

UNIVERZITET "MEDITERAN", PODGORICA

FAKULTET ZA INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

**Seminarski rad**

**Struktura i funkcija HDD-a**

**Predmet: ARHITEKTURA RAČUNARSKIH SISTEMA**

|  |  |
| --- | --- |
| Profesor:  Dr Nikola Cmiljanić | Studenti:  Haris Adrović , 06-21  Nebojša Nedić, 15-21  Nikola Vasović, 02-21  Đorđije Bojović, 08-21  Đorđije Koprivica, 07-21 |
|  |  |

Podgorica, 2022. godine

**SADRŽAJ:**

[**1. UVOD 1**](#_Toc101104268)

[**2. ISTORIJA 2**](#_Toc101104269)

[**3. KOMPONENTE HDD-a 5**](#_Toc101104270)

[**4. TIPOVI 8**](#_Toc101104271)

[**5. PRINCIP RADA 10**](#_Toc101104272)

[**6. TREND RAZVOJA 12**](#_Toc101104273)

[**7. ZAKLJUČAK 13**](#_Toc101104274)

[**LITERATURA 14**](#_Toc101104275)

**SPISAK SLIKA**

Slika 1. (Slika RAMAC uređaja)....................................................................2

Slika 2. (Unutrašnja struktura HDD-a).....................................................6

Slika 3. (Prikaz diska i njegovih sektora)................................................7

# **1. UVOD**

Potreba za trajnim zapisom jeste potreba stara koliko i prvi inteligentni oblici života. Kako čovjek napreduje sa tehnološkim razvitkom, tako se memorija i njena upotreba mijenja. U ovom seminarskom radu istražićemo jedan primjer čuda čovjekove tehnologije, moderni hard disk.

Hard Disk Drive (HDD) je vrsta sekundarne trajne memorije koja je tipična pojava u današnjim računarima. Iako se suočava sa značajnom konkurencijom u vidu Solid State Drive-a (SSD), HDD je i dalje jedan od najčešćih medijuma sekundarne eksterne memorije čija se upotreba i značaj ogleda širom svijeta. Razlog ove dalekosežnosti krije se u brzini zapisa i kapacitetu podataka koji se mogu zapisati u njega. Da bismo napravili dostojno poređenje zamislite satelit koji napravi pun krug oko Zemlje jednom svakih 25 sekundi. Zamislite sad da morate da prebrojite svaki kamen koji vidite za vrijeme jednog kruga. Ako biste smanjili ovu scenu na veličinu ljudskog dlana, dobili biste nešto što približno dostiže brzini HDD-a.

Pojava i razvitak HDD-a uzrokovala je revolucionarne napretke u svim čovjekovim djelatnostima. Administracija je sada bila efikasnija i nije se morala više vršiti na nepraktičnom analognom prenosu koji je, za razliku od HDD-a, funkcionisao na sekvencionalnom zapisu, vođenje evidencije postaje sigurnije i brže dok van administrativnog domena, ova revolucija dovodi čovjeka bližim pojmom *personalnog računara*, kojih danas imamo bar jedan ili više u našim domaćinstvima.

Funkcija naprednijih i pouzdanijih medijuma trajne memorije prethodila je i brojnim značajnim kulturnim promjenama kao što su razvitak drugih žanrova muzike, vidova komunikacije, globalne informativne dostupnosti, akademskih sistema kao i bezbroj naučnih ostvarenja čija bi analiza podataka ne bi bila u domenu mogućeg bez pouzdanog medija masovnog skladištenja i moćnog procesorskog uređaja koji bi informaciju preradio u nešto kohezivno i značajno ljudskoj civilizaciji. Ukratko, bez današnjih HDD-a nikad ne bismo mogli da preuzmemo ijedan fajl, naš PC nikad ne bi mogao da pokrene OS kao i da pokrene igricu ili otvori ijednu aplikaciju.

Stoga, znanje komponenti, tehnologije zapisa i osnovno poznavanje tipova različitih HDD-a predstavlja podrazumijevan zahtjev u modernom tehnološki razvijenom svijetu. Kao što majstor treba da zna svoje alate, programeri, elektro inženjeri pa čak i drugi sektori čovjekove djelatnosti profitirali bi od ovog znanja koji će, nadamo se, jednog dana postati važno kao i govor ili pisanje.

U nastavku rada, bavićemo se između gorenavedenih stavki i aspektima trenda razvoja medijuma stalne memorije kao i same srži principa prema kojem hard disk vrši zapis, skladištenje, čitanje i brisanje podataka s kojima rukuje.

# **2. ISTORIJA**

Istorija hard diskova je isprepletana sa istorijom računarstva. Prije same pojave disketnih jedinica računari su radili u režimu poznatom kao (batch sequential), to jest, podaci su čitani u kompijuter sa hrpe bušenih karica ili kolutova magnetne trake, obrađivani, a zatim zapisivani nazad u bušene kartice ili magnetne trake. Skladištenje podataka na trakama bilo je ograničeno samim odnosom kapacitet-dimenzija. Koncept mogućnosti stalnog pristupa podacima nije postojao. Tim u IBM-u je razmatrao koncept niza magnetnih bubnjeva ali se odlučio na strukturu hard diska.

Prekretnicu u razoju tehnologije koja je vezana za današnji hard disk izvršili su stručnjaci IBM-ove labaratorije u San Jose-u, koji su iznjeli prvi disk na tržište 1956. godine, sa konceptom lebdeće glave koje su vršile očitavanje podataka sa diska koji se nalazi ispod njih, dok su pređašnji koncepti hard diskova imali glave koje su bile u kontaktu sa površinom diska, zbog toga su se glave brzo trošile I grebale samu površinu diska, što je uticalo na sami integritet podataka. Prvi IBM-ov hard disk bio je RAMAC.

* Prve “lebdeće glave” (Air Bearing Heads), imale su visina lebdenja iznad diska 0.002 inča dok je kod današnjih diskova visina 0.00025 inča[[1]](#footnote-1).

**RAMAC** (random access memory accounting machine) se smatrao mehaničkim čudom. Bio je to uređaj koji je pomjerao jedan par glava za čitanje/pisanje vertikalno da bi pristupio željenom disku, a zatim radijalno da bi locirao željenu stazu. Njegove karakteristike su tada bile impresivne, 50 magnetnih 24 inčnih diskova, sa 50,000 sektora od kojih je svaki imao 100 karaktera, kapaciteta 5 milijardi karaktera odnosno (3,75MB), su se okretali 1200rpm, brzina prenosa podataka je 100,000 bita po sekundi. Sami uređaj je težio oko jedne tone[[2]](#footnote-2).



Slika 1. (Slika RAMAC uređaja)

[<https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_350.html>]

Mnogi tehnološki trendovi su bili na sceni, ali možda nijedan nije toliko važan za smanjenje veličine diska. Smanjenje veličine diskova je privremeno smanjilo kapacitet I performanse, ali dugoročno gledano, omogućilo mnogo veću gustinu skladištenja koja je više nego nadoknadila gubitke kapaciteta.

Originalni RAMAC je imao diskove od 24 inča. Međutim, u roku od nekoliko godina diskovi su se smjestili u industrijski standard od 14 inča . Diskovi su pravljeni od magnezijuma prekriveni sa feritnim filmom. Podloga je brzo evoluirala u polirani aluminijum. Materijal se nanosio u centrifugalnom procesu, gdje se materijal nanosi na centar diska i samim okretanjem ravnomjerno širi po podlozi[[3]](#footnote-3).

Prve feritne glave (1966): IBM model 2314 je imao iste, koje su se kasnije koristile za prve PC hard diskove.

Pojava hard diska od 8 inča učinila je mini računare praktičnim. Pojava 5-Mb Seagate ST506 1980. godine, transformisala je personalni računar u pravi računar koji je mogao da riješava prave probleme. Iako su diskovi od 8 inča sadržali manje podataka od 14 inč-nih diskova, omogućili su nekoliko poboljšanih funkcija, uključujući manje zahtjeve za napajanjem, niže troškove proizvodnje, smanjen protok vazduha I ravnije diskove. Nove tehnologije oblaganja diskova dovode do niže visine letjenja sto je povećavalo gustinu bitova I zauzvrat dovelo do kapaciteta koji je nadmašio one starije od 14 inča[[4]](#footnote-4).

Hard diskovi od 5.25 inča, čiji je pionir Seagate, bile su jedinice kapaciteta 5 Mb. Koliko god da su bile primitivne otvorile su svijet masovnog skladištenja podataka na računarima. Ove jedinice su brzo zamjenjene diskovima od 3.5 inča, zatim 2.5 inča[[5]](#footnote-5). Kapaciteti su rasli sa početnih 5 miliona karaktera (RAMAC).

* IBM 3340 (Winchester, 1973) bio je prvi hard disk sa kapacitetom od 35MB -70MB koji je sa sobom donio tehnologiju hermetičkog zatvaranja unutrašnjosti diska[[6]](#footnote-6).
* IBM 3370 (1979): je prvi hard disk sa Thin film glavama, koje će dugi niz godina biti standard u PC industriji zamenjujući feritne i MIG (Metal-In-Gap) glave[[7]](#footnote-7).
* IBM 681 Redwig (1990): Prvi hard disk koji koristi magnetorezistivne glave (MR heads), kapaciteta 857MB[[8]](#footnote-8).

Kapactet hard diska takođe neprestalno raste. Sa 10MB 1981. god došli smo u situaciju da 2020. godine imamo hard disk kapaciteta 20TB, cijene od oko 600$, dok je recimo cijena iznajmljivanja RAMAC-a na mjesečnom nivou bila 3200$, a korisnici su plaćali 120$ mjesečno za iznajmljivanje 1MB memorije[[9]](#footnote-9).

Brzina rotacije se takodje povećava i taj trend će se sigurno nastaviti, jer se povećanjem brzine rotacije diska poboljšavaju i vreme slučajnog pristupa i brzina sekvencijalnog čitanja i upisa. Trenutne brzine rotacije od 7200RPM (obrtaja u minuti), do 15000RPM (Seagate Cheetah X15).

Interfejsi za hard diskove su takođe evoluirali, sa SCSI, preko IDE/ATA koji su se koristili od 1980-tih brzine prenosa podataka od 5MB/s do 133MB/s, SATA interfejsa brzine do 600MB/s. Oni se neprekidno poboljšavaju i prilagođavaju sve brzim diskovima, tako da su aktuelni UltraDMA/100 IDE/ATA interfejs i UltraSCSI/160 SCSI interfejs, a počeo je da se koristi i novi standard IEEE-1394 Firewire.[[10]](#footnote-10)

Cijela evolucija dovela je do pojave **SSD diska**.

# **3. KOMPONENTE HDD-a**

Glavne komponente hard diska su:

• **Ploče**: Ovo su strukture poput diska prisutne na čvrstom disku, naslagane jedna iznad druge i skladište podatke

• **Glava**: Uređaj koji se nalazi na ruci čvrstog diska koji čita ili upisuje podatke na magnetne ploče, montirane na površinu diska

• **Vreteno**: To je osovina koja se okreće na kojoj se ploče drže u fiksnom položaju tako da je moguće da ruke za čitanje/pisanje dobiju podatke na diskovima

• **Aktuator**: Uređaj koji se sastoji od glave za čitanje i upisivanje koja se kreće preko hard diska da bi sačuvala ili preuzela informacije

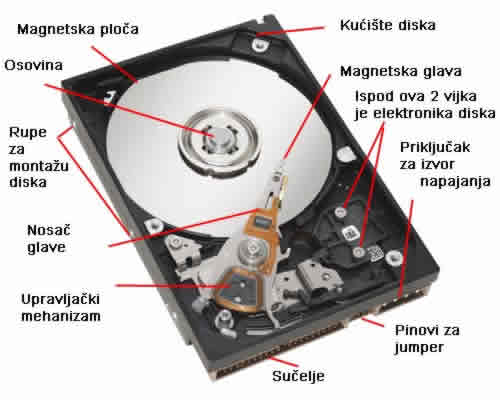
• **Cilindar:** Ovo su kružne trake prisutne na pločama disk jedinice na jednakoj udaljenosti od centra.

Hard disk sadrži veliki broj ploča, okruglih metalnih diskova koji su ugradjeni hard diska i obloženi su magnetnim materijalom, zapečaćeni u skelet hard diska. Hard disk može da se fiksira na dva položaja i to su vertikalno ili horizontalno, hard disk ima elektromagnetne pinove za pisanje ili čitanje ispod ili iznad ploča. Površina hard diska se sastoji od niza koncentričnih krugova koji se nazivaju **tragovi**; svaka od ovih staza ima manje particije koje se nazivaju **blokovi diska**. „*Veličina svakog bloka diska je 512 bajtova Numeracija traka počinje nulom. Kada ploča krene da se okreće, pinovi pišu podatke u trakama. Hard disk od 3,5 inča može da sadrži oko hiljadu traka*“[[11]](#footnote-11).

Vreteno drži ploče u fiksnom položaju tako da je moguće da ruke za čitanje/pisanje dobiju podatke na diskovima. Ove ploče se rotiraju konstantnom brzinom dok glava drajva, postavljena blizu centra diska, polako čita podatke sa površine diska u poređenju sa spoljnim ivicama diska. Da bi se održao integritet podataka, pin čita u određenom vremenskom periodu sa bilo kog položaja pina pogona. Trake na ivicama diska imaju manji broj sektora u poređenju sa trakama blizu centra diska.

Disk popunjava prostor na osnovu standardnog plana. Jedna strana prve ploče sadrži prostor rezervisan za informacije o pozicioniranju hardverske trake koje nisu dostupne operativnom sistemu. Kontroler diska koristi informacije o pozicioniranju staza da bi postavio pinove drajva u ispravnu poziciju sektora.

Hard disk snima podatke koristeći tehniku snimanja zoniranih bitova, takođe poznatu kao *višezonsko snimanje*. Ovaj metod kombinuje oblasti na čvrstom disku zajedno kao zone, u zavisnosti od udaljenosti od centra diska. Zona sadrži određeni broj sektora po stazi.[[12]](#footnote-12)



Slika 2. (Unutrašnja struktura HDD-a)

[<https://www.servisracunala.net/images/slikedisk/disk2.jpg>]

Proračun gustine podataka disk jedinica se vrši u sledećim terminima:

* **Gustina staza**: Odnosi se na broj traka na čvrstom disku
* **Gustina površine**: Gustina površine je kapacitet skladištenja ploča u bitovima po kvadratnom inču
* **Gustina bitova**: To je bitova po jedinici dužine staze

Osim fizičke strukture postoji i idejna podloga koja omogućava rad hard diska. Takav tip strukture naziva se logička struktura.

**Logička struktura** čvrstog diska uglavnom zavisi od sistema podataka koji se koriste i softvera koji definiše proces pristupa podacima sa diska. Operativni sistemi koriste različite tipove sistema podataka, a ti sistemi podataka koriste razne druge vrste mehanizama kontrole i pristupa podacima na čvrstom disku. Operativni sistemi organizuju isti čvrsti disk na mnogo različitih načina.

Logička struktura hard diska direktno utiče na doslednost, performanse, kompatibilnost i proširivost podsistema za skladištenje hard diska. Logička struktura zavisi od tipa operativnog sistema i sistema podataka koji se koristi, jer ovi faktori organizuju i kontrolišu pristup podacima na hard disku.

Slika 3. (Prikaz diska i njegovih sektora)

[<https://www.fpz.unizg.hr/hgold/ES/DE/kompo5.gif>]

# **4. TIPOVI**

Sami Hard diskovi se mogu podijeliti u 3 osnovne grupe:

* **HDD** (Hard Disk Drive)
* **SSD** (Solid State Drive)
* **SSHD** (Solid State Hybrid Drive)

**Hard disk (HDD),** poznat I kao tvrdi ili cvrsti disk je vrsta sekundarne memorije. Podaci se snimaju magnetnim putem pomocu magnetnih diskova. Nakon naredbe elektronskog kontrolera, motor tvrdog diska počinje da se okreće, čime se pokreću magnetni diskovi, koji su čvrsto pričvrsćeni za njegovu osu. Sama izdržljivost HDD je veoma loša , a kapacitet je veoma velik. Danas se i dalje kupuju HDD-ovi zbog svog velikog kapaciteta i niske cijene.

Sami hard disk dostiže brzine okretanja od 4,800 rpm do cak 15,000 rpm.Prosječna brzina koja se koristi je od 5,400rpm i 7,200rpm, a brzine koje idu preko 7,200 rpm su obicno za serversku upotrebu.

Hard diskovi su kroz istoriju imali različitih interfejsa kao sto su:

* **PATA** (Parallel ATA)
* **SATA** (Serial ATA)
* **SCSI** (Small computer system interface)

**PATA HDD,** poznati i kao IDE ili ATA su hard diskovi koje je prvi izumio Wester Digital 1986 godine. PATA hard diskovi su za danasnje vrijeme veoma spori i potpuno su izbačeni iz upotrebe. Na matičnim pločama PC računara su se po pravilu nalazila dva konektora za disk jedinice sa paralelnim ATA interfejsom.  
Prvi konektor predstavlja primarnu, a drugi sekundarnu IDE granu[[13]](#footnote-13).

**SATA HDD,** SATA ili Serial ATA hard diskovi su I danas u upotrebi najvise zbog svoje niske cijene I visokog kapaciteta. Kod ove vrste diskova podaci se prenose serijski, bit po bit, a ne istovremeno više bitova kako je to kod paralelnih ATA diskova[[14]](#footnote-14).

**SCSI HDD:** Pored diskova koji se zasnivaju na ATA standardu, bilo paralelnom bilo serijskom, u PC računarima koji se koriste kao serveri za računarske mreže se primenjuju i diskovi koji rade po SCSI (Small Computer System Interface) standardu.

Ovaj standard definiše posebnu SCSI magistralu koja je preko odgovarajućeg kontrolera vezana za ulazno izlaznu magistralu računara.  
Kontroler se retko nalazi integrisan na matičnoj ploči računara, već se najčešće sreće u vidu PCI kartice koja se postavlja u PCI slot za proširenje na matičnoj ploči. Na štampanoj ploči kontrolera se nalazi konektor na koji se priključuje trakasti SCSI kabl za vezu prema unutrašnjim SCSI jedinicama. Uglavnom se koristi u serverske svrhe I može kao SAS(Serial attached SCSI) model da dostigne brzine do čak 15,000rpm.

HDD može biti i eksterni tj. Da se nalazi van samog računara i da se konekcija vrši preko USB konektora (tip A, B mikro i C).[[15]](#footnote-15)

Ovi modeli su napravljeni radi lakšeg fizičkog prenosa podataka. Poznati su i po tome što se za ove hard diskove pravi specijalno kućište. Ovo kućište može imati veliku izdržljivost na udarce I pad sa velike visine, čime se uklanja strah od oštećenja samog HDD-a.

**SSD** (Solid state drive) diskovi predstavljaju veliki korak naprijed u svijetu “hard diskova”. Više se ne koriste magnetni diskovi I veoma je mala šansa da dođe do oštećenja. Prave se u suštini od memorijskih modula.

Nastao je na osnovu RAM diska koji se korstio najčesće za video montažu. Tada se RAM disk koristio samo gdje je bilo neophodno imati velike brzine čitanja I pisanja, jer je veoma skup.

SSD rješava veliki broj problema HDD-a kao što su: razni kvarovi pokretnih djelova, buka, zagrijavanje itd. Naravno i SSD-eovi imaju mana u pogledu cijene I dugovječnosti memoriskih ćelija.

SSD dolazi u 2 formata:

* **SATA SSD**
* **M2 SSD**

**SATA SSD** diskovi rade na istom principu konektivnosti kao i SATA HDD. Zbog ovoga SSD koji može da postigne nevjerovatne brzine stvara *usko grlo* čime SSD ne može da ispolji svoj puni potencijal.

**M2 SSD** se pojavio skorijih godina i konekcija se vrši direktno na matičnu ploču preko PCI express slota. Ovo omugaćava SSD da dostiže brzine od čk 3Gb/s. Takođe M2 SSD-ovi koriste NVMe “mehanizam” koji omogućava bolju komunikaciju između softvera i samih čipova. M2 SSD imaju manu što se lako zagrijavaju zbog čega ima zasebni pasivni kuler.

**SSHD:** Kao potreba za velikim brzinama SSD-a i prostorom HDD-a i njegove niske cijene nastao je hibrid **Solid State Hybrid Drive**(SSHD).

Ako obratmo paznju na kapacitet, pošto je to prvo naglašeno. SSHD je zapravo tvrdi disk, koji u sebi ima prostor za manji SSD u službi cache memorije. Stoga nije čudno da SSHD ima iste kapacitete kao klasični tvrdi diskovi. Savršene su jedinice za one korisnike koji žele brzinu i kapacitet skladištenja u isto vrijeme bez kupovine dva hard diska.

Njihova brzina je velika jer koriste dva kanala za prenos svojih podataka, jedan od njih je SATA 3 kanal koji HDD normalno koriste i može to raditi za 600 MB u sekundi, drugi je NMVe kanal koji kartice inače koriste. može obaviti proces za više od 3 000 MB u sekundi[[16]](#footnote-16).

Seagate SSHD-ovi koriste tehnologiju **samoučenja** - Seagate Adaptive Memory, koji ispituje operativni system instaliran na disku od prvih sekundi rada. Kao rezultat toga, najčesće korišćeni programi i datoteke se kopiraju u falsh memoriju SSHD diska. Takve datoteke uključuju prije svega uključene elemente u učitavanju operativnog sistema, što znači da će se operativni sistem tri puta brže pokretati, jer se nalazi na flash memoriji[[17]](#footnote-17).

# **5. PRINCIP RADA**

Čvrsti disk obično radi na principu jednostavnog magnetizma za skladištenje podataka i informacija. Čvrsti disk se obično sastoji od velike ploče koja se obično sastoji od magnetnog materijala i poznata je kao ploča. Ploča je obično napravljena u kružnom obliku. Površina magnetne ploče podijeljena je na milijarde sićušnih pregrada. Magnetizacija sićušnih oblasti može se izvršiti nezavisno. Magnetizovana mala površina ploče označava binarni maksimum (plus) i ekvivalentna je binarnoj vrijednosti jedan, dok demagnetizovana mala oblast označava binarni minimum (minus) i ekvivalentna je binarnoj vrijednosti nula. Ovo ukazuje da su slova, brojevi i drugi oblici podataka koje čuva hard disk kombinacija binarnih vrijednosti, tj. nula ili jedinica.

Najmanji dio informacija koje čuva hard disk poznat je kao **bit**. Proces magnetizacije materijala je tipično poželjniji za skladištenje informacija na diskovima jer na njega ne utiče isključivanje napajanja. Podaci se čuvaju u drajvu čak i ako nije povezan na napajanje tokom dužeg vremenskog perioda. Magnetizovani dio čvrstog diska ima tendenciju da ostane magnetizovan sve dok se spolja ne demagnetizuje, čime se omogućava pouzdano skladištenje podataka.

Na čvrstom disku računara se nalazi velika sjajna, kružna "ploča" od magnetnog materijala koja se zove tanjir, podijeljena na milijarde sićušnih oblasti.Svaka od tih oblasti može biti nezavisno magnetizovana (za skladištenje 1) ili demagnetizovana (za skladištenje 0). Magnetizam se koristi u skladištu računara jer nastavlja da čuva informacije čak i kada je napajanje isključeno. Ako na primjer, magnetizujete neki dio metala, on ostaje magnetizovan sve dok ga ne demagnetizujete. Na isti način, kompjuterizovane informacije (ili podaci) uskladištene na čvrstom disku računara ostaju tamo čak i kada se isključi napajanje[[18]](#footnote-18).

Ploče su najvažniji djelovi čvrstog diska. kao što ime govori, to su diskovi napravljeni od tvrdog materijala kao što su staklo, keramika ili aluminijum, koji je obložen tankim slojem metala (feromagnetni premaz) koji se može magnetizovati ili demagnetizovati. Mali čvrsti disk obično ima samo jednu ploču, ali svaka strana ima magnetni premaz. Veći diskovi imaju niz ploča naslaganih na centralno vreteno, sa malim razmakom između njih. Prosječna brzina okretanja običnog čvrstog diska koji koriste procenjuje se na 5.400 rpm-a po minuti ili 7.200 rpm-a po minuti. Ploče se rotiraju čak i preko 10.000 obrtaja u minuti (rpm) tako da glave za čitanje-upisivanje mogu pristupiti bilo kom njihovom dijelu[[19]](#footnote-19).

Postoje dvije glave za čitanje-upisivanje za svaku ploču, jedna za čitanje gornje površine i jedna za čitanje donje, tako da bi čvrstom disku koji ima pet ploča (recimo) trebalo deset zasebnih glava za čitanje-upisivanje. Glave za čitanje-upisivanje su postavljene na električno kontrolisanu ruku koja se kreće od centra diska do spoljne ivice i nazad. Da bi se smanjilo habanje, oni zapravo ne dodiruju tanjir, između glave i površine ploče postoji sloj tečnosti ili vazduha. Ta distanca obicno iznosi manje od 5nm(nanometara).

Najvažnija stvar u vezi sa pamćenjem je da ne možete da uskladištite informacije, već da ih kasnije pronađete. Zamislite da stavite podatak u gomilu od 1,6 miliona identičnih podataka i imaćete neku predstavu u koliko bi problema upao vaš računar ako ne bi koristio veoma metodičan način arhiviranja podataka.

Kada računar čuva podatke na svom čvrstom disku, on ne baca samo magnetizovane podatke u kutiju, već sve skupa. Podaci se čuvaju u urednom uzorku na svakom tanjiru. Bitovi podataka su raspoređeni u koncentrične, kružne putanje koje se nazivaju “staze”. Svaka staza je podijeljena na manje oblasti koje se nazivaju sektori (clusters). Dio čvrstog diska čuva mapu sektora koji su već potrošeni i drugih koji su još slobodni. (U Windows-u, ova mapa se zove tabela alokacije datoteka ili FAT)[[20]](#footnote-20). Kada računar želi da uskladišti nove informacije, on baci pogled na mapu da pronađe neke slobodne sektore. Zatim daje instrukcije glavi za čitanje i pisanje da se pomjeri preko ploče na tačno pravu lokaciju i tamo pohrani podatke. Za čitanje informacija, isti proces se odvija obrnutim putem. Ovaj proces je moguće obavljati istovremeno, tj. glava za čitanje i pisanje može simultano da čita i upisuje podatke.

Kako elektronski računar manipuliše svim mehaničkim sitnicama na čvrstom disku? Između njih postoji interfejs (komad opreme za povezivanje) koji se zove **kontroler**. Ovo je malo kolo koje upravlja aktuatorima, bira specifične staze za čitanje i pisanje i pretvara paralelne tokove podataka koji idu sa računara u serijske tokove podataka koji se upisuju na disk (i obrnuto). Kontrolori su ili ugrađeni u sopstvenu ploču disk jedinice ili dio glavne ploče računara (matične ploče).

Sa toliko informacija uskladištenih na tako malom prostoru, čvrsti disk je izvanredan primjerak tehnologije. To donosi prednosti (kao što je mogućnost skladištenja ekvivalenta 500 CD-ova na vašem telefonu), ali i nedostatke. Jedna od njih je da čvrsti diskovi mogu poći po zlu ako u njih dospiju prljavština ili prašina. Mali komad prašine može da učini da glava za čitanje-upisivanje poskakuje gore-dolje, udarivši se u ploču i oštetivši njen magnetni materijal. Ovo je poznato kao pad diska (ili pad glave) i može prouzrokovati gubitak svih informacija na čvrstom disku. Do pada diska obično dolazi iz vedra neba, bez ikakvog upozorenja. Zato je uvjek preporučljivo čuvanje rezervne kopije važnih dokumenata i datoteka, bilo na drugom čvrstom disku, na kompakt disku (CD) ili DVD-u, ili na fleš memorijskom stiku.

Pošto svaki bit mora biti zapisan na fizičku oblast diska, uvjek se traži način da se poveća gustina površine diska, ili koliko bitova može da se “stisne” u jednom kvadratnom inču(na primjer).

Gustina modernog čvrstog diska je oko 600 bitova po kvadratnom inču.

Važno je pomenuti obrazac poznat kao Murov zakon koji predviđa da će se gustina informacija udvostručiti svake dvije godine, ali na oko 100 gigabita po kvadratnom inču, skupljanje magnetnih zrnaca(sićušnih magnetnih oblasti) ili njihovo “sabijanje” predstavljalo je novi problem koji se zove superparamagnetni efekat[[21]](#footnote-21).

Kada je zapremina magnetnog polja premala, njegov magnetizam se lako poremeti toplotnom energijom i može prouzrokovati nenamjerno prebacivanje bitova, što dovodi do gubitka podataka. Naučnici su riješili ovaj problem promjenom smjera čitanja bitova iz horizontalnog u vertikalni, dozvoljavajući da se gustina površine približi jednom terabitu po kvadratnom inču.

# **6. TREND RAZVOJA**

Solid-state diskovi su razvijeni kao brza alternativa tradicionalnim hard diskovima. Uklanjanje glava za čitanje/upisivanje I okretnih djelova ušteđen je prostor I omogućen brži opoziv memorije. Međutim poluprovodnička tehnologija još uvijek nije bila toliko istražena 80-tih godina[[22]](#footnote-22).

Prvi komerijalni SSD se pojavljuje 1991. godine kojeg proizvodi firma SanDisc, kapaciteta 20MB koji je prodavan za oko 1000$. Odatle su poboljšanja u tehnologiji snizila cijenu I povećala kapacitet, tako da danas SSD postaje standardni dio racunara kapaciteta 1TB po cijeni od svega 100$[[23]](#footnote-23).

Primarna prednost SSD uređaja je njegova kompaktna veličina, a takođe minimiziraju vrijeme pokretanja I brži transfer podataka.

Do sada gledajući, hard disk je jedna od najdugovječnijih tehnologija u novijoj istoriji računarstva, a prema finansijskom direktoru Seagate-a, proći će jos nekih 15-20 godina do njihove zamjene modernijom tehnologijom skladištenja podataka.

Kapaciteti HDD-a će porasti na 100TB do 2025. godine, što će biti omogućeno kroz nove tehnologije upisivanja I implementacije helijuma u unutrašnjost kućišta. Prednost helijuma jeste njegova manja gustoća u odnosu na vazduh, samim tim potrebno je manje energije za pokretanje diskova jer postoji šest puta manji otpor, takođe je hladniji, tako da se više diskova može postaviti u isti faktor forme.

Mnogo radikalnije promjene koje imaju tendenciju da se dese u budućnosti su DNK skladištenje, kod koga bi postojala mogućnost čuvanja podataka bez oštećenja do milion godina, koje je trenutno jako skupo, kodiranje 83KB podataka košta 2000$ i holografsko skladištenje, tjst. korištenje fotosenzitivnog materijala za skladištenje više bitova informacija na istoj lokaciji upotrebom svjetlosti pod različitim uglovima, smještanje podataka u trodimenzionalnom volumenu. [[24]](#footnote-24)

# **7. ZAKLJUČAK**

Pitanje memorije i ostavljanja tragova jeste i ostaće čovjekovo najveće blago. Mogućnost prevalizaženja procesa zaboravljanja se iz dana u dan rafinira i čitalac može samo da se pita šta to može da znači za čovječanstvo. Od pećinskih crteža, klinastih i slikovnih pisama i ideograma do pronalaska štamparije pa sve do modernog HDD-a i SSD-a, nemoguće je poricati da se čovjekovo nasljeđe i znanje sve sofisticiranijim metodama bilježi i primjenjuje.

Putujući istorijom kroz razvoj disk memorije i njenog magnetnog ekvivalenta binarnog predstavljanja bita, saznali smo načelo prema kojem hard disk vrši memorisanje i čuvanje ali takođe smo ušli i u srž problema magnetne interferencije koja je glavni nedostatak ove metode. Ovo saznanje, iako ništa novo, omogućilo nam je otkrivanja putanje koje nas je dovela do sve bolje i napredije tehnologije.

Što sada? Kojim putem će se dalji razvoj odigrati? To je pitanje koje možemo samo naslutiti na osnovu već postojećih tehnologija iz drugih grana, kao što su fiber optički kabal čiji prenos podataka je omogućen svjetlosnim prenosom, time omogućavajući brzinu koju bismo samo mogli sanjati 30 godina unazad. Činjenica je to da je vrijeme u poretku arhitekture računara sustiglo, pa i u nekim slučajevima i prevazišlo, predviđanja naučne fantastike prošlog vijeka. Projekti kao što su *Globalna sjemena riznica* u Svalbardu u Norveškoj[[25]](#footnote-25) definišu pejzaž naučnog otkića koji nije samo osobit za napredak kompjuterskog hardvera, nego nauci uopšte.

Stoga, da bismo uistinu mogli sa sigurnošću stupiti ka budućnosti moramo se osvrnuti i na prošlost i integrisati naša saznanja u nešto veće. Jedno od gorućih pitanja budućnosti zasigurno predstavlja metod manufakture imajući u vidu globalnu krizu resursa i klimatskih promjena koje će zasigurno uticati vjekovima unaprijed na raspoloženje otkrića. Istraživanja o održivim materijalima manufakture računarskih komponenti su u toku jer sva čovjekova otkrića bi otišla u zaborav ne bude li načina da se manufaktura nastavi, na opštu ironiju hard diskova.

Da li je industrija u opasnosti nestanka? Zasigurno da nije, međutim adekvatno i odgovorno obrazovanje mladih inženjera i IT stručnjaka je okosnica predstojeće problematike i sudbina tehnološkog pejzaža zasigurno leži u našim rukama. Prema podacima iz 2019. godine količina elektronskog otpada je dostigla do čak 53.6 Mt (megatone), 24.9 Mt u Aziji, 13.1 Mt u Sjedinjenim Američkim državama i 12 Mt u Evropi[[26]](#footnote-26). Odgovor ovom problemu je u međusobnoj saradnji svih čovjekovih grana nauke, počevši od pronalaska održivog materijala za proizvodnju, izradu nacrta za takvog održivog računarskog sistema kao i ugljeničnog otiska koji bi on mogao da ostavi.

# **LITERATURA**

1. *7040-681 IBM pSeries 690 Central Electronics Complex Model 681*, unos na: <https://www.ibm.com/common/ssi/ShowDoc.wss?docURL=/common/ssi/rep_sm/1/897/ENUS7040-681/index.html>
2. *„A History Of Progress”*, str. 40-65, unos na: <https://www.ibm.com/ibm/history/interactive/ibm_history.pdf>
3. Bestofmedia Team 31, *"Hard Drives 101: Magnetic Storage"*, Tom's Hardware. August 2011., unos na: <https://www.tomshardware.com/reviews/hard-drive-magnetic-storage-hdd,3005.html>
4. Computermuseum der Stuttgarter Informatik, unos na: <http://computermuseum.informatik.uni-stuttgart.de/dev_en/ibm4331/ibm3340.html#:~:text=The%20IBM%203340%20disk%20drive,the%20IBM%20location%20in%20Winchester>.
5. Daniel A., Gene F., *„A brief history of disk drive control“* , IEEE Control Systems Magazine, 2002, str. 28-30
6. Data barracks, unos na: <https://www.databarracks.com/future-of-processing-and-storage/storage.html#:~:text=According%20to%20a%20technology%20roadmap,installing%20helium%20inside%20the%20casing>.
7. Dayinight.ru, *“Hibridni čvrsti diskovi, za i protiv“*, unos na: <https://dayinight.ru/bs/creative/gibridnye-zh-stkie-diski-sshd-za-i-protiv-chem-gibridnyi-disk-luchshe/>
8. Eltecnoanalista.com, SSHD: “Šta su oni? Prednosti, nedostaci i još mnogo toga”, unos na: <https://eltecnoanalista.com/bs/sshd/>
9. GNU Free Documentation License. „Hard diskovi (Hard disk drive)”, unos na: <http://itc.wikidot.com/hard-diskovi>
10. Hard Drive 101, September 22, unos na: <https://www.dpbestflow.org/data-storage-hardware/hard-drive-101#:~:text=for%20enterprise%20drives.-,Hard%20drive%20sizes,are%20used%20for%20desktop%20computers>.
11. Hard Drive History, unos na: <https://www.redhill.net.au/d/im.php?co=Seagate>
12. IBM Archives, unos na: <https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_3370.html>
13. Nithya, R., Sivasankari, C. & Thirunavukkarasu, A. *“Electronic waste generation, regulation and metal recovery: a review”*. Environ Chem Lett 19, 1347–1368 (2021).
14. S. Niketan, T. Panhalkar, Infosavvy, *“Logical & Physical Structure of a Hard Disk“*, unos na: <https://info-savvy.com/logical-physical-structure-of-a-hard-disk/>
15. *„SSD Explained — Everything You Need To Know”*, unos na: <https://history-computer.com/ssd-explained-everything-you-need-to-know/>
16. *The IBM 350 RAMAC Disk File*, February 27, 1984, unos na: <https://www.asme.org/wwwasmeorg/media/resourcefiles/aboutasme/who%20we%20are/engineering%20history/landmarks/90-ibm-350-ramac-disk-file.pdf>
17. Wikipedia, *„Flying height“*, 17 February, unos na: <https://en.wikipedia.org/wiki/Flying_height>
18. Wikipedia, *„Svalbard Global Seed Vault“* unos na: <https://en.wikipedia.org/wiki/Svalbard_Global_Seed_Vault>

1. Wikipedia, *„Flying height“*, 17 February, unos na: <https://en.wikipedia.org/wiki/Flying_height>, [↑](#footnote-ref-1)
2. “*The IBM 350 RAMAC Disk File”*, February 27, 1984, unos na: <https://www.asme.org/wwwasmeorg/media/resourcefiles/aboutasme/who%20we%20are/engineering%20history/landmarks/90-ibm-350-ramac-disk-file.pdf> [↑](#footnote-ref-2)
3. Daniel A., Gene F., *„A brief history of disk drive control“* , IEEE Control Systems Magazine, 2002, str. 28-30 [↑](#footnote-ref-3)
4. “*Hard Drive History”*, unos na: <https://www.redhill.net.au/d/im.php?co=Seagate> [↑](#footnote-ref-4)
5. Hard Drive 101, September 22, unos na: <https://www.dpbestflow.org/data-storage-hardware/hard-drive-101#:~:text=for%20enterprise%20drives.-,Hard%20drive%20sizes,are%20used%20for%20desktop%20computers>. [↑](#footnote-ref-5)
6. Computermuseum der Stuttgarter Informatik, unos na: <http://computermuseum.informatik.uni-stuttgart.de/dev_en/ibm4331/ibm3340.html#:~:text=The%20IBM%203340%20disk%20drive,the%20IBM%20location%20in%20Winchester>. [↑](#footnote-ref-6)
7. IBM Archives, unos na: <https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_3370.html> [↑](#footnote-ref-7)
8. “*7040-681 IBM pSeries 690 Central Electronics Complex Model 681”,* unos na: <https://www.ibm.com/common/ssi/ShowDoc.wss?docURL=/common/ssi/rep_sm/1/897/ENUS7040-681/index.html> [↑](#footnote-ref-8)
9. *„A History Of Progress”*, str. 40-65, unos na: <https://www.ibm.com/ibm/history/interactive/ibm_history.pdf> [↑](#footnote-ref-9)
10. Hard Drive 101, September 22, unos na: <https://www.dpbestflow.org/data-storage-hardware/hard-drive-101#:~:text=for%20enterprise%20drives.-,Hard%20drive%20sizes,are%20used%20for%20desktop%20computers>. [↑](#footnote-ref-10)
11. S. Niketan, T. Panhalkar, Infosavvy, *“Logical & Physical Structure of a Hard Disk“*, unos na: <https://info-savvy.com/logical-physical-structure-of-a-hard-disk/> [↑](#footnote-ref-11)
12. *Ibid.* [↑](#footnote-ref-12)
13. GNU Free Documentation License, *„Hard diskovi (Hard disk drive)”*, unos na: <http://itc.wikidot.com/hard-diskovi> [↑](#footnote-ref-13)
14. *Ibid.* [↑](#footnote-ref-14)
15. *Ibid.* [↑](#footnote-ref-15)
16. Eltecnoanalista.com, *SSHD:* *“Šta su oni? Prednosti, nedostaci i još mnogo toga”*, unos na: <https://eltecnoanalista.com/bs/sshd/> [↑](#footnote-ref-16)
17. Dayinight.ru, *“Hibridni čvrsti diskovi, za i protiv“*, unos na: <https://dayinight.ru/bs/creative/gibridnye-zh-stkie-diski-sshd-za-i-protiv-chem-gibridnyi-disk-luchshe/> [↑](#footnote-ref-17)
18. Bestofmedia Team 31, *"Hard Drives 101: Magnetic Storage"*, Tom's Hardware. August 2011., unos na: <https://www.tomshardware.com/reviews/hard-drive-magnetic-storage-hdd,3005.html> [↑](#footnote-ref-18)
19. *Ibid.* [↑](#footnote-ref-19)
20. *Ibid.* [↑](#footnote-ref-20)
21. *Ibid.* [↑](#footnote-ref-21)
22. Hard Drive 101, September 22, unos na: <https://www.dpbestflow.org/data-storage-hardware/hard-drive-101#:~:text=for%20enterprise%20drives.-,Hard%20drive%20sizes,are%20used%20for%20desktop%20computers>. [↑](#footnote-ref-22)
23. *„SSD Explained — Everything You Need To Know”*, unos na: <https://history-computer.com/ssd-explained-everything-you-need-to-know/> [↑](#footnote-ref-23)
24. Data barracks, unos na: <https://www.databarracks.com/future-of-processing-and-storage/storage.html#:~:text=According%20to%20a%20technology%20roadmap,installing%20helium%20inside%20the%20casing>. [↑](#footnote-ref-24)
25. Wikipedia, *„Svalbard Global Seed Vault“* ,unos na: <https://en.wikipedia.org/wiki/Svalbard_Global_Seed_Vault> [↑](#footnote-ref-25)
26. Nithya, R., Sivasankari, C. & Thirunavukkarasu, A. *“Electronic waste generation, regulation and metal recovery: a review”*, Environ Chem Lett 19, 1347–1368 (2021). [↑](#footnote-ref-26)