**VISOKO UČILIŠTE ALGEBRA**  
ZAGREB, REPUBLIKA HRVATSKA

**Dominik Despot**

**Razlike između procesora** **Alpha 21164, procesora Nehalem jezgri, Intel Core i9 13900k te AMD Ryzen 7 5800X3D**

Seminarski rad

Zagreb, travanj 2023.

**Sadržaj**

[1. Uvod 1](#_Toc132394930)

[2. Skup naredbi *(engl. instruction set)* 2](#_Toc132394931)

[3. Brzina ciklusa *(engl. clock speed)* 3](#_Toc132394936)

[4. Broj jezgri *(engl. core count)* 4](#_Toc132394941)

[5. Priručna memorija *(engl. cache)* 5](#_Toc132394946)

[6. Višedretvenost 6](#_Toc132394951)

[7. Maksimalna količina topline (*engl. Thermal design power)* 7](#_Toc132394956)

[8. Proces izrade 8](#_Toc132394961)

[9. Integrirana grafička kartica (iGPU) 9](#_Toc132394966)

[10. Virtualizacija 10](#_Toc132394971)

[11. Memorijska podrška 11](#_Toc132394976)

# Uvod

U ovom seminarskom radu uspoređuju se integralna svojstva procesora Apha 21164, Intel Core procesora prve generacije (Nehalem jezgre), Intel Core i9 13900k te Ryzen 7 5800X3D. Posebno ću posvetiti pažnju na ALU te CU dijelove, koji su dvoje primarnih komponenata procesora. ALU ili aritmetičko-logička jedinica (*engl. arithmetic and logic unit*) je elektroničko sklop koji izvodi aritmetičke operacije (poput zbrajanja, oduzimanja…) i logičke operacije (AND, OR, NOT…). CU ili upravljačka jedinica (*engl. control unit*) je zadužena za usmjeravanje i izravnu kontrolu nad ostatkom procesora (priručnom memorijom, registrima…). Procesori će biti uspoređivani po navedenim parametrima: skup naredbi, brzina ciklusa, broj jezgri, priručna memorija, višedretvenost, maksimalna količina topline, proces izrade, integrirana grafička kartica, virtualizacija i memorijska podrška.

# Skup naredbi *(engl. instruction set)*

Prvi, ujedno jedan od najznačajnijih čimbenik po razlici navedenih procesora predstavlja 2 načina (u navedenim primjerima) rada procesora, točnije, razliku između CISC i RISC skupa naredbi. CISC pristup skupu naredbi je najpopularniji danas ali to ne znači da je optimalan te mnogi smatraju se budućnost visoko-performirajućih računala *(engl. high-performance computing)* nalazi u RISC procesorima (ARM, RISC-V…) jer iako RISC procesori sadržavaju manje i jednostavnije instrukcije puno su optimiziraniji u njima te omogućuju procese poput pipelineanja itd.

## Alpha 21164

Alpha 21164 koristi je jedini od navedenih procesora koji koristi RISC pristup skupu naredbi, točnije *Alpha instruction set*.

## Nehalem procesori

Nehalem procesori koriste CISC pristup te x86-64 skup naredbi.

## i9 13900k

i9 13900k također koristi CISC pristup te x86-64 skup naredbi.

## Ryzen 7 5800X3D

Ryzen 7 5800X3D također koristi CISC pristup te x86-64 skup naredbi.

# Brzina ciklusa *(engl. clock speed)*

Brzina ciklusa procesora određuje frekvenciju kojom procesor izvršava instrukcije te je samim time i jedan od glavnih faktora brzine procesora.

## Alpha 21164

Alpha 21164 dijeli ulazni signal s 2 tako da je za brzinu od 300 MHz potreban vanjski signal od 600MHz.

## Nehalem procesori

Nehalem procesori rade na širokom spektru brzina ciklusa od kojih je najbrži bio Intel Core i7 975 s baznom frekvencijom od 3.33GHz te turbo frekvencijom od 3.6GHz.

## i9 13900k

i9 13900k koristi bazične brzine od 3GHz na svojim performansnim jezgrama te 2.2Ghz na svojim efikasnim jezgrama. Maksimalna turbo frekvencija koju postiže je 5.8GHz.

## Ryzen 7 5800X3D

Ryzen 7 5800X3D također koristi CISC pristup te x86-64 skup naredbi.

# Broj jezgri *(engl. core count)*

Jezgra je glavna procesorska jedinica koja izvodi aritmetičke i logičke operacije te izvršava instrukcije. Svaka jezgra sastoji se od svojih registara, aritmetičko-logičke jedinice (ALU), kontrolne jedinice (CU), i sabirnica. Broj jezgri je ujedno i jedan od najvažnijih faktora u brzini procesora jer određuje (između ostalog) koliko paralelno stvari procesor može odrađivati u isto vrijeme.

## Alpha 21164

Alpha 21164 sadrži, kao i većina procesora iz svojeg vremena jednu jezgru.

## Nehalem procesori

Procesori Nehalem mikroarhitekture sadrže različite brojeve jezgri. Sve od Celeron čipova s jednom jezgrom do Xeona s osam jezgri.

## i9 13900k

i9 13900k ukupno sadrži 24 jezgre od kojih su 8 namijenjene performansama te 16 namijenjene efikasnosti.

## Ryzen 7 5800X3D

Ryzen 7 5800X3D sadrži 8 jezgri.

# Priručna memorija *(engl. cache)*

Priručna memorija je vrsta izrazito brze memorije koja se najčešće barem u dijelu nalazi na čipu. Koristi se za pohranu često pristupljenih podataka i instrukcija kako bi im procesor brže pristupio nego da ih dohvaća iz glavne (radne) memorije. Suvremene priručne memorije podijeljene su u razine[[1]](#footnote-1) (*engl. level*) od kojih je svaka veća, ali i sporija od prošle. Priručna memorija je uvijek malih veličina jer, radi svoje brzine tj. tehnike izrade, izrazito skupa. Priručna memorije je također vrsta statičke memorije.

## Alpha 21164

Alpha 21164 ima tri vrste priručne memorije na čipu. L1 priručnu memoriju za podatke, L1 priručno memoriju za instrukcije te L2 priručnu memoriju za oboje. Također postoji i opcija za nadogradivu eksternu L3 priručnu memoriju. Sva priručna memorija na čipu je potpuno statičke 6-tranzistorne CMOS strukture.

## Nehalem procesori

Od procesora Nehalem mikro arhitekture najviše priručne memorije posjeduje Xeon X7560. 12x32KB L1 memorije za instrukcije te 12x32KB L1 memorije za podatke (32KB po jezgri). Također 6x2MB L2 memorije te 24MB L3 memorije.

## i9 13900k

i9 13900k ukupno sadrži 2.1MB L1 priručne memorije, 32MB L2 priručne memorije te 36MB L3 priručne memorije.

## Ryzen 7 5800X3D

Ryzen 7 5800X3D sadrži 512KB L1 priručne memorije, 4MB L2 priručne memorije te velikih 96MB L3 priručne memorije. Ovdje je bitno zamijetiti kako je glavna karakteristika Ryzen 7 5800X3D vertikalno posložena L3 priručna memorija, kako bi se ne samo povećala veličina priručne memorije, već i smanjila čekanja i kašnjenja prijenosa podataka između priručne memorije i procesora.

# Višedretvenost

Moderna višedretvenost predstavlja mogućnost procesora za paralelno izvršavanje instrukcija. Svaka dretva(nit) ima svoj stog i programsko brojilo no dijeli resurse poput memorije. Najpoznatiji moderni pristupi višedretvenosti su Intel Hyper-threading Technology (HTT) te Simultaneous Multi-Threading (SMT).

## Alpha 21164

Alpha 21164 ne podržava koncepte višedretvenosti ni *out-of-order* izvršavanje instrukcija, ali budući da se bazira na RISC arhitekturi dozvoljava efekte poput *pipelining*-a.

## Nehalem procesori

Procesori Nehalem mikroarhitekture podržavaju HT tehnologiju te stoga i većina njih za svaku jezgru ima po 2 dodijeljene dretve.

## i9 13900k

i9 13900k također koristi Intel HT tehnologiju te stoga također ima 2 dretve po performirajućoj jezgri i 1 po efikasnoj (ukupno 32 dretve).

## Ryzen 7 5800X3D

Ryzen 7 5800X3D koristi SMT koji radi na sličan princip kao Intel HTT. Stoga također za svaku fizičku jezgru ima 2 dretve.

# Maksimalna količina topline (*engl. Thermal design power)*

Maksimalna količina topline [TDP] izražava maksimalnu količinu topline koju čip može otpustiti. Najčešće se mjeri u vatama [W]. TDP od 30w može se ohladiti ventilatorom ili pasivnim hladnjakom, no komponente s većim TDP-om trebaju znatno naprednije sustave hlađenja.

## Alpha 21164

Alpha 21164 procesori imaju TDP od 26W do 35W.

## Nehalem procesori

Od procesora Nehalem mikro arhitekture najmanji TDP ima Celeron P1053 a najveći i7 serija iznad i7 920 te Xeon serija sa 130W.

## i9 13900k

i9 13900k ima minimalni TDP od 125W te maksimalni od 253W ukoliko rade sve jezgre pri turbo brzinama.

## Ryzen 7 5800X3D

Ryzen 7 5800X3D ima minimalni TDP od 105W te maksimalni od 142W ukoliko sve jezgre rade pri turbo brzinama.

# Proces izrade

Veličina tranzistora korištena pri procesu izrade određuje koliko električne energije procesor će trošiti, gustoću tranzistora na čipu, generiranu toplinu a također i performanse, budući da manji tranzistori mogu brže mijenjati stanja.

## Alpha 21164

Alpha 21164 rađen je na proizvodnom procesu veličine tranzistora od 500nm.

## Nehalem procesori

Procesori Nehalem mikro arhitekture rađeni su veličinom tranzistora od 45nm.

## i9 13900k

i9 13900k rađen je veličinom tranzistora 7nm.

## Ryzen 7 5800X3D

Ryzen 7 5800X3D rađen je veličinom tranzistora 7nm.

# Integrirana grafička kartica (iGPU)

Integrirana grafička kartica je vrsta grafičke kartice koja se nalazi unutar procesora te je tipično slabije snage te dijeli resurse s procesorom.

## Alpha 21164

Alpha 21164 ne sadrži nikakav oblik integrirane grafičke kartice.

## Nehalem procesori

*Desktop* linija procesora Nehalem mikroarhitekture većinom sadrži integrirane grafičke kartice, za razliku od serverske linije.

## i9 13900k

i9 13900k sadrži integriranu grafičku karticu, ali postoji i verzija bez (i9 13900KF).

## Ryzen 7 5800X3D

Ryzen 7 5800X3D sadrži integriranu grafičku karticu.

# Virtualizacija

Virtualizacija omogućava pokretanje više virtualnih sustava na jednom procesoru. Najpopularnije danas su Intel Virtualization Technology (VT-x) za Intel te AMD Virtualization (AMD-V) za AMD.

## Alpha 21164

Alpha 21164 ne sadrži nikakve dodatne funkcionalnosti virtualizacije.

## Nehalem procesori

Procesori Nehalem mikro arhitekture gotovo svi podržavaju Intel VT-x.

## i9 13900k

i9 13900k u potpunosti podržava Intel VT-x.

## Ryzen 7 5800X3D

Ryzen 7 5800X3D podržava AMD-V.

# Memorijska podrška

Vrsta i količina memorije koju procesor podržava utječe na performanse.

## Alpha 21164

Alpha 21164 podržava razne vrste memorija te je maksimalna količina memorije određena ostalim faktorima poput matične ploče itd.

## Nehalem procesori

Procesori Nehalem mikro arhitekture podržavaju DDR3 memorije u količinama od 2 do 3 pločice (osim zadnje Xeon serije koja može uz SMB-spremnu matičnu ploču podržavati 4 pločice).

## i9 13900k

i9 13900k podržava DDR4 i DDR5 memorije uz maksimalnu količinu od 128GB do 2 memorijska kanala.

## Ryzen 7 5800X3D

Ryzen 7 5800X3D podržava DDR4 memorije uz maksimalnu količinu od 128GB do 2 memorijska kanala.

**Popis literature**

[1] Digital Equipment Corporation, „Alpha 21164 Microprocessor“

[2] Wikipedia, „[Nehalem (microarchitecture)](https://en.wikipedia.org/wiki/Nehalem_(microarchitecture))“, pristupljeno 14. travnja 2023.

[3] Intel, „Core i9 13900K data sheet“

[4] AMD, „Ryzen 7 5800X3D data sheet“

1. Razine priručne memorije kreću se od 1(najbrže i najmanje) do n (najčešće 3) (najsporije i najmanje). Označavaju se slovima L1, L2, L3… [↑](#footnote-ref-1)