti nekog suda poduzimaju se određene radnje ili donose odluke, kako u svakodnevnom životu, tako i u raznim tehničkim uređajima, pa i računalima. Primjerice, istinitost suda "Temperatura u sobi pala je ispod 20 stupnjeva." znak je da trebamo uključiti grijalicu. To možemo načiniti ručno, ali to može umjesto čovjeka učiniti i računalo opremljeno odgovarajućim osjetilom temperature i relejom.

### Relacijski operatori

Pri pisanju programa za računala često se koriste (primjerice u naredbama tipa ako... tada...) sudovi građeni od relacijskih operatora. Relacijski operatori utvrđuju odnose između vrijednosti napisane s njihove lijeve i desne strane. Relacijski simboli i njihova značenja prikazani su u slijedećoj tablici.

relacijski simbol	značenje
<	"je manje od" ili "prethodi" ili "dolazi ispred"
>	"je veće od" ili "slijedi" ili "dolazi iza"
=	"je jednako"
≤ ili <=	"je manje ili jednako"
≥ ili >=	"je veće ili jednako"
≠ ili <>	"je različito" ili "nije jednako"

Relacijski operatori mogu se primijeniti na elemente bilo kojeg uredenog skupa, tj. na skupa čiji se elementi mogu uspoređivati. Takvi su primjerice skupovi prirodnih, cijelih i realnih brojeva, slova abecede, mjeseci u godini, itd.

#### Primjer 1.3.2

Utvrđite istinitost slijedećih sudova:  $12 < 4$ ,  $3 = 2+1$ ,  $100 \geq 50$ .

Sud " $12 < 4$ " je neistinit.

Sud " $3 = 2+1$ " je istinit.

Sud " $100 \geq 50$ " je istinit.

#### Primjer 1.3.3

Utvrđite istinitost slijedećih sudova: "srijeda < petak", "nedjelja > subota", "nedjelja < subota".

Sud "srijeda < petak" je istinit, jer srijeda prethodi petku.

Sud "nedjelja > subota" je istinit, jer nedjelja dolazi iza subote.

Sud "nedjelja < subota" je neistinit, jer nedjelja ne dolazi prije subote.



**Primjer 1.3.4**

Utvrđite istinitost slijedećih sudova: "a<b", "c=b", f>o".

Sud "a < b" je istinit jer slovo a u abecedi dolazi prije slova b.

Sud "c = b" je neistinit jer slovo c nije jednako slovu b, c dolazi poslije b.

Sud "f > o" je neistinit jer slovo f ne dolazi poslije slova o.

Ponekad neku odluku nije moguće donijeti na temelju jednog suda, već na temelju složenog suda. Složeni sudovi mogu se graditi od osnovnih sudova, koji se sastoje od jednog subjekta i jednog predikata. Složeni sudovi se sastoje od osnovnih sudova, logičkih operatora i zagrada.

**Logički operatori**

Sudovima i složenim sudovima bavi se posebna grana matematike - matematička logika. Temelj matematičke logike čini algebra sudova koja se ponekad naziva i logička algebra ili Booleova algebra (George Boole bio je poznati britanski matematičar i logičar)

U daljnjem tekstu sudove ćemo označavati velikim slovima: A, B, C, .. Istinitost suda označavati ćemo s 1 ako je sud istinit, a s 0 ako je sud neistinit. Tako će  $A = 1$  značiti da je sud označen s A istinit, a  $B = 0$  značiti će da je sud označen s B neistinit. U literaturi se susreću i druge oznake, na primjer umjesto oznake 1 možemo koristiti slovo T (od engleskog true), a umjesto oznake 0 možemo koristiti oznaku F (od engleskog false).

Ovdje će biti opisana tri osnovna logička operatora: i, ili i ne. Njihovi simboli dani su u slijedećoj tablici.

Naziv operacije	simbol
negacija (ne)	$\neg$
konjunkcija (i)	$\cap, \bullet$
disjunkcija (ili)	$\cup, +$

**Negacija**

Negacija je unarna operacija, tj. djeluje samo na jedan sud. Ako je  $A = 1$ , tj. ako je sud A istinit, tada je novi, složeni sud  $\neg A$  (čitaj ne A) neistinit. Ako je  $B = 0$ , tj. ako je sud B neistinit tada je novi sud  $\neg B$  istinit. Slijedeća tablica prikazuje moguće vrijednosti suda A i složenog suda S, koji je dobiven negacijom suda A, tj.  $S \equiv \neg A$ . Simbol  $\equiv$  je simbol koji označava da su lijeva i desna strana jednakovrijedne ili ekvivalentne i zove se simbolom ekvivalencije.

A	$S \equiv \neg A$
0	1
1	0

**Primjer 1.3.5**

Slijedeća tablica prikazuje neke sudove, njihovu istinitost i njihovu negaciju:

sud A	vrijednost suda A	vrijednost suda $\neg A$	sud $S \equiv \neg A$
"12 < 4"	0	1	"12 > 4"
"100 = 100"	1	0	"100 ≠ 100"
"Utorak > Srijeda"	0	1	"Utorak < Srijeda"
"Sokrat je Grk"	1	0	"Sokrat nije Grk"
"Sunce nije zvijezda"	0	1	"Sunce je zvijezda"

**Konjunkcija**

Ako su A i B sudovi, tada pomoću operatora konjunkcije  $\bullet$  dobivamo složeni sud  $S \equiv A \bullet B$  (čitaj A i B). Sud S biti će istinit onda i samo onda ako su i sud A i sud B istiniti. Zbog toga se konjunkcija zove i i operacijom, odnosno AND operacijom (*and* na engleskom znači i). Slijedeća tablica prikazuje moguće vrijednosti sudova A i B, te odgovarajuće vrijednosti suda  $S \equiv A \bullet B$ .

A	B	$S \equiv A \bullet B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Konjunkcija je binarna operacija, tj. operacija koja ima dva operanda (kao što je i operacija zbrajanja binarna operacija jer ima dva operanda, npr.  $2+3$ ).

**Primjer 1.3.6**

Utvrđite vrijednost suda  $S \equiv (2 < 3) \bullet (3 = 2 + 2)$ .

Sud " $2 < 3$ " je istinit, ali je sud " $3 = 2 + 2$ " neistinit, pa prema definiciji konjunkcije, zaključujemo da je sud S neistinit.

**Primjer 1.3.7**

Odluka za upis u određenu školu može se donijeti na temelju složnog suda: "Učenik ima propisan broj bodova za upis i učenika interesira nastavni plan i program te škole". Vidimo da je ovo primjer konjunkcije, jer će učenik odluku o upisu donijeti samo ako su oba osnovna suda istinita.

**Disjunkcija**

Ako su A i B sudovi tada pomoću operatora  $+$  dobivamo novi, složeni sud  $S \equiv A + B$ , koji je istinit ako je jedan od sudova istinit, ili ako su oba suda istinita. Zbog toga se disjunkcija naziva i ILI operacijom, odnosno OR operacijom (engleski *or* znači ili). Slijedeća tablica prikazuje moguće vrijednosti sudova A i B, te odgovarajuće vrijednosti suda  $S \equiv A + B$ .

A	B	$S \equiv A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

**Primjer 1.3.8**

Utvrđite vrijednost suda  $S \equiv (2 < 3) + (3 = 2 + 2)$ .

Sud " $2 < 3$ " je istinit, ali je sud " $3 = 2 + 2$ " neistinit, pa prema definiciji disjunkcije, zaključujemo da je sud S istinit.

**Primjer 1.3.9**

Odluka o vožnji taksijem može se donijeti na temelju slijedećeg složnog suda: "Žuri mi se ili pada kiša". Ovo je primjer disjunkcije, jer se na vožnju taksijem odlučujemo ako je jedan od osnovnih sudova istinit ili ako su oba istinita.

**Tablice istinitosti**

Sudovi mogu imati složenu strukturu, tj. mogu se sastojati od više jednostavnih sudova povezanih s više logičkih operatora. Tada se javlja problem kako odrediti istinitost takvog složenog suda. Jedan od načina je sastavljanje tablice istinitosti. Primjerice, ako je zadan složeni sud  $A \bullet (B+C)$  možemo sastaviti slijedeću tablicu i pomoću nje odrediti istinitost suda  $A \bullet (B+C)$ .

A	B	C	B+C	$A \bullet (B+C)$
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

**Primjer 1.3.10**

Kao primjer disjunkcije naveden je sud "Žuri mi se ili pada kiša" na temelju kojeg se donosi odluka o vožnji taksijem. Taj sud bi mogli proširiti tako da glasi ovako: "Imam dovoljno novaca i žuri mi se ili pada kiša". Ovakav sud odgovara sudu  $A \bullet (B+C)$  ako slovom A označimo sud "Imam dovoljno novaca", slovom B sud "Žuri mi se" i slovom C sud "Pada kiša". Na vožnju taksijem odlučujemo se kada je složeni sud  $A \bullet (B+C)$  istinit.

**Pitanja:**

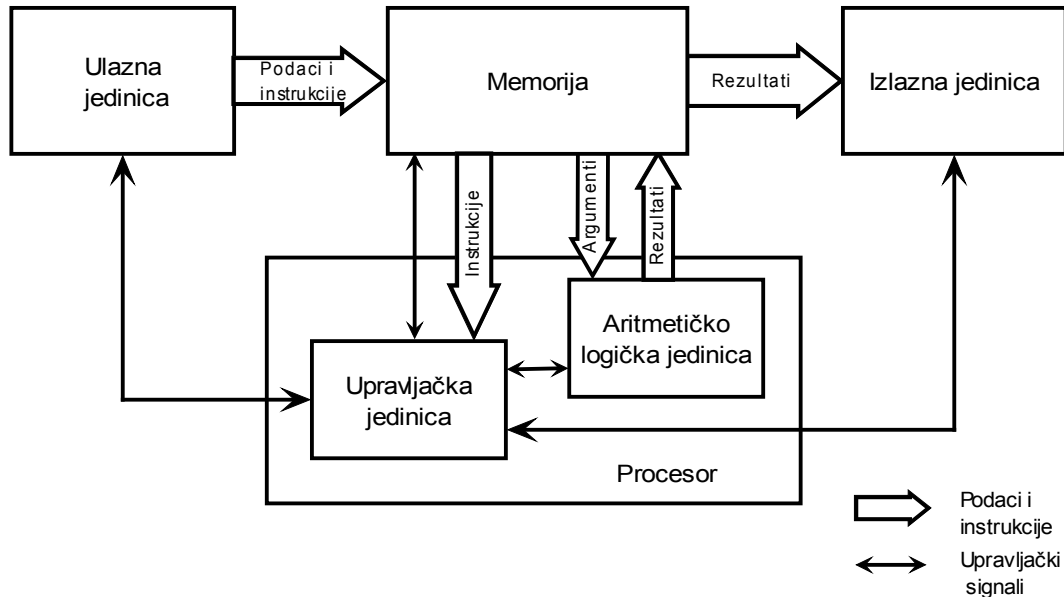
- Utvrdite istinitost slijedećih sudova:
  - $8 = 10-2$
  - $3 < 4-3$
  - $810 \neq 108$
  - 55 je prirodni broj
  - 4.5 je cijeli broj
  - Zbroj kutova u trokutu je  $180^\circ$
- Napišite negacije slijedećih sudova:
  - Danas je utorak.
  - Sat ima 60 minuta.
  - $y < 100$
  - $x \geq 12$
- Zadani su sudovi:  $A \equiv$  "Hladno je." i  $B \equiv$  "Pada kiša.". Napišite:
  - $\neg A$
  - $A \bullet B$
  - $A + B$
  - $A + \neg B$
  - $\neg A \bullet B$
- Načinite tablice istinitosti za slijedeće sudove:
  - $A + C$
  - $A \bullet B$
  - $\neg A + (B \bullet C)$
  - $\neg B \bullet (A + C)$
  - $C + (B \bullet \neg A)$
  - $C \bullet (\neg A + \neg B)$

## 1.4 Građa računala

Parametri računala značajno su se promijenili od vremena njihova nastanka i to prije svega zahvaljujući napretku tehnologije. Ipak, način rada i osnovna struktura računala ostali su do današnjeg dana gotovo nepromijenjeni. Iako postoje različita rješenja, najraširenija su računala tzv. **von Neumannove građe** (arhitekture). Računala ove građe dobila su ime po američkom matematičaru John von Neumannu koji je postavio osnovna načela rada računala. Većina današnjih računala radi na tim načelima (uključujući i osobna računala). Najvažnije osobine računala von Neumannove arhitekture su slijedeće (za početak ćemo izdvojiti tri):

1. Struktura (građa) računala ne ovisi od zadatka koji se njime rješava. Računalo se programira sadržajem memorije. Dakle, jedno te isto računalo može rješavati različite zadatke. Dovoljno je da u memoriju računala učitamo odgovarajući program. Ovo je veoma važna osobina računala jer omogućava da se u velikim serijama proizvode jeftina računala opće namjene. Konkretnu namjenu ovakvog računala odrediti će njegov korisnik kupnjom i instalacijom odgovarajućeg programa (npr. za računovodstvo, pisanje tekstova, crtanje, izradu baza podataka i sl.).
2. Računalo se sastoji od slijedećih jedinica:
  - radne memorije
  - upravljačke jedinice
  - aritmetičko - logičke jedinice
  - ulazne jedinice
  - izlazne jedinice
3. Podaci i programi smješteni su u zajedničkoj memoriji računala u obliku binarnih kodova.

Računala te građe prikazuje slijedeća skica:



Slika 1.4.1 Von Neumannova građa računala

**Ulazna jedinica** opskrbljuje računalo programima i podacima. To se može obavljati preko tipkovnice ili uz pomoć jedinica koje koriste magnetske i druge medije na koje su podaci i programi već ranije snimljeni. Tipične ulazne jedinice su: tipkovnica, miš, jedinice koje koriste magnetski medij (tvrdi disk, savitljivi disk, magnetska vrpca), CD (*compact disk*) i DVD jedinice koje koriste optički zapis podataka, čitač bar koda (npr. u samoposlugama, robnim kućama, knjižnicama) i skener.

**Izlazna jedinica** služi da rezultate obrade podataka prikaže korisniku računala. Rezultate je moguće prikazati na ekranu, ispisati na pisaču, ili pohraniti (snimiti) na magnetski ili drugi medij. Snimljeni podaci mogu se koristiti kao ulazni podaci u slijedećoj obradi podataka.

Tipične izlazne jedinice su: monitor, pisač, jedinice koje koriste magnetske medije (tvrdi disk, disketa, magnetska vrpca), CD jedinica (koja ima mogućnost snimanja). Treba uočiti da neke jedinice služe samo kao ulazne, neke samo kao izlazne, a neke i kao ulazne i kao izlazne. Jedinice koje upotrebljavaju magnetske medije redovito omogućuju i zapis i čitanje podataka, a princip rada sličan je principu rada običnog magnetofona koji omogućuje snimanje i reprodukciju zvučnog signala.

**Memorija računala** služi za smještaj programa i podataka koji se trenutno koriste. Program koji želimo koristiti obično je trajno smješten na nekoj ulazno-izlaznoj jedinici (npr. tvrdom disku) zajedno s nizom drugih programa. Da bi određeni program mogli izvesti, mora se prvo učitati (zapisati) u memoriju računala. Podaci koji se programom obrađuju učitavaju se u memoriju preko neke ulazne jedinice (npr. disk ili tastatura). Podaci nastali kao rezultat obrade ulaznih podataka također se smještaju u memoriju i po potrebi prikazuju na ekranu, pisaču ili nekom drugom izlaznom uređaju. Prilikom isključivanja računala treba voditi računa o tome da se svi podaci koji su zapisani u memoriji računala gube. Zato treba prije isključenja napajanja sve podatke koje želimo sačuvati snimiti na disk ili disketu.

Memorija je građena od poluvodičkih elemenata - tranzistora koji za svoj rad trebaju električnu energiju. Naprotiv, podaci na disku će ostati sačuvani i kada isključimo napajanje električnom energijom, ali, naravno, neće biti dostupni. Poluvodička memorija naziva se i **radna** (središnja, glavna) **memorija** za razliku od **vanjske** (pomoćne) **memorije** kao što su diskovi, diskete i slični uređaji koji služe za trajno pohranjivanje podataka i programa.

Memorija se može prikazati u obliku cjelovitog bloka koji se sastoji od određenog broja **memorijskih lokacija**, a lokacija se sastoji od određenog broja bitova. Svaka memorijska lokacija ima svoju **adresu**, koja omogućuje pristup toj lokaciji radi **čitanja** podatka koji je u nju upisan, ili radi **upisivanja** novog podatka. Dakle, treba razlikovati adresu memorijske lokacije od njenog sadržaja. Na slici 1.4.2 vidimo da je dužina jedne memorijske lokacije jedan bajt. To ne znači da je duljina riječi računala čija je memorija ovako organizirana jedan bajt. Ako je duljina riječi 32b tada se adresiranjem određene memorijske lokacije dobije sadržaj adresirane lokacije plus slijedeće tri lokacije, dakle sadržaj ukupno četiri bajta, kolika je i duljina riječi.

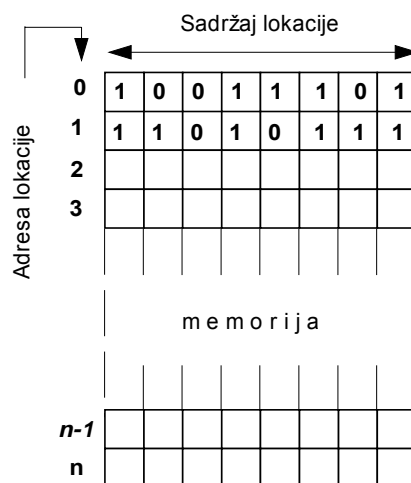
Dio memorije računala mora biti memorija sa stalnim sadržajem koja služi za smještaj prvog programa koji se izvršava nakon uključivanja računala. Iz takve memorije sadržaj se može samo čitati, pa se takva memorija naziva **ROM** (*Read Only Memory*). Memorija čiji se sadržaj može mijenjati naziva se **RAM** (*Random Access Memory*).

**Veličina memorije** izražava se u bitima (b), odnosno u većim jedinicama: bajtima (B), kilobajtima (KB), megabajtima (MB) i gigabajtima (GB). Jedan bajt ima 8 bita, jedan kilobajt iznosi  $2^{10}$  (1024) bajta, a jedan megabajt  $2^{20}$  (1 048 576) bajta. Jedan gigabajt iznosi  $2^{30}$  (1 073 741 824) bajta.

Broj bitova za zapisivanje adrese memorijske lokacije je ograničen. Iz toga proizlazi da, ako imamo n bitova za zapisivanje adrese, možemo adresirati ukupno  $2^n$  bajtova. Skup svih adresa naziva se **adresnim prostorom** računala.

**Primjer 1.4.1**

S 16 bita moguće je adresirati  $2^{16}$  bajta, ili 64 kB ( $2^{16} = 2^6 * 2^{10} = 2^6 * 1\text{kB}$ ) memorije. Najniža adresa biti će  $0000000000000000_2$  ( $0000_{16}$ ), a najviša  $1111111111111111_2$  ( $FFFF_{16}$ ).



Slika 1.4.2. Memorija računala

**Program računala** tvori niz naredbi (instrukcija) smještenih u memoriji računala koji se izvršavaju redom kojim su smještene u memoriji. Izuzetak su naredbe koje uzrokuju skok na naredbu koja nije slijedeća na redu. Naredbe su zapisane binarnim kodovima. Naredba se općenito sastoji od **operacijskog koda** koji određuje koju operaciju treba izvršiti i od **adrese operanda**. Dakle operacijski kod govori što treba napraviti, a adresa gdje se u memoriji podatak nalazi. Neke instrukcije nemaju adrese operanda, dok neke mogu imati i više adresa (ako instrukcija radi s više operanada).

**Upravljačka jedinica** pribavlja (čita) instrukcije iz memorije, dekodira ih i omogućuje izvršenje instrukcija šaljući upravljačke signale pomoću kojih aritmetičko logička jedinica, memorija i ulazno-izlazne jedinice izvode potrebne operacije.

**Aritmetičko-logička jedinica** obavlja, kao što joj i ime to kaže, aritmetičke i logičke operacije s operandima (podacima) koji se dovode na njezin ulaz. Koju će operaciju aritmetičko-logička jedinica obaviti i s kojim podacima određuje upravljačka jedinica preko upravljačkih signala. Aritmetičko-logička jedinica i upravljačka jedinica računala usko su vezane i čine, zajedno s nekoliko registara, cjelinu koja se zove **centralna procesna jedinica** (CPU - *Central Processing Unit*, centralni procesor, procesor). Razvoj tehnologije omogućio je izradu centralne procesne jedinice na jednom čipu (*chip* - mali komadić poluvodičkog kristala na kojem je izrađen integrirani elektronički krug). Takva centralna procesna jedinica zove se **mikroprocesor**.

### Sinkronizacija i brzina rada računala

Za ispravan rad računala važno je vremenski koordinirati (uskладiti) rad svih jedinica računala. Takva vremenska koordinacija zove se **sinkronizacija**. U računalu se sinkronizacija postiže signalom koji generira **generator takta**. Takav signal zove se **signal takta** (*clock pulse*). Frekvencija tog signala kod današnjih osobnih računala (s procesorom tipa pentium) iznosi 400 do 2000 MHz. To znači da je razmak između dva impulsa (perioda,  $T=1/f$ ) 10 do 0.5 ns. Izvršenje svake instrukcija zahtijeva nekoliko impulsa takta, dakle traje nekoliko perioda. Brzina izvođenja instrukcija proporcionalna je frekvenciji impulsa takta, a najveća moguća frekvencija ograničena je izvedbom samog procesora, kao i ostalih sklopova računala.

Brzina rada računala često se izražava brojem instrukcija koje računalo može izvesti u jednoj sekundi. Kako razne instrukcije traju različit broj perioda signala takta, uzima se prosječno trajanje. Na primjer, ako je period takta  $T_c=7.5$  ns, a za izvođenje jedne instrukcije procesor potroši prosječno 5 perioda, trajanje jedne instrukcije je 37.5 ns, a u jednoj sekundi procesor može izvesti otprilike 27 milijuna instrukcija. Kaže se da je brzina procesora 27 **MIPS** (milijuna instrukcija po sekundi - *Million Instructions per Second*). Ponekad se koristi i jedinica MFLOPS, što znači milijun operacija s pomičnim zarezom u sekundi (*Million Floating-Point Operations per Second*).

### Hardver i softver

Sve fizičke dijelove i uređaje koji čine računalni sustav zovemo jednom riječju **hardver** (*hardware*). Naziv potječe od engleske riječi *hardware* koja izvorno označava predmete načinjene od metala (poput alata, posuda i sl.). Često se upotrebljava i riječ **softver** (*software*) koja u engleskom jeziku izvorno ne postoji, a skovana je po analogiji s pojmom hardver. Softver je pojam koji označava programe, podatke i postupke koji se upotrebljavaju u računalnim sustavima.

### Pitanja:

1. Koje su tri osnovne osobine računala von Neumannove građe?
2. Skicirajte i objasnite građu računala von Neumannove arhitekture.
3. Navedite primjere izlaznih i ulaznih jedinica računala.
4. Koje jedinice računala mogu služiti i kao ulazne i kao izlazne?
5. Što je to CPU, a što mikroprocesor?
6. Što se dešava s podacima u radnoj memoriji računala nakon isključenja napajanja?
7. Koliko bita ima osam kilobajta?
8. Koliko je prosječno trajanje izvođenja jedne instrukcije računala čija je brzina rada 12 MIPS?
9. Objasnite pojmove hardver i softver.

## 1.5 Programi računala

Hardver računala bio bi potpuno beskoristan bez odgovarajućih programa. Program čine niz naredbi napisanih u jeziku koji računalo razumije, tj. može izvršiti. Snaga računala leži u sposobnosti da se ono prilagodi za rješavanje određenog problema smještanjem odgovarajućeg programa u memoriju računala. Moderna računala, osim samog programa koji je namijenjen rješavanju neke konkretne zadaće, moraju biti opremljena i operativnim sustavom kojeg čini skup programa koji služe za kontrolu rada i upravljanje računalom. Osim toga za razvoj programa služe sustavi za razvoj programa. Dakle, vidimo da softver koji se u računalu koristi, možemo podijeliti na:

- operativni sustav,
- programski jezici i
- korisnički programi.

### Operativni sustav

Operativni sustav je skup programa koji kontroliraju i upravljaju radom računala i omogućuju rad korisničkih programa. Operativni sustav računala čini osnovnu programsku opremu računala. Zadaća operativnog sustava je osigurati:

- komunikaciju s korisnikom računala,
- pokretanje programa,
- dodjelu memorije i dodjelu procesora pojedinim zadaćama,
- osnovne operacije s perifernim jedinicama,
- sustav upravljanja datotekama.

### Komunikacija s korisnikom

Komunikacija korisnika s operativnim sustavom omogućuje korisniku da operativnom sustavu da nalog za izvršavanje željenog programa. U klasičnim sustavima s **znakovnim sučeljem** koristi se **upravljački jezik** kojim korisnik zadaje računalu naredbe obično u obliku jednog retka teksta. U modernim sustavima koristi se **grafičko sučelje**, u kojem se naredbe ne zadaju samo u obliku teksta, već prvenstveno manipulacijom grafičkim simbolima (tzv. ikonama).

Postoje operativni sustavi koji omogućuju istovremeni rad više korisnika koji obično rade na više terminala (terminal čine monitor s tipkovnicom) spojenih na računalo. Tada govorimo o **višekorisničkim sustavima** (*multiuser*), za razliku od **jednokorisničkih**. Višekorisnički operativni sustavi moraju obavljati i neke dodatne zadaće, kao što su zaštita podataka, prijavljivanje i odjavljivanje korisnika, itd. Pritom svaki korisnik ima dojam da sam koristi računalo, tj. računalo se ponaša kao više neovisnih računala.

### Pokretanje programa, dodjela memorije i procesora

Jedna od glavnih zadaća operativnog sustava je izvršavanje aplikacijskih programa. To znači da računalo mora smjestiti program u memoriju računala i pokrenuti ga. Kako se u memoriji računala nalaze barem dva programa (operativni sustav i korisnički program) operativni sustav mora voditi računa gdje će pojedini programi biti smješteni kako ne bi došlo do situacije da, primjerice, dva programa za smještaj podataka koriste isti dio memorije.

U memoriji može biti više korisničkih programa (zadaća) koji se prividno istovremeno izvršavaju. To omogućava operativni sustav koji tada nazivamo **višezadaćnim operativnim sustavom**. Više korisničkih programa može raditi prividno istovremeno na dva načina. Moguće je da jedan program radi tako dugo dok ne nastupi period kada mora čekati (primjerice, na unos s tastature). Tada resurse računala (primjerice, procesor i memoriju) preuzima drugi program, pa se, kada on dođe u fazu čekanja, ponovo nastavi izvršavati prvi program, itd. Drugi način je da sam operativni sustav dodjeljuje resurse računala čas jednom, čas drugom programu. Ove izmjene odvijaju se brzo i čini se da se programi odvijaju istovremeno. Ovaj drugi način je učinkovitiji i primjenjuje se u modernim operativnim sustavima.

## Upravljanje ulazno-izlaznim jedinicama

Upravljanje ulazno-izlaznim jedinicama računala kao što su video kartica, tastatura i miš, također je zadaća operativnog sustava. Za svaku ulazno-izlaznu jedinicu postoji skup osnovnih procedura koji se naziva **upravljač jedinice** (*device driver*). Korisnički program koji treba uslugu neke ulazno-izlazne jedinice ne komunicira direktno s tom jedinicom nego upućuje zahtjev operativnom sustavu, koji preko odgovarajućeg upravljačkog programa obavlja trženu zadaću. Primjerice, ako program Word želi otisnuti neki tekst na printeru mora poslati zahtjev dijelu operativnog sustava Windows 95 koji se zove GDI (*graphics device interface*). S druge strane odgovarajući upravljački program povezuje GDI s konkretnim printerom. Kako printera ima stotine vrsta, uz svaki se na disketi dobije odgovarajući upravljački program koji nakon instalacije postaje dio operativnog sustava.

Kod osobnih računala baziranih na Intelovim procesorima osnovni upravljački programi za rad s diskom, disketnim jedinicama, grafičkim adapterom, paralelnim i serijskim priključkom smješteni su u ROM memoriji. Taj dio operativnog sustava naziva se obično **BIOS** (*Basic Input Output System*). U zadaće BIOS-a spada i pokretanje operativnog sustava, do koje dolazi prilikom uključivanja računala.

## Upravljanje datotekama

Podaci i programi trajno su smješteni u vanjskoj memoriji (disku, disketi, magnetskoj vrpci, optičkom disku, itd.). Skup podataka koji čine cjelinu smještenu u vanjskoj memoriji naziva se **datoteka**. Primjerice, datoteka može biti neki tekst, program, slika, ili tonska snimka. Svaka datoteka ima svoje ime. Na početku diska postoji jedna specijalna datoteka koja se zove **imenik** (*directory*). U imeniku se čuvaju podaci o imenima datoteka na disku i o tome gdje je pojedina datoteka na disku fizički smještena. U imeniku se mogu čuvati i drugi podaci o datotekama (veličina, vrijeme nastanka, pravo pristupa i sl.). Zadatak je operativnog sustava da omogući stvaranje i brisanje datoteka, kopiranje datoteka, promjenu imena datoteka, da osigura zaštitu datoteka (npr. od neovlaštenog pristupa), itd.

Iz navedenih zadaća operativnog sustava računala možemo zaključiti da je operativni sustav posrednik između korisničkih programa i hardvera računala, koji tvori okruženje za izvršavanje korisničkih programa. Na taj način je osigurano da korisnički program radi na bilo kojem računalu s odgovarajućim operativnim sustavom, bez obzira na razlike u hardveru. Osim toga, programeri prilikom izrade programa ne moraju voditi računa o hardverskim specifičnostima pojedinih računala (npr. različitim tipovima diskova, monitora i sl.).

## Programski jezici

Slikovito rečeno, računalo razumije samo naredbe koje su zapisane u memoriju računala u obliku binarnih kodova. Skup takvih naredbi za neko računalo zove se **strojni jezik** (*machine language*) tog računala. Svaki tip računala (tj. procesora) ima svoj strojni jezik, što znači da se programi pisani u strojnom jeziku jednog računala ne mogu koristiti na drugom tipu računala (s drugim tipom procesora). Strojni jezici su složeni i zbog toga teški za učenje.

Da bi se olakšalo programiranje računala razvijeni su brojni jezici, lakši za upotrebu i bliži svakodnevnom (engleskom) jeziku. Takve jezike zovemo **programskim jezicima više razine** (*high level language*). Programi pisani takvim jezikom ne mogu se direktno izvesti na računalu, već ih treba prevesti na strojni jezik računala. Prevođenje se vrši pomoću posebnih programa prevodioca. **Programi za prevođenje** zovu se **kompilatori** (*compiler*). Dakle, kompilatori su programi koji naredbe pisane jezikom visoke razine (kao što su Fortran, Cobol, Pascal, C) prevode u strojni jezik.

Postoje i programi prevodioci koji se zovu **interpreteri** i koji, za razliku od kompilatora, prevode i odmah izvršavaju svaku naredbu višeg programskog jezika. Pomoću interpretera ne možemo dobiti program u strojnom jeziku, nego se program svaki put kada ga želimo izvršiti, mora ponovo prevesti interpreterom. Primjer takvog prevodioca je popularni QBasic za operativni sustav MS DOS.

Osim poznavanja nekog programskog jezika, važno je i poznavanje postupaka za rješavanje određenih problema. Točno opisana pravila za postizanje željenog cilja nazivaju se jednom riječi **algoritam**. Riječ



algoritam potječe od imena arapskog matematičara iz 9. stoljeća koji je napisao knjigu s pravilima za provođenje aritmetičkih operacija s dekadskim brojevima. U prvo vrijeme su se algoritmima nazivala samo pravila za računanje u dekadskom sustavu, ali je danas uobičajena već spomenuta definicija. Teorijom algoritama bavi se posebna grana informatike. Primjeri algoritama postoje i u svakodnevnom životu. Možda je najbolji primjer kuharski recept. Svatko zna da on sadrži detaljan opis postupka za dobivanje određenog jela, s popisom potrebnih sastojaka i odgovarajuće opreme.

Ne ulazeći detaljnije u svojstva i vrste algoritama, možemo reći da prilikom pisanja programa programer koristi već postojeće algoritme za rješavanje nekih standardnih problema s kojima se susreće. Primjerice, ako treba poredati po abecedi listu imena, može se koristiti jednom od mnogo poznatih metoda sortiranja. Zato je poznavanje algoritama za programera jednako važno kao i poznavanje jezika.

## Korisnički programi

Operativni sustav računala omogućuje pokretanje korisničkih programa (često se koristi i naziv aplikacija). Postoje razne vrste korisničkih programa, a prema području namjene možemo spomenuti neke važnije vrste:

- programi za obradu teksta,
- baze podataka,
- proračunske tablice,
- programi za stolno izdavaštvo,
- CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*) programi,
- uslužni programi,
- igre.

Pojedine vrste korisničkih programa detaljnije su opisane u poglavlju Programi za osobna računala.

### **Pitanja:**

1. *Kako dijelimo softver računala?*
2. *Što je operativni sustav?*
3. *Koje su glavne zadaće operativnog sustava?*
4. *Što su višekorisnički, a što višezadaćni operativni sustavi?*
5. *Koja je uloga BIOS-a?*
6. *Što su datoteke, a što imenici?*
7. *Nabrojite glavne vrste korisničkih programa.*
8. *Koje su dvije glavne vrste jezika za programiranje?*
9. *Koje su prednosti viših programskih jezika?*
10. *Koja je zadaća kompilatora?*
11. *Po čemu se razlikuju kompilatori i interpreteri?*
12. *Što su to algoritmi? Navedite nekoliko algoritama iz svakodnevnog života.*

## 1.6 Povezivanje računala u mreže

Dva ili više računala moguće je povezati tako da mogu između sebe izmjenjivati podatke. Na taj način nastaje mreža računala (*computer network*). Prema veličini razlikujemo **lokalne (LAN, Local Area Network)**, **srednje (MAN, Medium Area Network)** i **velike (globalne) (WAN, Wide Area Network)** mreže. Lokalne mreže povezuju računala unutar jedne ili više susjednih zgrada, primjerice unutar učionice, škole, ili poduzeća. Srednje mreže povezuju više lokalnih mreža (primjerice nekoliko fakulteta), dok velike mreže mogu povezivati računala u jednoj državi, pa čak i računala smještena u bilo kojem dijelu svijeta (npr. Internet).

### Lokalne mreže

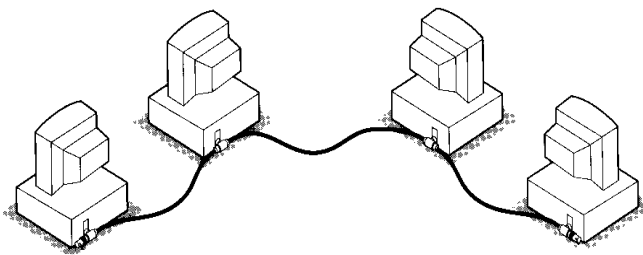
Lokalne mreže omogućuju korisnicima dijeljenje perifernih uređaja (npr. pisača, diskova i sl.), koji se nalaze u računalima koji se zovu **poslužitelji mreže (server)**. Ostala računala u mreži koja ne dijele niti jedan periferni uređaj s drugim računalima, zovu se **radne stanice (workstation)** i mogu koristiti perifernu uređaje na poslužiteljima mreže. Ako su sva računala u mreži poslužitelji, tada imamo **mrežu ravnopravnih računala (peer to peer)**. Takve mreže su najjednostavnije i obično nisu velike (5-15 računala). U mreži može biti i računalo čija je jedina zadaća da bude poslužitelj mreže (*dedicated server*). Takvo računalo obično je znatno snažnije od ostalih i opremljeno je mrežnim operativnim sustavom.

U slučaju **dijeljenja tvrdih diskova** korisnici mreže koriste obično dio tvrdog diska na poslužitelju mreže i imaju utisak da rade s diskom na vlastitom računalu, iako njihovo računalo ne mora imati disk. Primjerice, na nekom od mreži dostupnih diskova može biti smještena baza podataka. Na taj način svi korisnici imaju pristup istim podacima i, što je važno, takva baza podataka je ažurna, tj. promjene u bazi su odmah vidljive svim korisnicima. Također je čest slučaj da su svi programi smješteni na disku jednog računala i da svi korisnici koriste iste programe. Na taj način se postiže da svi korisnici rade s istim verzijama programa, nije više moguće neovlašteno kopiranje programa, a održavanje programa je jednostavnije i u rukama jednog čovjeka (administratora sustava).

**Dijeljenje pisača** u mreži je također uobičajeno. Prednosti dijeljenja pisača su očigledne. Umjesto da svako računalo ima svoj pisač, sva računala koriste zajednički pisač. Takav pisač može biti kvalitetniji i brži, a opet je jeftiniji nego više pisača slabije kvalitete.

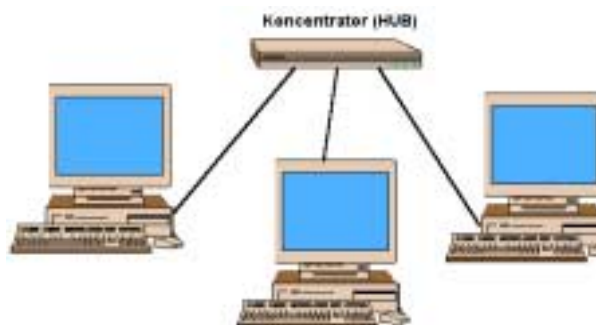
Komunikaciju među korisnicima omogućuje sustav **elektronske pošte (electronic mail, e-mail)**. Radi se o skupu programa koji omogućuju slanje poruka jednog korisnika drugom, ili jednog korisnika grupi korisnika.

Da bi realizirali mrežu, tj. povezali računala u mrežu računala, svako računalo mora imati dodatnu **mrežnu karticu**. Takve kartice imaju konektor na koji se spaja **prijenosni medij** koji povezuje sva računala. Za povezivanje mogu se koristiti razne vrste medija: od obične upletene žice (*twisted pair*) do optičkog vlakna. Vrsta medija ovisi o ukupnoj duljini i potrebnoj brzini prijenosa podataka. I **topologija mreže** može biti različita. Osnovne su zvijezda, sabirnica i prsten (treba napomenuti da možemo govoriti o fizičkoj i logičkoj topologiji). Slika 1.6.1 prikazuje mrežu od četiri računala spojena koaksijalnim kabelom koji čini sabirnicu (tzv. tanki Ethernet).



Slika 1.6.1 Računala povezana tankim Ethernet kablom

Slika 1.6.2 prikazuje računala povezana UTP (*Unshielded Twisted Pair*) kablom preko koncentratora (HUB). Ovakav spoj naziva se zvjezdastim.



Slika 1.6.2 Računala povezana preko koncentratora

Postoje razne vrste kodiranja informacije koja se prenosi mrežom, kao i razne vrste upravljanja komunikacijom (protokoli). Poznati **protokoli** su npr. **Ethernet** (protokol s detekcijom nosioca) i **Token Ring** (protokol s prenošenjem značke). Podrobniji opis topologija, kodiranja i protokola prelazi opseg ovog teksta.

## Internet

Internet je najveća računalna mreža na svijetu, koja povezuje milijune računala. Radi se zapravo o cijelom nizu međusobno povezanih mreža koje koriste jednake protokole i pružaju jednake usluge. Obično se radi o nacionalnim mrežama koje se međusobno povezuju. Primjerice, u Hrvatskoj mreža **CARNet** (*Croatian Academic and Research Network*) povezuje s Internetom fakultete, institute i neke druge institucije.

Začeci Interneta sežu u šezdesete godine, kada je Pentagon naručio projekt povezivanja superračunala u mrežu koja bi bila dovoljno pouzdana i u slučaju nuklearnog rata. Kao rezultat projekta 1969. godine proradila je mreža od četiri računala (čvora) koja je bila nazvana ARPANET (prema Pentagon-ovoj agenciji *Advanced Research Projects Agency*). Mreža se pokazala dobrom i 1972. godine povezivala je već 32 računala. 1977. godine uveden je TCP/IP protokol koji se i danas koristi. 1983. godine odvaja se vojni dio mreže. ARPANET polako prerasta u Internet, a 1989. godine originalni ARPANET prestaje djelovati.

Svako računalo koje je spojeno na Internet ima svoju **IP (Internet Protocol) adresu** pomoću koje mu je moguće pristupiti. IP adresa se sastoji od 32 bita, koja su grupirana u 4 bajta. Ako želimo napisati IP adresu, svaki bajt pretvaramo u dekadski broj. Primjerice, IP adresa:

10100001.00110101.00000010.10000010 se obično zapisuje kao: 161.53.2.130, jer su ljudi navikli na dekadске brojeve. Kako ljudi i takve brojeve teško pamte, adrese računala navode se riječima. Primjerice, IP adresi 161.53.2.130 odgovara ime jagor.srce.hr. Posebna računala na Internetu imaju zadatak da na temelju adrese dane riječima odrede IP adresu računala.

Osnovni mrežni komunikacijski protokol koji se koristi na Internetu je **TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)**.

Najpopularnije **usluge** (tzv. servisi) koje pruža Internet su elektronička pošta (*e-mail*) i razgovor preko mreže (*talk*), prijenos datoteka (FTP, *File Transfer Protocol*), rad na udaljenom računalu (*telnet, rlogin*), informacijski mrežni servisi (*Gopher, WWW*) i mrežne novine (*UseNet, NetNews*).

Svaki korisnik Interneta ima svoju mrežnu adresu koja se koristi prilikom slanja **elektroničke pošte** (*e-mail*). Poruka je obična tekstualna datoteka koju korisnik šalje na mrežnu adresu osobe kojoj je poruka namijenjena. Adresa se sastoji od dva dijela: korisničkog imena i adrese računala. Primjerice, korisnik Pero Perić koji ima korisnički račun na računalu jagor.srce.hr, vjerojatno bi imao e-mail adresu: pperic@jagor.srce.hr. Poruke se mogu izmjenjivati i u "realnom vremenu", kao da vodimo razgovor telefonom (*talk*). Naravno, poruke nisu zvučne, nego u obliku teksta na ekranu. Ako tehničke prilike dozvoljavaju, moguć je i prijenos slike i zvuka, ali za sada to nije uobičajeni način komunikacije.

**Prijenos datoteka** između dva računala na mreži omogućuje **FTP (File Transfer Protocol)** usluga. Za prijenos datoteka potrebno je na oba računala imati korisnički račun, bez kojeg se na računalu ne može

raditi. Postoje i računala koja su javno dostupna i nude besplatno programsku podršku, razne dokumente i slike. Takva računala nazivaju se **FTP serveri**.

**Telnet** je Internet usluga za prijavljivanje rada na udaljenom računalu. To znači da možemo sjedeći za terminalom jednog računala raditi na nekom drugom računalu. To drugo računalo može biti u istoj zgradi ili na drugom kraju svijeta. Kao i kod FTP-a moramo imati korisnički račun na tom drugom računalu.

Pristup informacijama (tekstovi, slike, programi, zvučni i video zapisi i sl.) omogućuju **informatički servisi**. Najpopularniji takvi servisi su **Gopher** i **World Wide Web (WWW)**. **Gopher** je distribuirani informatički servis za pohranjivanje, pretraživanje i dobivanje informacija. Kada se kaže da se radi o distribuiranom sustavu, to znači da se podaci ne nalaze samo na jednom računalu, već su raspodijeljeni na više računala. Preko **Gophera** moguć je pristup najrazličitijim informacijama. Primjerice, ako nas zanima vremenska prognoza, možemo se spojiti na **Gopher** Državnog Hidro-meteorološkog zavoda. **WWW** je po koncepciji sličan **Gopheru**, ali je atraktivniji, jer osim teksta uključuje i slike, zvuk i video zapise, koji su objedinjeni unutar istog dokumenta (slika 1.6.3). Ti dokumenti oslanjaju se na načela tzv. **hiperteksta** i sadrže posebno označene dijelove (npr. riječi) koji predstavljaju veze (**link**) prema drugim dokumentima (mogu biti na bilo kojem računalu koje je uključeno u mrežu) ili dijelovima istog dokumenta. To je najrašireniji i najpopularniji mrežni informatički servis današnjice.

Svaki **WWW** dokument ima svoju adresu. Primjerice, I. tehnička škola u Zagrebu ima adresu: [http://pubwww.srce.hr/1.tehnicka\\_skola/1tehnicka.htm](http://pubwww.srce.hr/1.tehnicka_skola/1tehnicka.htm). U pronalaženju određenih podataka često se moramo služiti tzv. pretraživačima. Najpopularniji se nalaze na adresama: <http://www.yahoo.com> i <http://www.google.com>. Pretraživači na temelju zadanih ključnih riječi ispisuju **WWW** adrese stranica koje te ključne riječi sadrže. Pretraživači imaju i adrese grupirane prema određenim područjima.

**Mrežne novine (UseNet, NetNews)** su mrežni informatički servis koji omogućuje razmjenu poruka (članaka) među korisnicima po principu zidnih novina. Mrežne novine čitaju se posredstvom računala poslužitelja na kojem je instalirana odgovarajuće programska podrška. Mrežne novine pokrivaju raznovrsne teme, od znanstvenih, do hobija i razonode. Radi lakšeg snalaženja članci su podijeljeni u novinske grupe (**newsgroups**), a unutar grupe na nizove. Jedan niz čine početni članak i svi odgovori (reakcije čitalaca) na njega.



Slika 1.6.3 WWW stranice I. tehničke škole

Osobno računalo može koristiti Internet usluge ako je spojeno u lokalnu mrežu koja je povezana s Internetom. Veza može biti stalna (preko iznajmljenog voda) ili se ostvaruje prema potrebi na taj način da se preko modema uspostavi veza telefonskim vodom s davateljem Internet usluga. U Hrvatskoj pristup Internetu omogućuje više firmi, a najpoznatiji je **HiNet** koji pripada Hrvatskim telekomunikacijama (HT). Putem modema moguće je spojiti i svako kućno računalo na Internet. Operativni sustav Windows 95/98 koji je danas najčešći operativni sustav na PC računalima, sadrži sve potrebne programe za spajanje na Internet preko modema i za korištenje osnovnih Internet usluga.

**Pitanja:**

1. Što čini računalnu mrežu?
2. Što omogućuju lokalne mreže?
3. Što je Internet?
4. Koje usluge pruža Internet?

## 1.7 Povijesni razvoj računala

Prvi veći strojevi za računanje pojavljuju se u 17. stoljeću. Poznat je mehanički kalkulator koji je sagradio **Blaise Pascal**, poznati francuski matematičar, filozof i fizičar.

Engleski matematičar **Charles Babbage** iz 19. stoljeća pokušao je sagraditi stroj sa odlikama današnjih računala. Računalo, koje je nazvao “**Analytical Engine**”, trebalo je biti sposobno izvršavati programe s bušenih kartica. Nažalost, zbog nepreciznosti mehanike, nije nikada proradilo, a danas se čuva u Znanstvenom muzeju u Londonu (*Science Museum*). Na programu za njegov stroj radila je **Ada Augusta Lovelace**, kćer engleskog pjesnika lorda Byrona, po kojoj je 1979. godine nazvan programski jezik Ada. Ada Augusta Lovelace smatra se prvim programerom.

Krajem 19. stoljeća značajan je rad **Hermana Holleritha**, njemačkog doseljenika u Sjedinjene Države. On je konstruirao elektromehaničko računalo koje je služilo za obradu podataka dobivenih popisom stanovništva u SAD 1890. godine. Računalo je koristilo podatke zapisane na bušenim karticama i moglo je rješavati probleme tipa “Koliko ima muškaraca sa srednjom stručnom spremom starijih od 22 godine?” četiri puta brže i znatno točnije nego što bi se to moglo napraviti bez pomoći tog uređaja. Treba spomenuti da su bušene kartice korištene i ranije, u tkalačkim stanovima. To su bili jedni od prvih strojeva koji su se mogli programirati zahvaljujući čemu je jedan te isti stroj služio za izradu tkanine s različitim uzorcima.

U prvoj polovici 20. stoljeća čitav niz naučnika radi na razvoju računskih strojeva. Spomenimo samo dva:

- **Allan Turing** poznat je po njegovom teoretskom modelu računskog stroja (**Turingov stroj** - *Turing Machine*). Za vrijeme Drugog svjetskog rata Alan Turing je radio na dešifriranju njemačkih šifara i sudjelovao u gradnji jednog od prvih programabilnih elektroničkih digitalnih računala nazvanog **Colossus**. Colossus je bilo računalo specijalne namjene, građeno za proračune vezane uz razbijanje njemačkih tajnih kodova (najpoznatiji je njemački kod *Enigma*).
- Značajan je i doprinos američkog matematičara mađarskog porijekla **John von Neumanna**, koji se smatra autorom veoma značajne ideje da se program računala smjesti u memoriju računala zajedno s podacima. Sva moderna računala koriste taj princip.

Drugi svjetski rat ubrzao je rad na razvoju elektroničkih računala. **Prvo elektroničko računalo** opće namjene proradilo je 1946. godine na Sveučilištu Pennsylvania (*University of Pennsylvania*). Zvalo se **ENIAC** (*Electronic Numerical Integrator and Calculator*). Računalo je bilo teško 30 tona, zauzimalo površinu od 140 m<sup>2</sup> i imalo je ugrađeno 70000 otpornika, 10000 kondenzatora, 18000 elektronskih cijevi i 1300 releja. Zahtijevalo je 150kW snage za napajanje. Moglo je obaviti 5000 zbrajanja u jednoj sekundi.

**Elektroničke cijevi** bile su osnovni element prvih elektroničkih računala i imale su neke značajne mane: velike dimenzije, veliku potrošnju električne energije i bile su nepouzdanе: ENIAC-u je trebalo mijenjati prosječno 50 cijevi dnevno. Zato je veoma značajan trenutak u razvoju računala pronalazak **tranzistora** krajem četrdesetih godina. Bio je to izum američkih fizičara koji su radili u laboratorijama Bell Company, a zvali su se **John Bardeen**, **Walter Houser Brattain** i **William Shockley**. Za svoj rad spomenuti fizičari dobili su 1956. godine Nobelovu nagradu. Prvo tranzistorsko računalo sagrađeno je 1955. godine.

Tranzistor je bio revolucionarni pronalazak, jer je zamijenio elektronsku vakuumsku cijev, a nije imao niti jednu manu karakterističnu za cijevi. Korak dalje u razvoju računala predstavljao je **integrirani krug**, koji je sadržavao čitave elektroničke sklopove (npr. logička vrata) na jednoj pločici silicija veličine par kvadratnih milimetara. Stupanj integracije (broj tranzistora po kvadratnom milimetru pločice) neprestano se povećavao, tako da je danas je moguće izraditi čitavo računalo na jednoj pločici silicija (tzv. čip).

Razvoj računala tekao je paralelno s razvojem programa: **jezika i operativnih sustava** računala. Primjerice, 1956. godine nastaje jezik **Fortran** koji je omogućio inženjerima pisanje programa za rješavanje tehničkih problema bez pomoći specijalista - programera. 1957. javlja se prvi operativni sustav, 1959. **Cobol**, 1974. **Basic**, itd.

### Generacije računala

Osnovne komponente od kojih su bila građena računala određivale su njihove karakteristike i mogućnosti, pa je uobičajena podjela računala na četiri generacije:

#### 1. generacija: 1946. - 1959.

Računala te generacije građena su od **elektronskih cijevi**, male su pouzdanosti, velike težine, male memorije i programiraju se samo u strojnom jeziku koji je težak za upotrebu.

#### 2. generacija: 1959. - 1964.

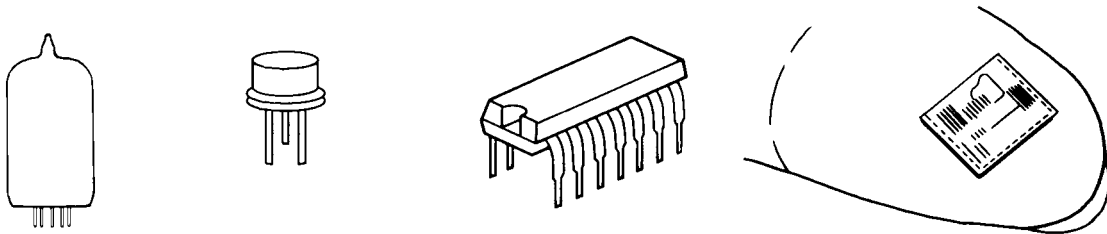
Upotreba **tranzistora** kao građevnog elementa ovih računala znatno je poboljšala pouzdanost računala, smanjila dimenzije i potrošnju električne energije. Javljaju se viši programski jezici jednostavni za upotrebu (npr. Fortran) i razvijaju se programi koji upravljaju radom računala (operativni sustavi).

#### 3. generacija: 1964. - 1971.

U računalima te generacije upotrijebljeni su integrirani krugovi, što je omogućilo smanjenje dimenzija računala. Integrirani krugovi te generacije su malog i srednjeg stupnja integracije (**SSI** - *small scale integration*, **MSI** - *medium scale integration*). Stupanj integracije odnosi se na stupanj složenosti kruga, koji se može mjeriti brojem tranzistora koje krug sadrži. Prvo računalo te generacije načinila je tvrtka IBM (serija 360). Pouzdanost tih računala je velika. Javljaju se višekorisnički i višezadačni operativni sustavi.

#### 4. generacija: 1971. -

Također je karakterizira upotreba integriranih krugova, ali velikog i jako velikog stupnja integracije (**LSI** - *large scale integration* i **VLSI** - *very LSI*). Čitavo računalo moguće je načiniti od svega nekoliko integriranih krugova, pa čak i samo od jednog. Računala koje danas koristimo pripadaju toj generaciji. Pouzdanost računala ove generacije je vrlo velika.



Slika 1.7.1 Elektronska cijev, tranzistor, integrirani krug i čip

Danas smo na pragu **pete generacije računala**. Značajka te generacije računala nije više samo osnovna građevna komponenta (VLSI integrirani krugovi), već **primjena umjetne inteligencije i raspoznavanja uzoraka** u obradi podataka.

### Razvoj osobnih računala

Pojava mikroprocesora i ostalih komponenti na temelju tehnologije LSI i VLSI omogućila je pojavu **osobnih računala**. Prva se javljaju na tržištu 1973. godine. Bila su to računala s 8-bitnim procesorom i vrlo malo memorije (par kB). Prvo računalo koje je moglo poslužiti i za ozbiljnije (poslovne) namjene bilo je računalo Apple II s programom VisiCalc (proračunska tablica). Pojavilo se 1977. godine i stajalo 1298 dolara. Ostala poznata imena iz tog razdoblja su: Commodore PET, Radio Shack TRS-80, Atari 400, Texas Instruments TI 99, Comodore 64, Sinclair Z80, itd..

U kolovozu 1981. godine tvrtka **IBM** predstavlja svoj **IBM Personal Computer**. Osnovni model stajao je 3000\$, imao je 16-bitni procesor 8088 tvrtke Intel, 64KB RAM, 40KB ROM i disketnu jedinicu 5.25" (160KB). Nakon tri godine je prodano 1,000,000 računala. Zajedno s IBM-PC računalom isporučivao se najrašireniji operativni sustav u povijesti računala: **Microsoft Disk Operating System** (skraćeno **MS-DOS**) tvrtke **Microsoft** koju su 1975. godine osnovali Paul Allen i Bill Gates (danas najbogatiji čovjek na svijetu). Do sada je tim operativnim sustavom opremljeno preko 70 milijuna računala.

Razvojem novih i snažnijih mikroprocesora firme **Intel** koji su bili kompatibilni s procesorom 8088 (programi pisani za računala s procesorom 8088 mogli su se izvršavati i na njima - obratno nije moralo vrijediti) počela je proizvodnja i drugih tipova PC računala. Danas možemo susresti slijedeće modele (navedene veličine memorije i veličine diskova su tipične vrijednosti):

Model računala	Procesor	Duljina riječi	Veličina memorije	Veličina diska	Brzina
XT	8086	16b	640 KB	20 MB	8MHz
AT	80286	16b	1 MB	40 MB	12MHz
386	80386	32b	2 - 8 MB	80 - 200 MB	33MHz
486	80486	32b	4 - 16 MB	200 - 1000 MB	100MHz
Pentium	Pentium	32b	8 - 32 MB	1 - 4 GB	200MHz
Pentium II	Pentium II	32b	32-64 MB	4 - 8 GB	400Mhz
Pentium III	Pentium III	32b	64-128 MB	8 - 20 GB	1GHz
Pentium IV	Pentium IV	32b	128-256MB	20-40GB	2GHz

XT, AT, 386 i 486 računala smatraju se danas zastarjelima i mnogi moderniji programi na njima ne rade. Također treba spomenuti i tvrtku AMD s procesorom Athlon koji po snazi odgovara Pentium IV procesoru.

Tvrtka **Apple Computer**, koju su 1976. godine osnovali Stephen Wozniak i Steven Jobs i koja je proizvodila Apple II računala, pokušala se oduprijeti tržišnom prodoru IBM-a proizvodnjom Apple III računala, ali bez većeg uspjeha. Tvrtka je zato odlučila uložiti veliki novac (100 milijuna dolara tokom dvije godine) u razvoj grafičkog korisničkog sučelja. Nakon kratkotrajnog neuspjeha s modelom Apple Lisa (1983. godine), pojavljuje se 1984. godine na tržištu **Apple Macintosh** računalo koje koristi jednostavno grafičko korisničko sučelje s prozorima, padajućim izbornicima, i ostalim, danas uobičajenim, elementima. Apple Macintosh računala bazirana su na procesorima serije 680x0 tvrtke **Motorola**. Računala Tvrtke Apple Computer jedna su od rijetkih koja su izdržala konkurenciju IBM-PC kompatibilnih računala.

Od 1985. godine i IBM-PC računala mogu imati grafičko korisničko sučelje. Te godine je tvrtka Microsoft na tržište izbacila operativni sustav **Windows 1.0**. Značajno poboljšanje slijedilo je 1990. godine kada se javlja Windows 3.0. 1995. godine slijedi Windows 95, tri godine kasnije njegova nešto poboljšana verzija Windows 98. Windows Me (Millennium Edition) posljednja je verzija izdana 2000. godine.

**Pitanja:**

1. Zbog čega nisu dobro radila mehanička računala?
2. Čemu je služilo Hollerithovo elektromehaničko računalo?
3. Koje su osobine pojedinih generacija računala?
4. Zbog čega je značajno otkriće tranzistora?
5. Po čemu je izvršena podjela računala na četiri generacije?
6. Koje računalo je značajno u povijesti osobnih računala?
7. Kako se zove najrašireniji operativni sustav na svijetu?
8. Koja ga računala koriste?

## 1.8 Osobna računala

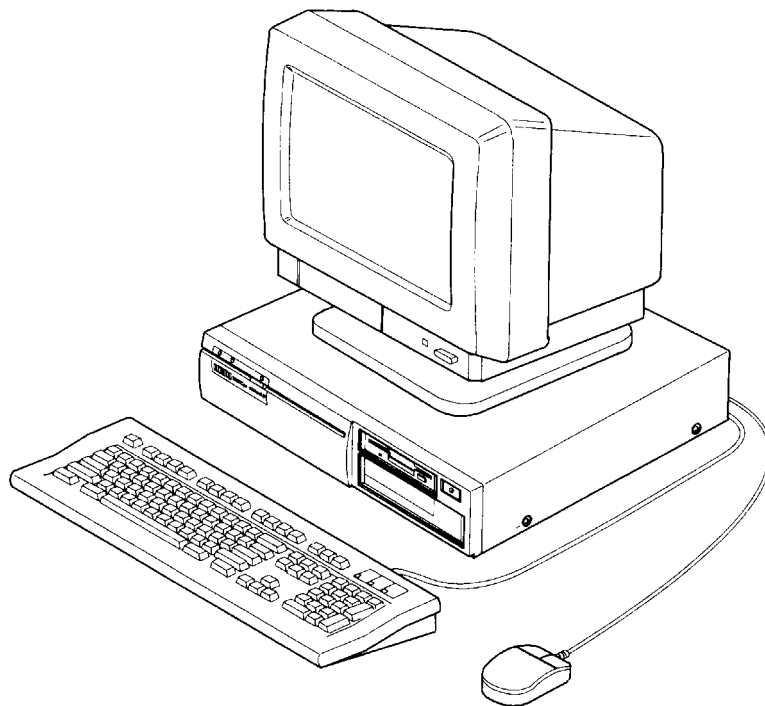
Osobna računala spadaju u grupu mikroručunala. To su računala koje obično upotrebljava samo jedna osoba. Dakle, radi se o malom računalu koje je obično smješteno na radnom stolu i opremljeno najnužnijim dodatnim uređajima (modem, pisač, skener).

Najveći broj osobnih računala u Hrvatskoj su **IBM-PC kompatibilna računala** i to je razlog da u daljnjem tekstu pod pojmom osobno računalo podrazumijevamo takvo računalo. Naravno, postoje i drugi tipovi osobnih računala, kao što je **Apple-Macintosh**, te snaža osobna računala, takozvane **radne stanice** (npr. Sun SparcStation) koje se upotrebljavaju skoro isključivo u profesionalne svrhe.

Zahvaljujući tome što je IBM objavio konstrukcijske detalje svojih osobnih računala, danas ovakva računala i njihove komponente rade i druge tvrtke, ali su sva računala međusobno **kompatibilna**, što znači da mogu upotrebljavati isti softver. To je dovelo do značajnog pada cijena takvih računala, a zbog toga i do njihove velike popularnosti.

### Osnovni dijelovi osobnog računala

Tipično takvo računalo prikazuje slijedeća slika.



Slika 1.8.1 Osobno računalo

Osnovne komponente koje čine računalo i koje vidimo na slici su: tipkovnica, miš, monitor, i kućište s izvorom napajanja u kojem se nalaze osnovna ploča, grafička kartica, tvrdi disk i savitljivi disk.

Na **osnovnoj ploči** (*mother board*) nalazi se mikroprocesor, nekoliko pripadajućih VLSI integriranih krugova i sat s baterijom. **Memorijski moduli** umeću se u posebne konektore na osnovnoj ploči. To omogućuje da se u računalo ugradi količina memorije prema želji (32MB, 64MB, 128MB, ...). U novije vrijeme osnovna ploča računala sadrži i **upravljačke sklopove za diskove i disketne jedinice, serijska, paralelna i USB sučelja** (*interface*), a rjeđe **audio i video podsustav**.





Slika 1.8.2 Video kartica

Nekoliko dodatnih priključaka (konektora) na osnovnoj ploči služi za umetanje **dodatnih kartica** (pločica s elektroničkim elementima). Obavezna je **video kartica** (iako ponekad ona može biti sastavni dio osnovne ploče). Ostale kartice obično se dodaju da se omogući priključak dodatnih perifernih jedinica (primjerice skenera), ili se dodatni uređaj cijeli nalazi na dodanoj kartici (primjerice modem).

Na **stražnjoj strani računala** nalaze se priključci za monitor, tipkovnicu, miša, te priključci za napajanje računala i monitora. S drugim uređajima računalo se može povezati preko tzv. serijskih, paralelnih i USB sučelja. Serijskim priključkom podaci se prenose serijski, bit po bit, dok se kod paralelnog priključka podaci prenose po 8 bita (1B) istovremeno. Zbog toga je prijenos podataka paralelnim priključkom brži, ali zahtijeva veći broj vodiča. Obično se na serijski priključak spaja miš i modem, a na paralelni priključak pisač. USB je novija vrsta serijskog priključka velike brzine prijenosa podataka.

Na **prednjoj strani računala** nalaze se prekidač za uključivanje napajanja računala, tipka za resetiranje računala, otvor za umetanje diskete u disketnu jedinicu, lampice koje signaliziraju uključeno napajanje i rad tvrdog diska. Na disketnoj jedinici se nalazi lampica koja signalizira rad te jedinice.

## Osnovne periferne jedinice računala

### Monitor

Monitor je uređaj za prikaz slika i/ili teksta na njegovom zaslonu (ekranu). Najveći broj monitora koristi katodnu cijev, a zbog visoke cijene manji broj monitora koristi zaslon od tekućih kristala (*liquid crystal display* - LCD). Katodna cijev je jeftinija, dok je zaslon od tekućih kristala malih dimenzija i zato pogodan za prijenosna računala i monitore malih dimenzija (dubine par centimetara).

Slika na zaslonu monitora je rasterska slika, tj. sastoji se od određenog broja malih kružića (poput mozaika). Ti kružići nazivaju se pikseli. Riječ piksel je fonetiziran oblik engleske riječi *pixel* koja je izvedena od izraza *picture element*, što znači element slike. Broj piksela koji čine sliku određuje **razlučivost** monitora. Pri tome razlikujemo horizontalnu razlučivost (broj piksela po inču ili centimetru u horizontalnom smjeru) i vertikalnu razlučivost (broj piksela po inču ili centimetru u vertikalnom smjeru). Jasno je da će slika imati više detalja ako je sastavljena od većeg broja piksela, tj. ako je gledamo na monitoru veće razlučivosti. **Veličina monitora** mjeri se dijagonalom slike. Standardne veličine dijagonala izražene u inčima su 14", 15", 17", 19" i 21".

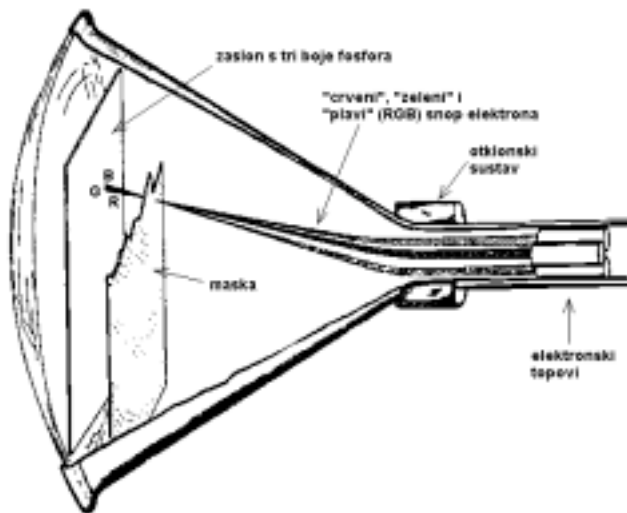
Razlučivost i veličina monitora međusobno su povezane. Manji monitori imaju i manje razlučivosti i obrnuto. Slijedeća tablica prikazuje radne razlučivosti za dane veličine dijagonala. Obično monitor može raditi i na slijedećoj višoj razlučivosti. Primjerice, monitori s dijagonalom od 15" obično mogu raditi i na razlučivosti 1024\*768, iako im je preporučena radna razlučivost 800\*600. Pri tome kvaliteta slike ovisi o kvaliteti cijevi i elektroničkih sklopova monitora.

Veličina dijagonale	Radna razlučivost
14"	640*480
15"	800*600
17"	1024*768
19"	1280*1024
21"	1600*1400

Važan parametar koji utječe na kvalitetu slike je **vertikalna frekvencija** slike. Da bi se izbjeglo treperenje slike koje jako zamara oči, slika se mora ispisivati na zaslonu što većom frekvencijom. Danas

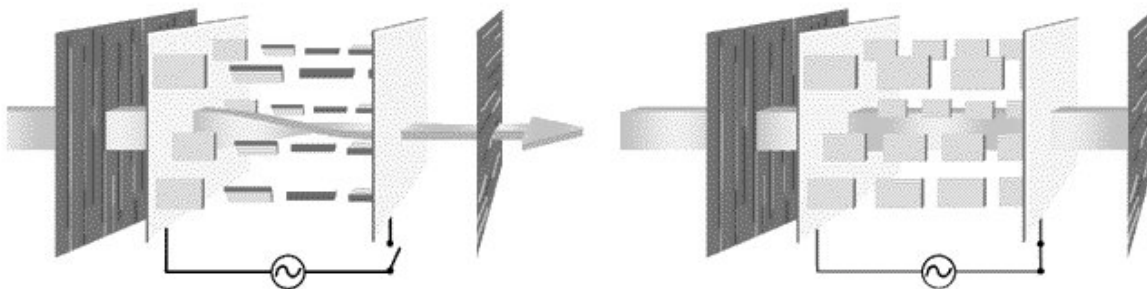
je poželjna vertikalna frekvencija od barem 85Hz, što znači da se slika mora ispisivati barem 85 puta u sekundi.

Kod monitora s katodnom cijevi piksel na zaslonu se dobiva tako da zraka elektrona udara u zaslon koji je premazan fosforom i svijetli pod udarima elektrona. Magnetsko polje koje stvara odklonski sustav pomiče zraku i osvjetljava slijedeće piksele sve dok se ne osvijetle svi, nakon čega se proces ponavlja. Zbog perzistencije fosfora piksel svijetli neko vrijeme i nakon što preko njega pređe zraka elektrona, pa se čini da je slika potpuno mirna. Promjenom struje zrake elektrona može se mijenjati svjetlina piksela. Monokromatski monitori imaju samo jednu zraku elektrona koja obično daje bijelo svjetlo (crno bijela slika). Monitori u boji imaju tri zrake koje prolaze kroz posebnu masku i padaju na fosforna zrnca koja svijetle različitim bojama: crvenom, zelenom i plavom (RGB - *red, green, blue*). Mijenjajući struju pojedine zrake elektrona može se utjecati na svjetlinu pojedine boje i na taj način miješanjem boja dobiti bilo koju boju piksela.



Slika 1.8.3 Građa katodne cijevi

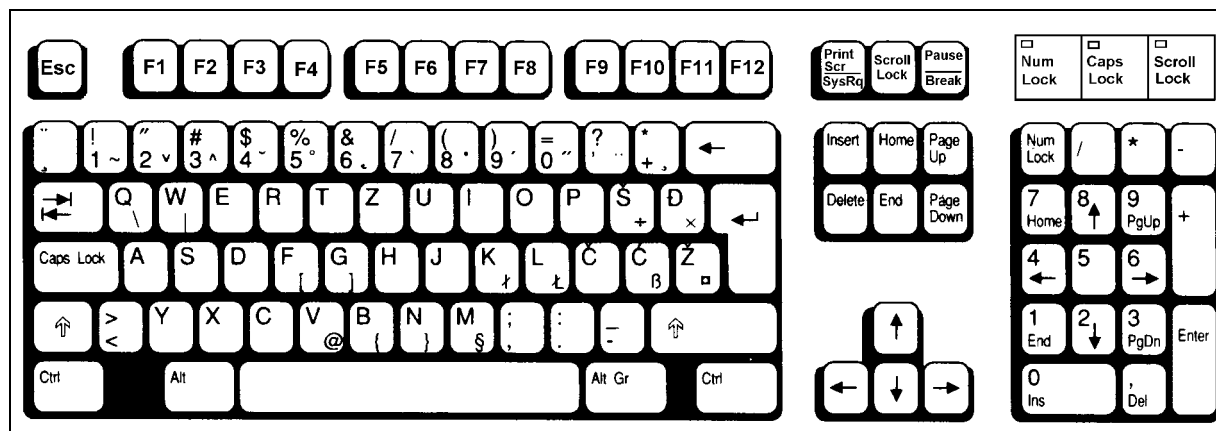
Princip rada monitora s zaslonom od tekućih kristala potpuno je različit. Takav zaslon sastoji se od dvije staklene ploče koje propuštaju svjetlo polarizirano pod određenim kutom. Jedna ploča propušta vertikalno polarizirano svjetlo, a druga ploča horizontalno polarizirano svjetlo. Između te dvije ploče nalaze se prozirne metalne elektrode, a između njih nalazi se tekući kristal koji zakreće ravninu polarizacije svjetla. Kada napon nije priključen na elektrode svjetlo prolazi kroz zaslon. Ako je električno polje uključeno, tekući kristal ne zakreće ravninu polarizacije i svjetlo ne prolazi kroz takav zaslon. Površina zaslona podijeljena je na potreban broj ćelija, kojima se može upravljati dovođenjem napona preko prozirnih elektroda. Svaka ćelija predstavlja piksel. Za razliku od katodnih cijevi, ćelija monitora s tekućim kristalom ne svijetli nego više ili manje propušta svjetlo. To može biti reflektirano vanjsko svjetlo, ali se češće koristi pozadinsko svjetlo koje daje posebna fluorescentna žarulja. Kod monitora u boji svaki piksel se sastoji od tri ćelije. Svaka ima filter različite boje: crvene, zelene i plave. Njihovom kombinacijom dobiva se bilo koja boja, slično kao kod monitora s katodnom cijevi.



Slika 1.8.4 Princip rada LCD monitora

## Tipkovnica

Tipkovnica računala osnovna je ulazna jedinica računala i prikazana je na slijedećoj slici.



Slika 1.8.5 Tipkovnica s hrvatskim znakovima

Raspored i broj tipaka može se mijenjati ovisno o proizvođaču. Sve tipkovnice imaju tipke sa slovima, brojevima, znakovima interpunkcije i razmaknicu poput pisaćeg stroja. Na desnom dijelu nalazi se numerička tipkovnica koja služi za lakše unošenje brojčanih podataka. Četiri tipke sa strelicama služe za kretanje po ekranu. Njihova točna uloga ovisi o programu koji se trenutno koristi. Isto vrijedi i za tzv. funkcijske tipke koje su označene s F1 do F12. Grupa tipaka s oznakama HOME, END, PAGE UP, PAGE DOWN služe za kretanje po stranicama podataka, a tipke INSERT i DELETE za umetanje odnosno brisanje znakova. Važna je i velika tipka s oznakom ENTER (↵) kojom se završavaju sve naredbe, dajući na znanje računalu da smo gotovi s pisanjem naredbe i da očekujemo od njega da tu naredbu izvrši. Kod obrade teksta ta tipka služi za prijelaz u novi red.

## Miš

Miš je naprava za pokazivanje i koristi se prvenstveno u radu s grafičkim programima i sučeljima. Pomicanjem miša po podlozi korisnik upravlja položajem pokazivača miša na ekranu. Pomicanjem miša i pritiskanjem tipaka na mišu odabiru se pojedini objekti na ekranu, crtaju slike, itd. Miševi imaju obično dvije ili tri tipke.

Osnovu miša čini kuglica koja pokreće dva kotačića. Jedan se pokreće kada se miš giba horizontalno, a drugi kada se miš giba vertikalno. Okretanje tih kotačića prekida svjetlo LED dioda koje pada na fototranzistore, stvarajući električne impulse koji uzrokuju pomicanje pokazivača miša na ekranu. Miš se priključuje na serijsko sučelje računala, a u novije vrijeme računala imaju poseban priključak za miša, čime se oslobađa serijsko sučelje za priključak drugih uređaja.

Prijenosna računala umjesto klasičnog miša koriste tzv. *trackball*. On se sastoji od kugle koja se okreće prstima, čime se postiže sličan učinak kao kada se klasičan miš pokreće po podlozi. Druga naprava koja se koristi kod prijenosnih računala je *trackpad*, pločica po kojoj se pomiče prst, čime se pomiče pokazivač na ekranu. Konačno, spomenimo i *trackpoint*, minijaturnu palicu koja viri iz sredine tastature (iznad slova B). Pomicanjem te palice upravlja se pokazivačem na ekranu.

## Pisači

Pisači su uređaji pomoću kojih se tekst ili slike ispisuju na papiru. Najčešći pisači danas su laserski, tintni i, nešto stariji, iglični. Osim po principu rada ti pisači se razlikuju po veličini papira (A4 i A3), kvaliteti otiska, brzini koja se mjeri brojem stranica u minuti, te razlučivosti. Razlučivost se izražava u broju točaka po inču i kreće se kod tintnih i laserskih pisača između 300 i 1200 točaka po inču.

Iglični pisači imaju glavu za pisanje koja udarcima iglica preko trake s tintom piše po papiru. Broj iglica može biti 9 ili 24. Pisači s većim brojem iglica imaju kvalitetniji otisak. Iglični pisači su bučni i spori u

grafičkom načinu rada. Prednost im je niska cijena otiska i mogućnost izrade više kopija istovremeno, pa se danas koriste u računovodstvu (obračuni plaća), bankama, trgovinama (izdavanje računa) i sl.

Tintni pisači također imaju glavu za pisanje koja ima veliki broj cjevčica kroz koje štrcaju kapljice tinte. Tinta se nalazi u posebnom spremniku koji može činiti cjelinu s glavom za pisanje. Ova vrsta pisača može biti opremljena crnom tintom za crno bijele otiske, ili crnom i tintama u boji (svjetlo-plava, ljubičasta, žuta) za otiske u boji. Tintni pisači su jeftini, iako ne i naročito brzi. Na kvalitetu otiska negativno utječe to što se kapljice tinte razlijevaju po običnom fotokopirnom papiru. Za najveću kvalitetu otiska trebalo bi koristiti posebne vrste papira, što dodatno povećava cijenu otiska.

Laserski pisači rade na principu poznatom iz fotokopirnih strojeva. Laserska zraka pada na fotoosjetljivi bubanj koji je prethodno električki negativno nabijen. Osvijetljena područja se izbiju i privlače zrnca tonera koja su električki negativno nabijena. Preko bubnja zatim prelazi papir koji je električki pozitivno nabijen i privlači zrnca tonera. Papir zatim prelazi preko zagrijanih valjaka koji zapeku toner tako da se ne može odvojiti od papira. Laserski pisači daju otisak dobre kvalitete, brzi su, ali i nešto skuplji od tintnih. Postoje i laserski pisači u boji koji koriste tonere u četiri boje (svjetlo-plava, ljubičasta, žuta i crna).

### **Skaner**

Skaner (engl. *scanner*) je uređaj koji sliku zabilježenu na nekom mediju (papir, prozirna folija) pretvara u digitalnu informaciju i zapisuje na disk kao datoteku prikladnog formata. Postoje ručni, stolni i rotacijski skaneri. Stolni skaneri su danas najčešći i u daljem tekstu biti će opisan princip rada te vrste skanera.

Stolni skaneri s gornje strane imaju staklenu ploču na koju treba staviti sliku koju želimo skanirati. Slika se osvjetljava fluorescentnom lampom, a reflektirano svjetlo se prenosi optičkim sustavom na odgovarajući senzor. Obično je to CCD (*Charge Coupled Device*) poluvodički senzor, kakav se primjenjuje kod video kamera. Zadatak senzora je da pretvori svjetlo u električni signal. Skaner ne pretvara u digitalnu informaciju cijelu sliku odjednom, već jedan red slike. Optički sustav je izveden tako da na senzor odgovarajućeg oblika pada slika jednog reda slike. Nakon što se taj red pretvori u digitalnu informaciju, optički sustav se malo pomakne, tako da na senzor pada slika slijedećeg reda. Čitav proces se ponavlja dok se ne dosegne kraj slike i naziva se skaniranje, a po tome je i uređaj dobio naziv skaner.

Postoje crno bijeli i kolor skaneri. Kolor skaneri imaju CCD senzor koji ima CCD elemente u tri niza, za svaku boju (crvenu, zelenu i plavu) po jedan.

Bitne karakteristike skanera su:

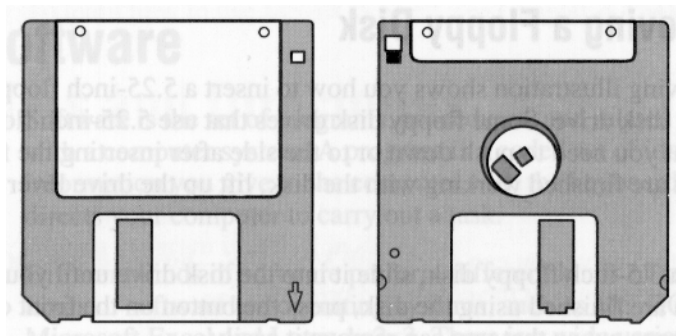
- Prema veličini slike koju mogu skanirati, skaneri mogu biti A4 i A3 formata.
- Razlučivost skanera se kreće između 300 i 1200 dpi (točaka po inču).
- O kvaliteti analogno digitalne pretvorbe signala iz CCD senzora govori podatak o broju bita po boji. Tako govorimo o 24-bitnim, 30-bitnim, 36-bitnim ili čak 48-bitnim skanerima. Primjerice, ako je skaner 24-bitni, to znači da je za svaki piksel slike utrošeno po 8 bita za zapis informacije o svakoj od tri boje.

### **Modemi**

Modem je uređaj koji služi za slanje podataka između dva računala telefonskom linijom. Osnovni zadatak modema je da digitalne signale iz računala pretvori u analogne signale koji se jedini mogu slati telefonskim linijama. Primljene analogne signale modem ponovo pretvara u digitalne signale. Taj proces naziva se modulacija i demodulacija, od čega i potječe ime - modem. Brzina prijenosa danas iznosi do 56kb u sekundi, a ovisi o mogućnostima modema i kvaliteti telefonske linije. Modemi mogu biti interni (ugrađeni u računalo kao dodatna kartica) ili eksterni (vanjski). Eksterni modemi priključuju se na računalo preko serijskog sučelja. Glavna primjena modema danas je spajanje na Internet preko davatelja Internet usluga.

### Disketne jedinice

Osobna računala upotrebljavaju dvije osnovne vrste disketnih jedinica: za diskete veličine 3.5 i 5.25 inča (1 inč = 2.54 cm). Danas se većinom koriste manje diskete (3.5") zbog manjih dimenzija, robusnije izrade i većeg kapaciteta. Slijedeća slika prikazuje disketu od 3.5".



**Slika 1.8.6 Disketa od 3.5"**

Diskete sadrže savitljive diskove, načinjene od plastične mase (Mylar), s magnetskim slojem koji je nanesen na obje strane. Otvori na disketi omogućuju kontakt glava za snimanje i čitanje s magnetskim slojem. Kod disketa od 3.5" taj otvor je radi zaštite pokriven vratašcima, koja se otvaraju kada se disketa gurne u disketnu jedinicu. Glave su u direktnom kontaktu s magnetskim slojem i zbog trenja se disketa ne može okretati prevelikom brzinom (otprilike 300 okretaja u minuti). Diskete imaju mogućnost sprečavanja snimanja. Zato je na disketi od 5.25" predviđen utor na rubu diskete, preko kojega treba staviti naljepnicu, a disketa od 3.5" ima plastični kvadratić, kojeg treba pomaknuti da se oslobodi otvor na kućištu diskete. Ako se na tako zaštićene diskete treba ponovo snimati, treba ukloniti naljepnicu, odnosno plastičnim kvadratićem ponovo pokriti otvor.

Radi sigurnosti podataka na disketi, s njome treba pažljivo postupati. Naročito je važno ne savijati disketu, ne doticati prstima magnetski sloj, ne izlagati disketu visokim temperaturama, vlazi ili djelovanju magnetskog polja. Disketa se ne smije vaditi iz disketne jedinice ako gori lampica koja ukazuje na to da disketna jedinica radi.

Podaci se upisuju na obadviije površine (strane) diskete na koncentričnim kružnim prstenima - stazama. Svaka staza razdijeljena je na sektore. Dijeljenje strane na staze i sektore provodi se operacijom formatiranja diskete. Pritom se uništavaju podaci koji su eventualno ranije snimljeni. Danas je standardna disketa kapaciteta 1.44MB. Disketna jedinica za diskete 1.44MB može raditi i s disketama od 720kB.

Kapacitet diskete jedan je od rijetkih parametara računala koji se nije promijenio tijekom više godina i za današnje potrebe je zapravo premalen. Doduše, postoje uređaji s disketama znatno većeg kapaciteta (do 200MB), ali niti jedan nije postao standardni.

### Magnetske vrpce

Magnetske vrpce, koje se u računalima upotrebljavaju za pohranu podataka, slične su vrpčama u običnim audio magnetofonima. Dakle, radi se o plastičnoj savitljivoj vrpci na koju je nanesen magnetski sloj. Vrpca je smještena u kućište koje nalikuje audio kaseti.

Za razliku od tvrdih diskova i disketa, nije moguće direktno pristupiti bilo kojem zapisu (datoteci) na magnetskoj vrpci. Da bi došli do željene datoteke na vrpci treba proći (pročitati) sve prethodne zapise. Obično se takav zapis naziva sekvencijalnim zapisom. Posljedica je spori pristup željenoj datoteci.

Upotreba magnetskih vrpce ograničena je uglavnom na izradu rezervnih kopija važnih datoteka ili čitavog tvrdog diska (*backup*). Rezervne kopije imaju veliku važnost u sigurnosti računalnog sustava. To je naročito važno kod višekorisničkih sustava i općenito u situacijama kada kvar diska može prouzročiti velike štete zbog gubitka podataka. Uređaj za zapisivanje i čitanje magnetskih vrpce zove se engleski *Streamer*.

## Tvrđi diskovi



Slika 1.8.7 Tvrđi disk

Tvrđi diskovi sastoje se od jedne ili više okruglih aluminijskih ploča (diskova) presvučenih magnetskim materijalom, pričvršćenih za zajedničku osovinu. Pored ploča nalazi se mehanizam za pomicanje glava za pisanje i čitanje. Prostor u kome se nalaze ploče i glave hermetički je zatvoren i opremljen filterom koji otklanja nečistoće. Glave za čitanje i pisanje ne dotiču ploče, što omogućuje visoku brzinu vrtnje ploča (3600 o/min ili više). Glave lebde iznad ploča na zračnom jastuku koji nastaje uslijed rotacije ploča. Svakoj ploči pripadaju dvije glave. Sve glave su učvršćene tako da se pomiču zajedno. Razmak glave i ploče je vrlo mali (par mikrona), čime se osigurava velika gustoća staza i time veliki kapacitet diskova (do nekoliko GB). Diskovi su obično promjera 5.25" ili 3.5", a kod prijenosnih računala 2.5".

Kada je računalo isključeno, glave diskova su smještene ("parkirane") u sigurnosnoj zoni gdje su zaštićene od vibracija. Tada se računalo može premještati. Međutim, za vrijeme rada računala, diskovi ne smiju biti izloženi vibracijama jer bi svaki dodir glave s diskom mogao uništiti disk.

Ploče tvrdog diska su također podijeljene na strane, staze i sektore. Uvodi se još i pojam cilindra, koji obuhvaća sve staze označene istim brojem. Npr. sve staze broj 0 čine cilindar.

Različiti tipovi diskova razlikuju se kapacitetom (1-10GB), brzinom pristupa slučajno odabranom sektoru (5-15ms), brzinom prijenosa podataka s diska itd.

Uređaj koji upravlja diskom zove se upravljač diska (kontroler). Postoji više standarda za upravljače diska, a danas je najveći broj osobnih računala (IBM-PC kompatibilnih) opremljen IDE (*Intelligent Drive Electronics*) ili EIDE (*Enhanced IDE*) upravljačima. Macintosh računala standardno su opremljena SCSI (čitaj skazi) upravljačima. SCSI upravljači upotrebljavaju se i na PC računalima, ali su skuplji i zbog toga rjeđi.

## Optički disk

Optički disk pojavio se 1980. godine kao zamjena za klasične gramofonske ploče, a kasnije je upotrijebljen i u računalima za zapis podataka. Disk je načinjen od plastike i promjera je 12 cm, s rupom od 15 mm u sredini. Podaci se čitaju sa diska laserskom zrakom, koja se odbija od reflektirajuće površine. Na toj površini zapis čine mala udubljenja od kojih se laserska zraka odbija drugačije nego od ravne plohe. To se registrira pomoću fotodiode na koju pada reflektirana zraka. Zapis čini spiralu, kao i kod gramofonske ploče, ali je početak na sredini ploče, a kraj na rubu ploče. Ploča se ne okreće stalnom brzinom, nego takvom brzinom (200-500 o/min), koja osigurava konstantnu brzinu kretanja laserske zrake po zapisu (1.3 m/s).

Na optički disk podaci se zapisuju u tvornici, a računalo ih može samo čitati. Zbog toga su ti diskovi i dobili naziv **CD-ROM** (*Compact Disc Read Only Memory*, što znači otprilike: kompaktni disk - memorija koja se može samo čitati). Izrada optičkih diskova vrlo je jeftina (1.5\$), a gustoća zapisa vrlo velika. Tipični kapacitet optičkog diska je 650MB. Optički diskovi nisu jako osjetljivi na prašinu i ogrebotine, zahvaljujući činjenici da je laserska zraka fokusirana na zapis koji je 1mm udaljen od površine diska na kojoj se mogu nalaziti oštećenja ili prašina. Zapis je vremenski postojan i neosjetljiv na magnetska polja.

Brojne su mogućnosti primjene optičkih diskova. Danas je uobičajeno (i jeftinije) da se softver isporučuje na CD-ROM-u umjesto disketama. Video i tonški zapisi mogu se reproducirati na računalu sa CD-ROM jedinicom i podrškom zvuka (ugrađenom zvučnom karticom). To omogućuje izradu enciklopedija, programa za učenje jezika, povijesti glazbe, slikarstva, filma i sl. Moderne igre (zahtjevne

u pogledu memorije) također su nezamislive bez CD-ROM-a. Osim CD-ROM diskova koji se rade u tvornici u velikim serijama, moguće je izraditi i vlastiti CD-ROM. Za to je potreban **CD-R** (*CD-Recordable*) uređaj koji omogućuje snimanje na posebnim (CD-R) optičkim diskovima. CD-R uređaji slični su običnim CD-ROM uređajima, ali je laserska zraka veće jačine, jer se pomoću nje zapisuju podaci na disk. Jednom zapisani podaci više se ne mogu brisati, pa takav disk postaje CD-ROM. Zato se takvi diskovi zovu i **WORM** diskovi (*Write Once Read Many* - piši jednom čitaj puno puta). Dalji korak predstavljaju **CD-E** uređaji (*CD Erasable*, CD koji se može brisati). Takvi diskovi mogli bi obavljati funkcije disketa ili tvrdih diskova. CD-E uređaji su vrlo skupi i za sada još u fazi razvoja.

U međuvremenu su se pojavili i **DVD** (*Digital Versatile Disk*) diskovi kapaciteta do 17GB. Uređaji za čitanje DVD diskova mogu čitati i obične CD diskove (jednakog je promjera), pa se može očekivati da će takvi čitači uskoro zamijeniti klasične CD čitače, a postoje i uređaji koji mogu takve diskove snimati jednokratno (WORM). Također se očekuje i pojava DVD diskova i uređaja za višekratno snimanje i brisanje.

## Povezivanje i uključivanje računala

Prije uključivanja računala potrebno je povezati sve dijelove i uređaje koje čine računalo. Za to je potrebno proučiti upute proizvođača, a osnovno je pravilo da se povezivanje vrši samo kada su uređaji i računalo isključeni. U pravilu se prvo uključuju periferni uređaji (monitor, pisač, itd.), a tek onda samo računalo. Prilikom isključivanja postupak je obrnut.

Uključivanje i isključivanje računala, ili bilo kojeg drugog uređaja, ne smije se ponavljati u kratkim razmacima jer se time izlažu komponente računala suviše velikim naprezanjima. Također je bolje ne isključivati računalo ako se rade kraće pauze. Jednom uključeno računalo ne treba pomicati niti izlagati vibracijama jer bi to moglo poremetiti stabilnost glava koje lebde na zračnom jastuku na vrlo malom razmaku iznad površine tvrdih diskova.

Nakon uključivanja računala započinje postupak tzv. dizanja sustava, koji počinje testiranjem komponenti računala, a završava učitavanjem operativnog sustava. Cijeli proces traje oko 30 sekundi (moguća su i znatna odstupanja od te vrijednosti). Računalo je spremno za rad kada se na ekranu pojavi znak javljanja. O tome je više napisano u poglavlju o operativnom sustavu MS-DOS, gdje je detaljnije opisan način pokretanja programa, te rad s datotekama i diskovima.

### Pitanja:

1. *Koji modeli PC računala postoje i po čemu se razlikuju?*
2. *Što je to PC kompatibilno računalo?*
3. *Koji su osnovni dijelovi PC računala?*
4. *Što se obično nalazi na osnovnoj ploči računala?*
5. *Nabrojite i opišite osnovne periferne jedinice računala.*
6. *Kako se onemogućava snimanje na disketu?*
7. *Nabrojite standardne veličine i kapacitete disketa.*
8. *Objasnite po čemu je značajna 1981. godina na području osobnih računala?*
9. *Objasnite naziv CD-ROM, CD-R i CD-E, DVD.*
10. *Čemu obično služe magnetske vrpce?*
11. *Koji priključci standardno postoje na računalu?*
12. *Na što moramo paziti prilikom povezivanja dijelova računala?*
13. *Zašto ne smijemo uključivati i isključivati elektroničke uređaje u kratkim razmacima?*
14. *Da li je nakon uključivanja računalo trenutno spremno za rad?*

## 1.9 Programi za osobna računala

### Operativni sustavi

IBM-PC kompatibilna računala mogu koristiti više operativnih sustava. Najrašireniji sustav je **MS DOS** (*MicroSoft Disk Operating System*; u originalnim IBM računalima ima naziv PC DOS). MS-DOS se vremenom razvijao i posljednja verzija nosi oznaku 6.22. Namijenjen je računalima sa svim Intel procesorima od 8088 do Pentiuma. Detaljnije je opisan u posebnom poglavlju.

Komunikacija korisnika s računalom pod MS-DOS operativnim sustavom odvija se tako da korisnik piše naredbe u komandnoj liniji. Modernija rješenja imaju grafičko korisničko sučelje koje olakšava komunikaciju računala i korisnika. Korisnik više ne mora pamtiti prilično kompliciranu sintaksu pojedinih naredbi. Pojedini programi ponudeni su korisniku u obliku malih sličica koje se zovu ikone (slika 1.5.1). Korisnik daje do znanja računalu što želi pokazujući na odgovarajuću ikonu strelicom koju pokreće po zaslonu pomoću miša. Miš ima na sebi jednu ili više tipki. Da bi se pokrenula neka aplikacija dovoljno je pokazati na njenu ikonu i pritisnuti tipku na mišu. Za IBM kompatibilna računala postoji grafičko sučelje tvrtke Microsoft pod nazivom **MS Windows 3.1**. MS Windows nije samostalni operativni sustav, već predstavlja proširenje MS-DOS operativnog sustava, iz čega proizlaze i neka njegova ograničenja.

MS Windows je zahtjevniji s obzirom na resurse računala od MS-DOS-a. Iako može raditi i na računalu s procesorom 80286 i 1MB radne memorije, praktički se koristi na računalima s procesorom 80386 ili boljim i barem 4MB radne memorije (zbog zahtjevnijih programa poželjno je imati 8MB radne memorije).

Prije nekoliko godina pojavio se na tržištu novi operativni sustav tvrtke Microsoft za PC kompatibilna računala **Windows 95** (najnovija verzija zove se **Windows 98**). To je samostalni operativni sustav, a na njemu se mogu izvršavati i programi pisani za MS-DOS i MS Windows 3.1.

Postoji još bolji (i skuplji) operativni sustav tvrtke Microsoft, a to je **Windows NT** koji postoji i za neke druge procesore osim Intelovih (npr. DEC Alpha).

Jedan od najpoznatijih operativnih sustava danas je **UNIX**. On se koristi na raznim računalima (od mikroručunala do super računala) i omogućuje višekorisnički i višezadačni rad. Postoje verzije i za IBM-PC kompatibilna računala kao što su SCO Unix System V ili Linux (besplatan operativni sustav!). Unix može imati i grafičko sučelje (npr. X Windows).

Povezivanje računala u lokalne mreže (LAN - Local Area Network) omogućuje dijeljenje perifernih uređaja između pojedinih računala (pisači, diskovi, CD-ROM jedinice itd.). MS-DOS ne omogućuje mrežni rad računala, ali se lako može nadograditi mrežnim operativnim sustavom (npr. Lantastic). MS Windows 3.1 također nema podršku mrežama, ali se može kupiti verzija tog operativnog sustava koja omogućuje rad u mreži (**Windows for Workgroups**). Većina ostalih operativnih sustava imaju direktnu podršku radu u mreži (Windows 95/98, Windows NT, Unix). Postoje i posebni mrežni operativni sustavi, a najpoznatija je u tom pogledu tvrtka **Novell**. Računala Apple Macintosh su opremljena operativnim sustavom koji podržava mrežni rad (tzv. LocalTalk, EtherTalk i TokenTalk mrežni standardi).

### Programi za obradu teksta

Osnovna prednost korištenja računala za obradu teksta je mogućnost jednostavnog prepravljanja, premještanja, brisanja i dodavanja teksta. Te mogućnosti imaju i najjednostavniji programi koji se obično zovu editori (npr. program Edit koji se dobiva sa operativnim sustavom MS-DOS). Tekst možemo pohraniti na disketi ili disku i kasnije ga čitati (ispisanog na ekran), tiskati, ili prepravljati.

Veći programi imaju i više mogućnosti i obično se nazivaju tekst procesori. Dodatne mogućnosti podrazumijevaju uključivanje slika, tabela i grafikona u tekst, a uobičajeno je načelo "što vidiš to i



dobiješ”, tj. ono što se vidi na ekranu je upravo ono što ćemo dobiti ako uneseni tekst pošaljemo na pisač. Takvi programi omogućuju podešavanje margina, odabir veličine papira, odabir veličine i oblika slova, itd. Značajna je i mogućnost kontrole i ispravljanja grešaka zahvaljujući ugrađenom rječniku. Primjeri takvih programa su **Word** i **Word Perfect**.

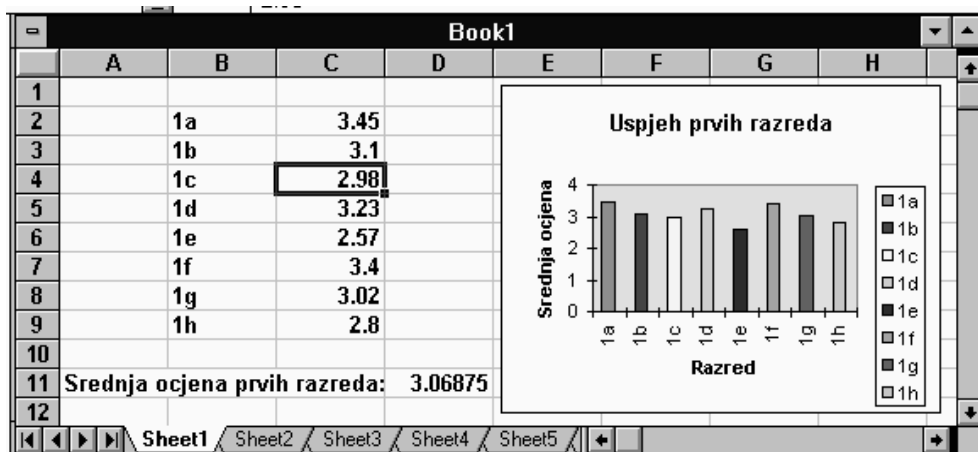
## Programi za obradu baza podataka

S bazama podataka radio je već i Hollerithov elektromehanički stroj. Ranije je rečeno da je on služio za obradu podataka dobivenih popisom stanovništva. Takvi podaci činili su bazu podataka koja se sastojala od slogova (record). Svaki slog sadržavao je podatke o jednoj osobi (ime, prezime, godina rođenja, spol, stručna sprema, nacionalnost, bračno stanje itd.). Korištenjem odgovarajućeg programa moguće je takvu bazu pretraživati, dobivati različite izvještaje, statističke podatke, dodavati nove ili brisati stare slogove, itd.

Baze podataka dugo su bile vezane za velika računala, a prvi program za obradu baza podataka za osobna računala pojavio se 1981. godine. Bio je to dBASE II tvrtke Ashton Tate. Danas postoje mnogi programi za osobna računala toga tipa kao što su: **dBase**, **Clipper**, **FoxBASE**, **Access**, **Clarion**, itd.

## Proračunske tablice

Za razliku od baza podataka, proračunske tablice usko su vezane za osobna računala. Prvi takav program, VisiCalc, pojavio se 1978. godine i bio je namijenjen već spomenutom računalu Apple II. Osnovna struktura podataka je tablica (*spreadsheet*) čiji su stupci označeni slovima, a redovi brojkama. Presjek reda i stupca zove se ćelija (*cell*), čija je adresa oznaka stupca i reda (npr. A1). U ćelije se mogu upisivati brojevi, tekstovi, ili formule (slika 1.9.1). U formulama se pojedine ćelije mogu upotrijebiti kao varijable, pa je moguće izračunati npr. srednju vrijednost niza ćelija. Velika prednost proračunskih tablica je u jednostavnom grafičkom prikazivanju rezultata proračuna. Pritom je važno naglasiti da se, ako promijenimo vrijednost nekih polja, automatski ponovo proračunavaju vrijednosti onih ćelija u kojima su formule koje uključuju polja čija se vrijednost promijenila. Danas su najpoznatije proračunske tablice **Quattro Pro** i **Excel**.



Slika 1.9.1 Proračunska tablica

## Programi za stolno izdavaštvo

Programi za stolno izdavaštvo (*Desktop Publishing* - DTP) služe za pripremu teksta sa slikama za tisak. Takvi programi omogućuju kombiniranje teksta i grafike koji su nastali upotrebom raznih programa, dakle podržavaju razne tekstualne i grafičke formate. Pomoću takvih programa može se kreirati letke, cjenike, prospekte, ali i složene grafičke proizvode poput novina, časopisa i sl. Kao izlazna jedinica može se za skromnije zahtjeve koristiti laserski pisač, a za zahtjevnije proizvode (npr. časopis u boji visoke kvalitete) treba koristiti tzv. osvjetljivače rezolucije do 3000 točaka po inču (dpi) sa ispisom na film. Da bi se u takve publikacije mogle uključiti i fotografije, potrebno je imati i kvalitetan skaner (crno bijeli ili

u boji). Za ovu grupu programa računala Apple-Macintosh imaju izvjesne prednosti u odnosu na IBM kompatibilna računala. Najpoznatiji programi iz ove skupine su: **Ventura**, **PageMaker**, **MS Publisher**, itd.

## Sustavi za razvoj programa

Sustavi za razvoj programa olakšavaju pisanje i testiranje programa u nekom od jezika (npr. Pascal, C, Basic). Oni nisu samo programi prevodioci (kompilatori) nego u sebi imaju objedinjene editor, kompilator, linker, debugger i sustav pomoći (help). Svi ti elementi dostupni su preko sustava menija. Tipični predstavnici su programi **Turbo C** i **Turbo Pascal** tvrtke Borland.

## CAD/CAM programi

Prijevod kratica CAD (*Computer Aided Design*) je računalom podržano projektiranje, a kratice CAM (*Computer Aided Manufacturing*) računalom podržana proizvodnja.

Najjednostavniji (uvjetno rečeno) programi iz ove grupe služe za crtanje. Očite su prednosti kod crtanja pomoću računala: preciznost, brzina, a naročito mogućnost jednostavne promjene već gotovog crteža. To može shvatiti svatko tko je proveo par sati crtajući tušem neki nacrt i na kraju shvatio da je zbog neke male pogreške sav trud bio uzaludan. Primjena obuhvaća razne grane tehnike: strojarstvo, elektrotehnika (sheme), arhitektura, itd.

Slijedeći korak u primjeni računala kod projektiranja je simulacija. Zamislimo da smo nacrtali električnu shemu nekog sklopa. Ako želimo provjeriti kako takav sklop radi, moramo na temelju sheme načiniti sklop i ispitati ga, te načiniti potrebne korekcije. Ili, želimo znati koliko će se zagrijavati dijelovi nekog uređaja, npr. transformatora. Tada bi morali načiniti transformator (npr. težine par tona), postaviti odgovarajuće senzore i mjeriti temperature za vrijeme rada transformatora. CAD programi omogućuju da se takva ispitivanja provode na računalnim modelima koji vjerno oponašaju stvarne uređaje.

Na kraju, kada je model na računalu ispitan, želimo izraditi prototip objekta kojeg smo pomoću računala ispitali. Računalo može načiniti program za numerički upravljane strojeve (tokarilice, obradni centri, i sl.) koji će načiniti odgovarajući proizvod. Ako je riječ o elektroničkim uređajima, računalo će dizajnirati tiskanu pločicu ili integrirani krug.

Tipični programi su **AutoCad**, **AutoSketch**, **DesignCad**, **MicroCap**, itd.

## Uslužni programi

U grupu uslužnih programa spadaju programi koji olakšavaju svakodnevni rad korisnika. Takvi programi su zapravo nadopuna operativnom sustavu i služe za optimizaciju korištenja RAM memorije računala (**QEMM**), ubrzavanje pristupa disku, sažimanje podataka (**ARJ**, **PKZIP/PKUNZIP**), otkrivanje i uklanjanje grešaka na disku (**Norton Disk Doctor**) i kao komandne ljuske (**Norton Comander**). Pojedine tvrtke nude i zbirke uslužnih programa (**Norton Utilities**, **PC Tools**).

### Pitanja:

1. *Koja je osnovna podjela softvera?*
2. *Što spada u sustavni softver?*
3. *Koje su osnovne vrste korisničkog softvera?*