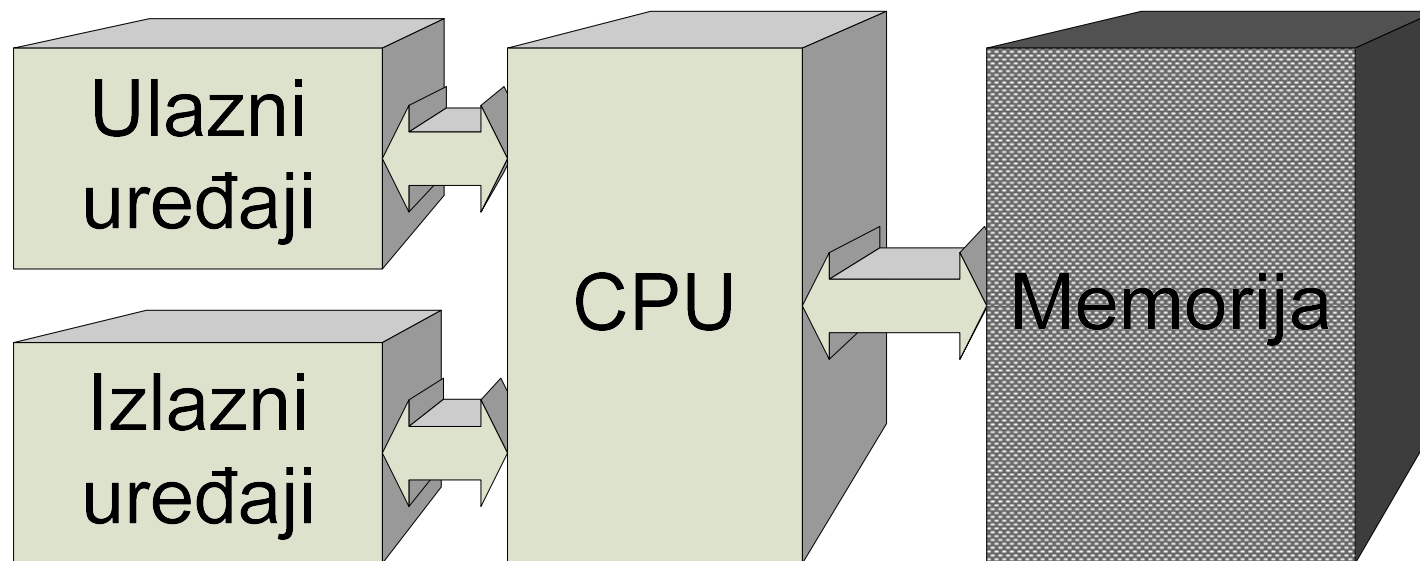




# Osnovi računarstva I

## Memorija

# Osnovna logička struktura računarskog sistema





## Organizacija memorije

- Memorijska jedinica može se zamisliti kao matrica sastavljena od ogromnog broja ćelija, od kojih svaka može sadržati jednu binarnu cifru/informaciju (bit), vrijednosti 1 ili 0
- Ove ćelije organizovane su u grupama fiksne dužine sa kojima se može raditi kao sa najmanjim mogućim entitetom
- Dio mem. u koji se smješta 1 takav entitet naziva se **memorijska lokacija**
- Entitet koji se sastoji od 8 ćelija (bitova) naziva se **bajt**, i u njega je moguće smjestiti jedan ASCII karakter
- Entitet koji se sastoji od  $n$  bitova i koji se može upisati u memoriju (ili pročitati iz nje), koristeći jednu osnovnu memorijsku operaciju, naziva se **memorijska riječ**
- Obično se veličina memorije i dužina mem. riječi izražavaju u bajtovima

$$1\text{KB}=2^{10}\text{B}=1024\text{B}, 1\text{MB}=2^{20}\text{B}=1024\text{KB}, 1\text{GB}=2^{30}\text{B}=1024\text{MB}, \\ 1\text{TB}=2^{40}\text{B}=1024\text{GB}$$



## Adresiranje memorije

- Da bi se riječ mogla upisati ili pročitati iz memorije, svakoj memorijskoj lokaciji mora se dodijeliti odgovarajuća **adresa**
- Ukoliko je broj bitova u memorijskoj adresi jednak  $k$ , onda je maksimalna veličina memorije koja se može adresirati (izražena br. lokacija) jednaka
$$M = 2^k$$
- Opseg memorijskih adresa se uvijek kreće od 0 ( $k$  nula u adresi) do  $2^k - 1$  ( $k$  jedinica u adresi)
- Broj bitova  $k$ , koji su potrebni za adresiranje memorije sa  $M$  lokacija, računa se prema formuli:  $k = \log_2 M$
- Na primjer, ako se u memoriju može smjestiti 16M riječi (čita se: 16 mega-riječi), onda je broj bitova u adresi:

$$k = \log_2(16 \times 2^{20}) = \log_2(2^4 \times 2^{20}) = \log_2(2^{24}) = 24$$

# Adresiranje memorije

- Ako je bajt najmanji entitet koji se može adresirati onda takvu memoriju nazivamo **bajt-adresibilnom** i u tom slučaju dužina memorijske lokacije iznosi jedan bajt

*memorijske  
adrese*

←  $n$  bitova →

|           |           |           |     |       |       |
|-----------|-----------|-----------|-----|-------|-------|
| 0         | $b_{n-1}$ | $b_{n-2}$ | ... | $b_1$ | $b_0$ |
| 1         |           |           |     |       |       |
| 2         |           |           |     |       |       |
| 3         |           |           |     |       |       |
| 4         |           |           |     |       |       |
| .         |           |           | .   |       |       |
| .         |           |           | .   |       |       |
| .         |           |           | .   |       |       |
| $2^k - 2$ |           |           |     |       |       |
| $2^k - 1$ |           |           |     |       |       |

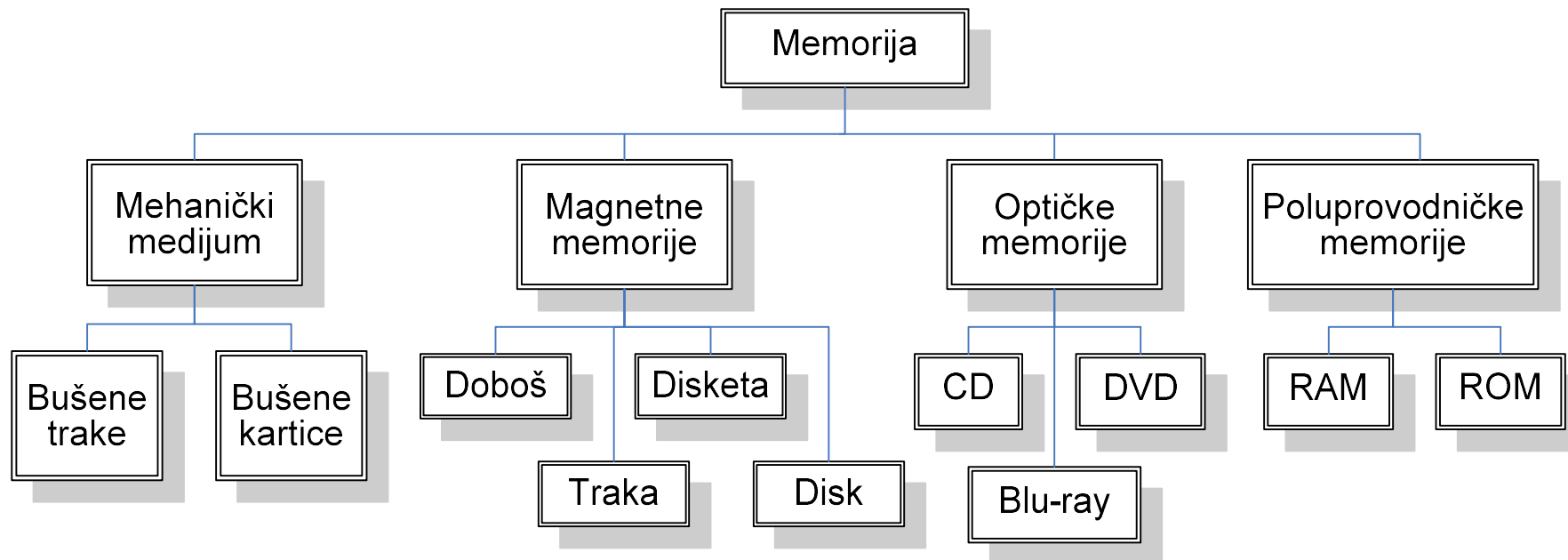


## Karakteristike memorije

- **Kapacitet memorije** – broj bajtova (ili bitova) koji se mogu smjestiti u memoriji
- **Vrijeme pristupa** – vremenski interval koji protekne od trenutka iniciranja pristupa memoriji do završetka procesa čitanja ili upisa podataka
- **Memorijski ciklus** – minimalni dozvoljeni vremenski interval između dva uzastopna pristupa memoriji. Memorijski ciklus ne može biti kraći od vremena pristupa (obično je nešto duži od njega – jednak je zbiru vremena pristupa i vremena potrebnog za ponovno iniciranje pristupa memoriji)
- **Jedinica prenosa** – broj bitova koji se istovremeno čita/upisuje
- **Brzina prenosa** – broj bitova (ili bajtova) koje memorija može prenijeti u jedinici vremena
- **Odnos cijena/kapacitet** – odnos ukupne cijene memorije prema njenom ukupnom kapacitetu

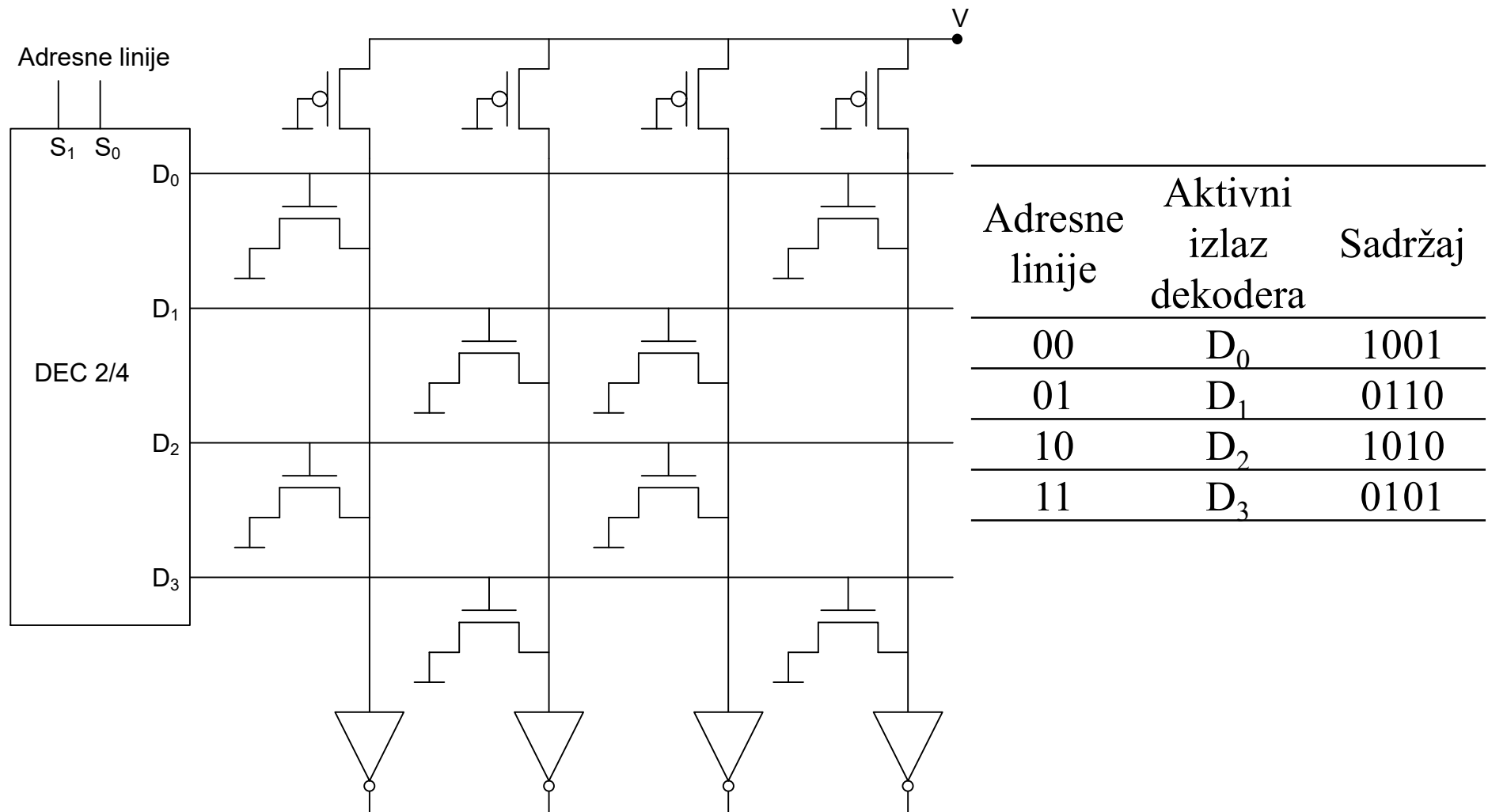
# Klasifikacija memorije

– na osnovu tehnologije izrade – medijuma koji se koriste za izradu memorije –



# Poluprovodničke ROM memorije

## ■ ROM memorije (*Read Only Memory*)





## Poluprovodničke ROM memorije (nastavak)

- **PROM memorije** (*Programmable ROM*)

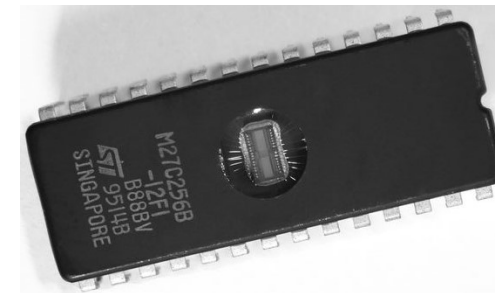
- Programiraju se programatorom
- **Ne mogu se obrisati**

- **EPROM memorije** (*Erasable PROM*)

- Programiraju se programatorom
- Brišu se pomoću UV svjetlosti
- **Ne može se programirati i brisati neograničen broj puta (br. sigurnih ciklusa piši-briši je nekoliko hiljada)!**

- **EEPROM** (*Electrically Erasable PROM ili E<sup>2</sup>PROM*)

- Upisivanje i brisanje (mijenjanje) podataka vrši se električnim putem
- **Takođe ima ograničen broj ciklusa upisivanja i brisanja podataka (mada reda veličine miliona)!**





## Poluprovodničke ROM memorije (nastavak)

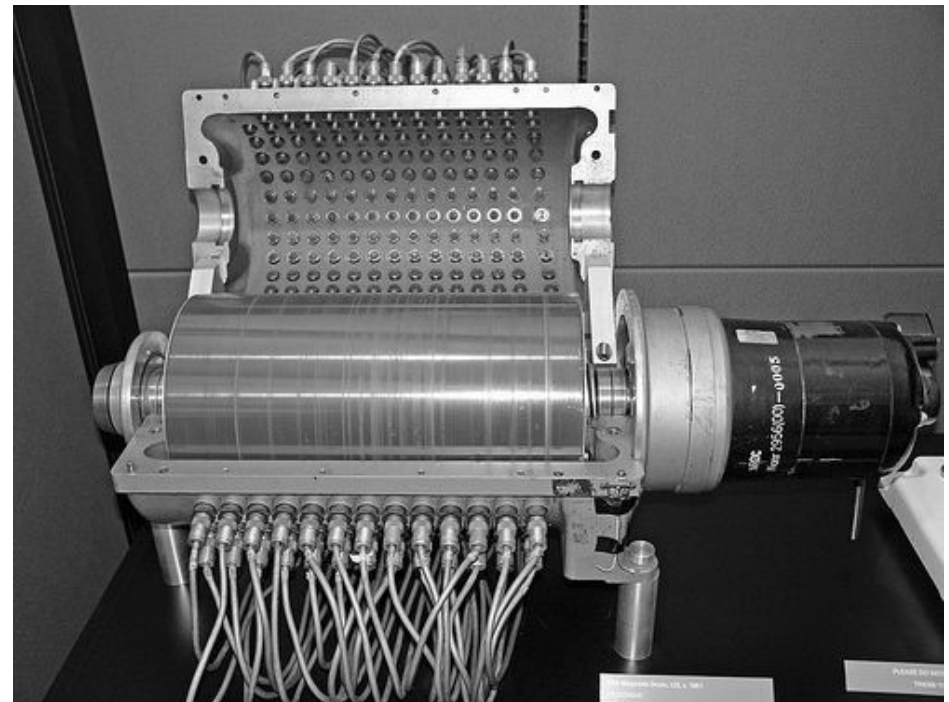
- Kod EPROM-a može se obrisati samo kompletna memorija, čak i kada je potrebno promijeniti sadržaj samo jedne memorijske lokacije
- Kod EEPROM-a pristupa se pojedinačnim memorijskim lokacijama
- EEPROM memorija koja prilikom upisa novih podataka briše prilično velike blokove, umjesto pojedinačnih lokacija, zove se fleš (*flash*) memorija ⇒ Postiže se ušteda u vremenu i povećava brzina rada
- Naziv ROM suštinski ne odgovara sadašnjem stanju stvari
- Za PROM i EPROM, donekle se moglo reći da su memorije koje služe samo za čitanje, jer se upisivanje podataka vršilo pomoću posebnih programatora i van uređaja kojemu su namijenjene
- Već kod EEPROM-a može se konstatovati da se radi o memoriji i za upisivanje i za čitanje podataka
- Sa današnje tačke gledišta može se reći da se u grupu *ROM memorija* zapravo klasifikuju trajne poluprovodničke memorije kojima nije potrebno napajanje da bi čuvale upisane podatke !!

# MAGNETNE MEMORIJE

- Dipoli magnetnih materijala mogu se namagnetisati u dva različita smjera
- Jedan od tih smjerova proglašava se logičkom 1-om, a drugi logičkom 0-om, omogućavajući time čuvanje jednog bita informacije

## MAGNETNI DOBOŠ

- Nosač podataka kod magnetnog doboša je cilindar koji je prekriven jednim slojem magnetišućeg (feromagnetnog) materijala i koji se rotira konstantnom brzinom
- Podaci se upisuju, odnosno očitavaju uz pomoć magnetnih glava, po stazama koje su raspoređene po obimu cilindra
- Glave se nalaze na određenom rastojanju od površine cilindra i od tog rastojanja zavisi gustina zapisa podataka



# MAGNETNE MEMORIJE

## MAGNETNE TRAKE

- U početku su se namotavale na velikim koturima
- Kasnije su se pakovale u tzv. kasete odnosno kertridže
- **Veoma povoljan odnos cijena/kapacitet (količina sačuvanih podataka)**
- Danas se dominantno koriste u svrhu skladištenja velike količine podataka



# MAGNETNE MEMORIJE

## DISKETE (*floppy disk*)

- Upotrebljavane za čuvanje manjih količina podataka i prenošenje podataka sa jednog računara na drugi
- 8 inča (oko 203mm), 5.25 inča (oko 133mm) i 3.5 inča (oko 89mm)
- 1.2MB (8 inča),            1.2MB (5.25 inča),            1.44MB (3.5 inča)



# MAGNETNE MEMORIJE

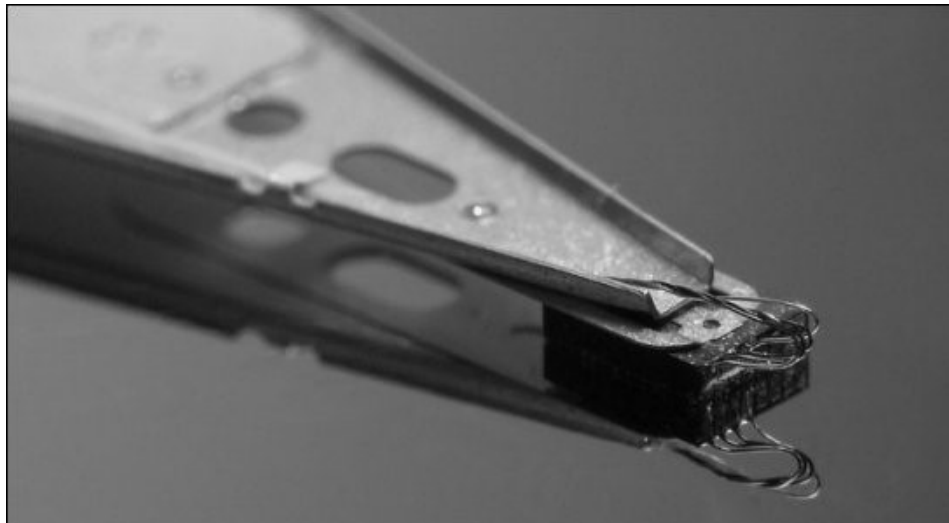
## DISK (*hard disk – tvrdi disk*) – HDD

- Sastoji se od **jedne ili više** (po pravilu više) **čvrstih ploča u obliku diska**
- Dvije ili više ploča diska poređane su po vertikali, jedna iznad druge, na zajedničkoj osovini oko koje se okreću istom ugaonom brzinom: **4200 obrtaja/min** (kod LapTop rač.) **do 15000 obrtaja/min** (kod DescTop rač.)
- Između ploča je prostor dovoljan za prolaz **upisno/čitajućih glava** koje su montirane na krajevima aktuatorskih ručica



# DISK

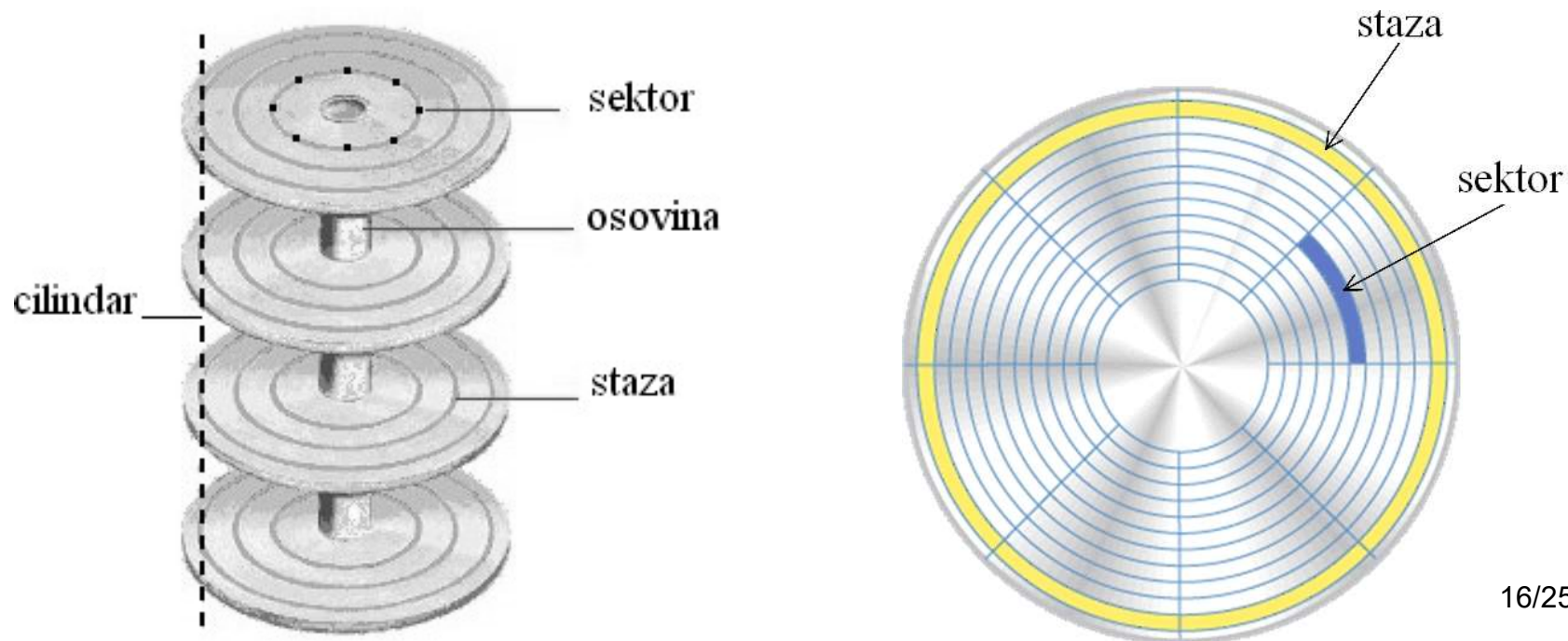
- Glave se nalaze na jako malom rastojanju od površina ploča – manjem od 0.1 milimetra, tako da se kretanjem ploča formira vazdušni jastuk  
⇒ **Unutrašnjost diska mora biti apsolutno čista**
- **Sa obje strane svake ploče nalazi se po jedna upisno/čitajuća glava montirana na ručici koja se može translatorno pomjerati prema osovini ili prema spoljašnjoj ivici ploče**
- Pomjeranje ručica vrši se uz pomoć aktuatora, obično realizovanog na bazi elektromagnetnog kalema, koji može veoma brzo pomjerati glave



# DISK

- Podaci se smještaju po koncentričnim krugovima koji se nazivaju **stazama**
- Staze su podijeljene na tzv. **sektore**, čiji kapacitet obično iznosi **512B**
- Skup staza sa svih feromagnetnih površina svih ploča koje se nalaze na istom rastojanju od osovine naziva se **cilindrom**
- **Kapacitet diska (u bajtovima)** izračunava se po formuli:

$$\text{br. cilindara} \times \text{br. sektora} \times \text{br. glava} \times 512 \text{ [B]}$$







## Optičke memorije

- Čuvaju binarne podatke (logičke 0-e i 1-ce) tako što ih reprezentuju kombinacijama udubljenja (jama) i ravnih djelova (polja) na stazi, koja se spiralno prostire od centra medijuma (u obliku diska) prema ivici
- Očitavanje podatka obavlja se uz pomoć svetlosnog (laserskog) zraka, koji se na različite načine reflektuje prema glavi za čitanje kada se odbija od polja i kada se odbija od jame, što se detektuje svjetlosnim senzorom (fotodetektorom)
- Prelazak sa jame na polje ili sa polja na jamu reprezentuje logičku 1-cu, dok jama pored jame ili polje pored polja reprezentuje logičku 0-u
- Smanjivanjem talasne dužine laserske svjetlosti moguće je izvršiti njeno bolje fokusiranje, čime se omogućava preciznije očitavanje podataka  
⇒ Povećavanje gustine zapisa binarnih podataka (kapaciteta memorijske jedinice) ⇒ CD-ROM, DVD, Blu-ray

## CD-ROM (*Compact Disc–Read Only Memory*)

- Disk prečnika **120mm**, debljine **1.2mm**, šupljina u sredini prečnika **15mm**



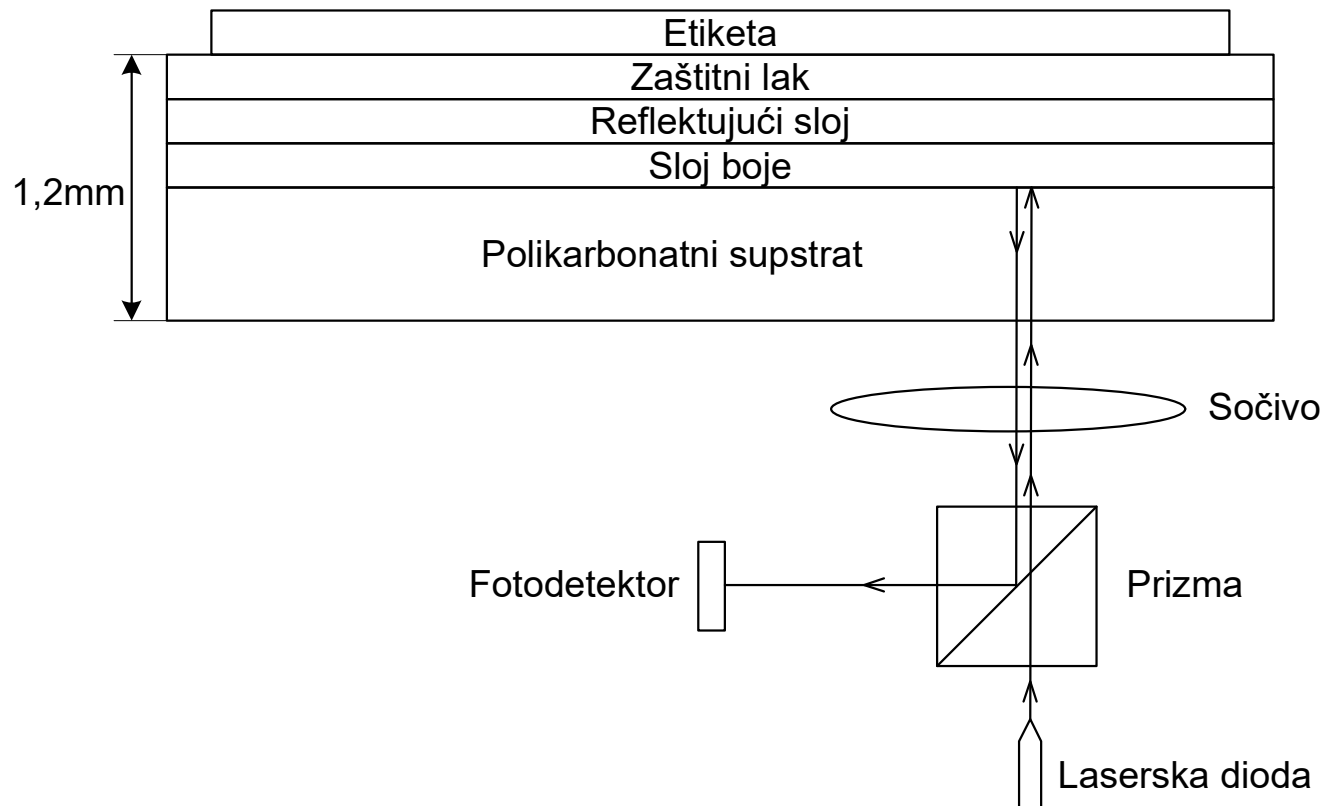


## CD-ROM (*Compact Disc–Read Only Memory*)

- Prvobitni CD je, uz upotrebu adekvatnog kodiranja, mogao da čuva oko 74 minuta audio zapisa (650MB)
- Kasnije se kapacitet povećao: 80 min, odnosno **700MB**
- Napredak tehnologije je omogućio da se na CD-u mogu upisivati podaci i van fabrike (kod korisnika): ***upisivi (recordable) CD*** (oznaka: **CD-R**)
- Kada se na isti CD mogu više puta upisivati i sa njega brisati podaci, takav CD naziva se ***prepisivi (rewritable) CD*** (oznaka: **CD-RW**)
- CD se proizvodi od **polikarbonatne plastike na koju se nanosi tanak sloj reflektujuće materije, najčešće aluminijuma**
- Ovaj sloj je prekriven zaštitnim lakom na kome se obično nalazi zalijepljena ili štampana etiketa

# CD-R

- Podaci se na CD-u smještaju u vidu serije sićušnih **jama** (eng. *pit*) i **polja** (eng. *land*), čije su dužine reda veličine **0.8 mikrona**, a koje su ugrađene u obliku spiralne staze u gornji sloj polikarbonata
- Kod CD-R dodaje se sloj između polikarbonata i aluminijuma – **sloj boje**





## CD-RW

- Umjesto sloja boje, upotrijebljenog kod CD-R, **kod CD-RW koristi se legura nekoliko metala kao sloj za upisivanje podataka**
- Ova legura ima 2 stabilna stanja, **kristalno** i **amorfno**, koja imaju različita reflektivna svojstva (**kristalno – visoka, amorfno – niska reflektivnost**)
- Uređaji za upisivanje podataka na CD-RW (CD pisači) imaju **lasere sa 3 nivoa snage**:
  - Na **visokom nivou snage**, laser **topi leguru prevodeći je** iz kristalnog stanja (visoke reflektivnosti) **u amorfno stanje (niske reflektivnosti) koje predstavlja jamu**
  - Na **srednjem nivou snage lasera**, legura se vraća u (prirodno) **kristalno stanje (visoke reflektivnosti)**, koje predstavlja polje
  - Na **niskom nivou snage lasera vrši se čitanje medijuma**

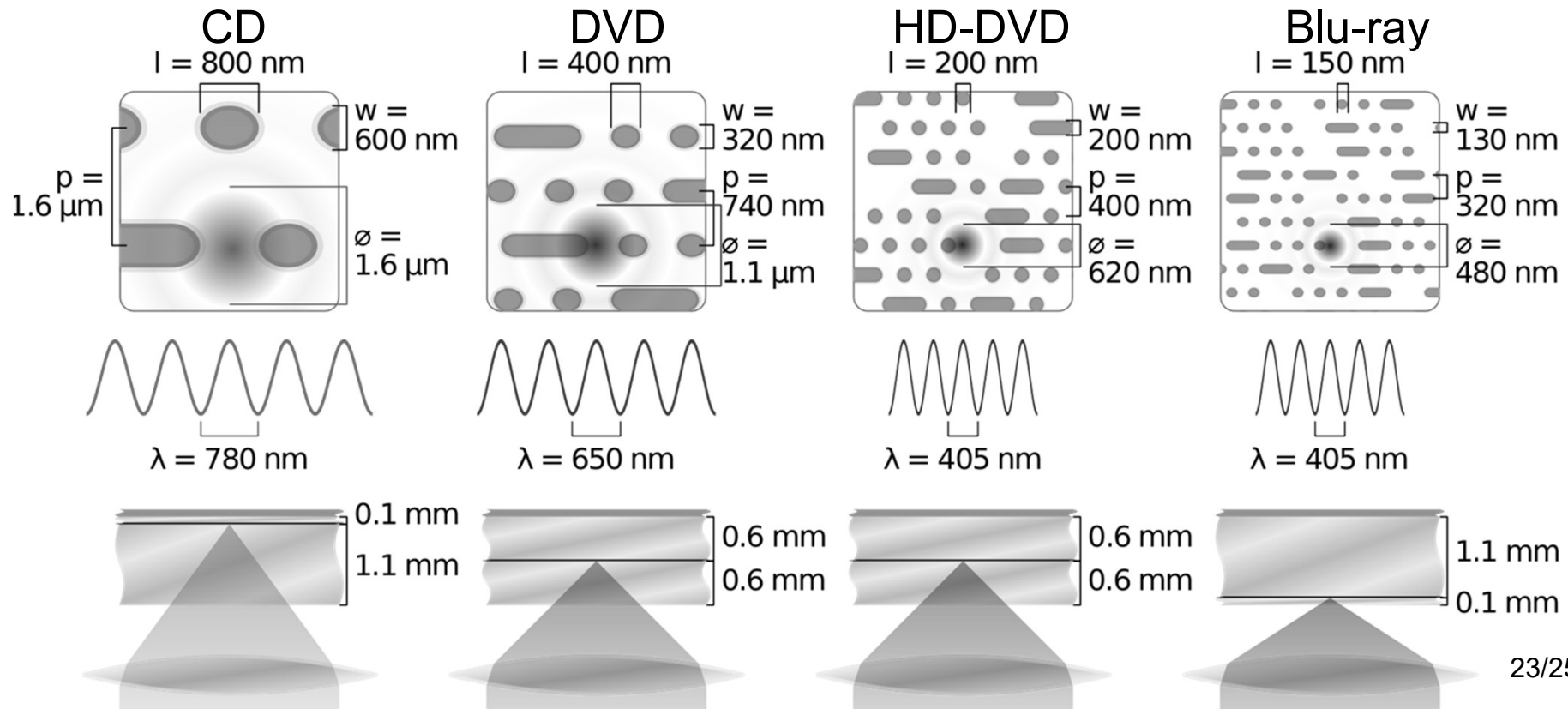


# DVD

- ***Digital Video Disc* ili *Digital Versatile Disc* (digitalni višestрани disk)**
- Razlike u odnosu na CD su:
  - **manje jame (0.4 mikrona**, umjesto 0.8 mikrona kod CD-a)
  - **uža spiralna staza (0.74 mikrona između staza**, umjesto 1.6 mikrona kod CD-a)
  - **manja talasna dužina (0.65 mikrona**, umjesto 0.78 mikrona kod CD-a)
- Četiri formata zapisa:
  - jednostrani, jednoslojni (4,7GB)
  - jednostrani, dvoslojni (8,5GB)
  - dvostrani, jednoslojni (9,4GB)
  - dvostrani, dvoslojni (17GB)

# Blu-ray Disc (BD)

- Na 1-slojnom Blu-ray disku može se smjestiti 25GB podataka, a na 2-slojnom medijumu 50GB podataka
- Za razliku od DVD-a koji koristi lasersku svjetlost talasne dužine 650nm, kod BD-a koristi se laserska svjetlost talasne dužine 405nm, za koju se koristi "plavi" laser (ljubičasta svjetlost)



# Memorije sa mehaničkim medijumom

## Bušene trake

- Imale su tačno utvrđenu širinu i podaci su se upisivali mehaničkim putem
- Svaki podatak je predstavljan određenom kombinacijom šupljina izbušenih po jednoj liniji, posmatrano po širini trake
- Ne brišu se pod spoljašnjim uticajima, kao što su magnetno ili električno polje, UV zračenje i slično
- Sekvencijalni pristup, mala brzina





