Ante Lokas, Ivan Puljić

**Razvoj tehnologije hlađenja procesora**

Seminarski rad

**Studij:** Preddiplomski studij

**Studijska grupa:** Informatika

**Predmet**: NAR

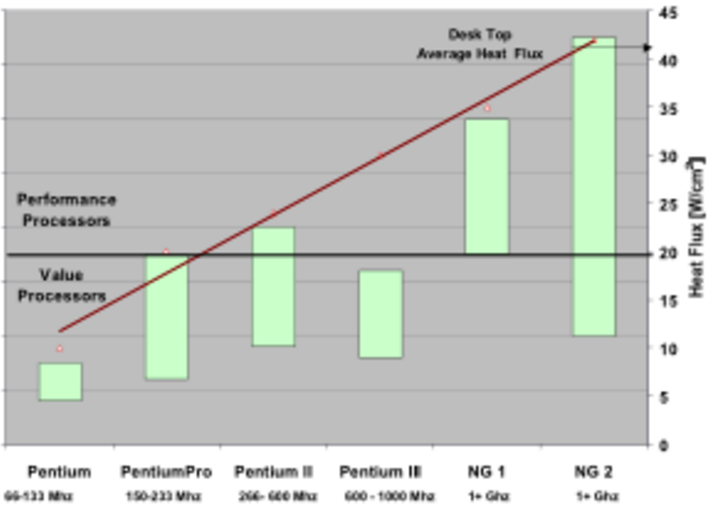
**Ak. god.**: 2015/2016.

**Nastavnik**: Prof. dr. sc. Andrina Granić

Split, 2015.

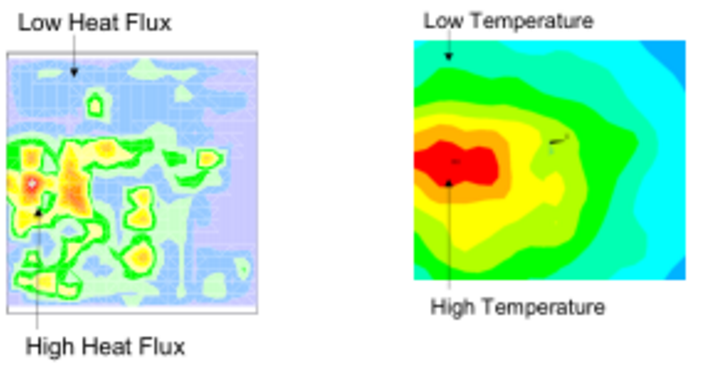
# Uvod

U posljednja tri desetljeća računala su doživjela drastičan napredak iz svih aspekta promatranja, a posebno s obzirom na procesorsku moć. Centralna procesorska jedinica tjekom svog rada emitira neželjenu toplinu, zbog čega se pouzdanost rada procesora dovodi u rizično područje ukoliko hlađenje nije dobro projektirano . Potrebno je održavati temperaturu ispod određene granice, a pouzdanost rada se smanjuje eksponencijalno ako temperatura prelazi granicu. U ovom radu ćemo analizirati različite tehnologije i pristupe hlađenja procesora, te njihove prednosti i nedostatke. Moderni mikroprocesori u svojoj implementaciji sadrže napredne termičke monitore i mehanizme koji ako temperatura prijeđe predefinirani limit preventiraju katastrofalne štete koje mogu nastati. Pri svakom proučavanju hlađenja procesesora treba voditi računa o Moore-ovom zakonu koji projicira da će broj tranzistora smještenih u integriranim krugovima udvostručiti svake dvije godine. Kako procesorska moć raste eksponencijalno iz godine u godinu, adekvatne metode hlađenja postaju sastavni djelovi složenih kalkulacija u dizajniranju novih mikroprocesora. Potrebe energije za rad mikroprocesora nisu moglo pratiti stalno povećavanje gustoće integriranih krugova, što je dovelo do veće disipacije. Dobra rješenja unutar arhitekture mikroprocesora su uspjele donekle ublažiti rast energije koju mikroprocesor koristi, ali ga svakako nisu rješile. Taj problem se reflektira u prosječnom dotoku topline (average heat flux) koji nam govori kolika je disipacija po nekoj jedinici prostora Slika 1 nam prikazuje linearan rast faktora average heat flux s vremenom kako se moć procesora povećava.



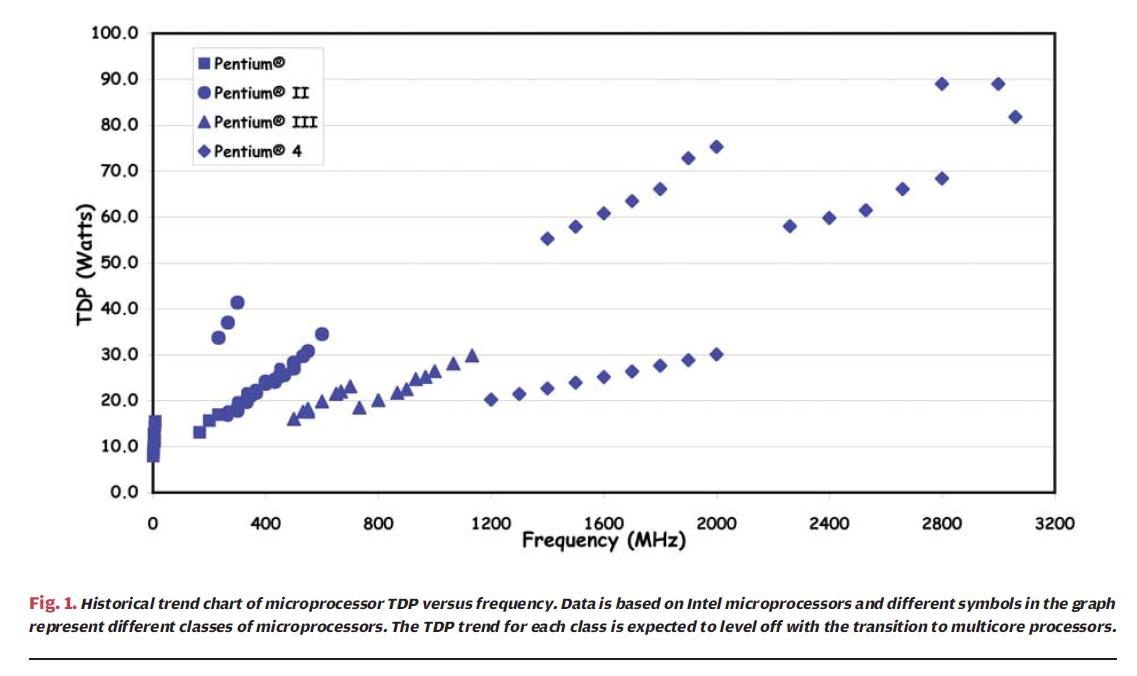
*slika 1*

Problematična stvar kod zagrijavanja mikroprocesora je to što se on ne zagrijavaja jednoliko kao jedna cjelina, već se u nekim točkama mjeri ekstremno viska temperatura, dok je u ostalim djelovima znatno niža temperatura. Takvo zagrijavanje dodatno otežava dizajniranje procesora te se dizajneri moraju striktno držati određenih granica koje su dosta veće od prosječnog dotoka topline. Distribuciju topline izmjerenu u heat flux jedinicama možemo vidijeti na slici2.



*slika2*

Još jedan od vrlo bitnih faktora vezanih uz hlađenje mikroprocesora je **Thermal Design Power(**TDP) TDP. Izražava se u (W), i vrlo je bitan dizajnerima hlađenja jer upravo on reprezentira maksimalnu održivu razinu disipacije mikroprocesora za vrijeme izvođenja nekih stvarnih aplikacija. Što je TDP veći, procestor će zahtjevati bolje i jače hlađenje. U situacijama gdje se bira između duljine trajanja baterije nekog sistema i snage izvedbe sistema, TDP može igrati značajnu ulugu jer se iz disipacije da naslutiti hoće li mikroprocesor trošiti više ili manje energije. Slika 2 nam pokazuje rast TDP zajedno s povećanjem frekvencije procesora kroz povijest.



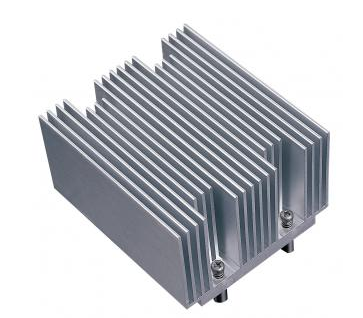
*slika 3*

Nekad su za vrijeme izvedbe mogući kratki skokovi disipacije koji prelaze dopuštenu razinu TDP-a ali oni ne predstavljaju problem ukoliko je njihovo trajanje ne premašuje granice koje postavio proizvođač mikroprocesora. Danas se od tehnologija hlađenja najviše koristi hlađenje zrakom koje ima široku primjenu u desktop računalima. Nakon zračnog hlađenja najviše se koristi pasivno hlađenje. Zbog malog prostora za napredovanje zračnog hlađenja ,vodeno hlađenje se brzo razvija, i dobiva sve veći prostor na tržištu. Također ćemo spomenuti neke alternativne metode hlađenja kao što su hlađenje peltier elementom i tehnologije koje se predviđaju za korištenje u budućnosti.

# Hlađenje zrakom

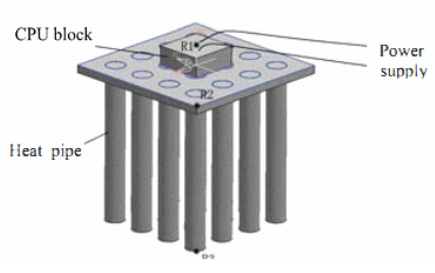
Hlađenje zrakom koje uključuje korištenje ventilatora, je dominantna metoda u hlađenju mikroprocesora u računalnim sistemima. Ima nekoliko prednosti kao što su mala cijena, relativno niska razina buke i ne sadrži cijevi, tube i puno kablova. Glavna funkcija ventilatora je da dovode hladniji zrak iz okoline koji će preuzeti dio topline procesora na sebe i tako hladiti procesor. Više ventilatora se može spojiti serijski (jedan na drugom) ili paralelno (jedan do drugog). Serijsko spajanje ventilatora omogučuje jače strujanje zraka, dok paralelno pokriva više prostora. Zračno hlađenje je vrlo teško pratilo brzi razvoj mikroprocesora i potrebu za njegovim hlađenjem, radi čega je došlo do razvoja nekih novih tehnologija hlađenja procesora.

Jedno od rješenja u tehnologiji hlađenja koje je došlo kao odgovor na sve veće zahtjeve je heat sink. Heat sink je pojam jednostavne komponente koja toplinu iz čvrstog materijala zbog svoje velike površine prenosi u okolni plin ili tekućinu. Kako bi se stvorila dodatna površina heat sink ima puno rebara , izbočine u obliku kvadra. Najbitnija svojstva heat sink-a su vrsta materijala, termalna konduktivnost i dizajn rebara. Primjer heat sinka možete vidjeti na *slici 4.*



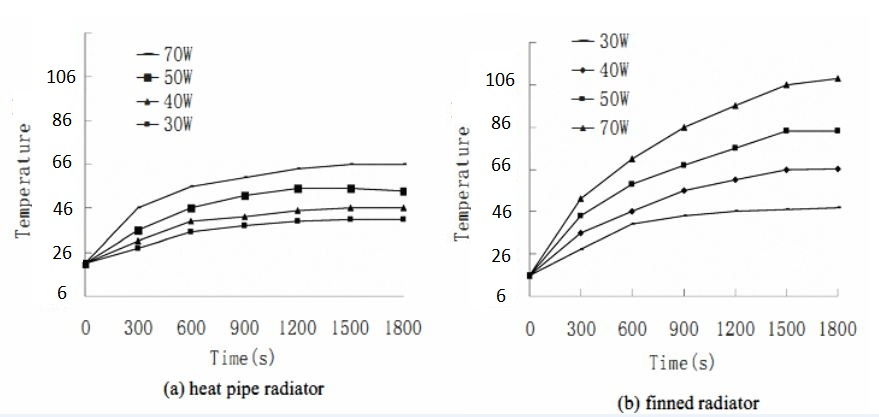
*Slika4*

U potrazi za boljim rješenjima pokušalo se unaprijediti postojeći heat sink da prenese još više topline na okolinu. Istraživanja su proučavala heat sink sa cijevima kao zamjena za dotadašnja rebra. Primarna razlika cijevi i nožica je ta što su cijevi šuplje. Predpostavka je da će cijevi iste veličine kao rebra imati veći prijenos topline na okolinu što i ima smisla jer je šuplja cijev u doticaju s zrakom s dvije strane. *Slika5* nam prikazuje izvedbu heat sink-a koji koristi cijevi.



*slika5*

Istraživanja su usporedila performanse heat sinka-a sa cijevima i heat sink-a sa rebrima pri različitim snagama struje. *Slika6*  nam zorno pokazuje koliko heat sink s cijevima ima bolje svojstvo hlađenja. Razlika je najveća kad je snaga sruje najjača.



*slika6*

Heat sink mora biti pažljivo postavljen na mikroprocesor da bi novooformljena veza materijala imala što veću toplinsku vodljivost. To podrazumjeva priajnjanje dvije površine koje se tvornički izglađuju da bi bilo što više točaka dodira. S obzirom da su i heat sink i procesor sačinjeni od metala, njihove površine unatoč izglađivanju karakteriziraju hrapave površine na mikroskopskoj razini. Kad se takve dvije površine prislone jedna na drugu, mikroskopski gledajući kontakt se ostvaruje samo na višim točkama tih dvaju površina. Niže točke ostaju nepovezane i na tim mjestima ostaju praznine popunjene zrakom. Tipična veza ima od više od 90% praznina popunjenih zrakom što predstavlja vrlo ozbiljan problem jer zrak ima manju toplinsku vodljivost. Materijali s većom toplinskom vodljivosti od zraka se koriste kako bi popunili zračne praznine i napravili puno bolju vezu. Mnogo vrsta materijala se razvilo za svrhe bolje toplinske vodljivosti, a možemo ih kategorizirati u tri katekorije:

1. Materijali promijenjivog stanja - ponašaju kao vezivna sredstva nakon što dosegnu temperaturu topljenja, obično 45 – 62, na toj temperaturi njihova viskoznost se drastično poveća. Počinju teči kroz vezu i popunjavati praznine koje su bile prisutne. Cijeli proces zahtjeva nešto kompresivne sile koja stišće dvije površine i tjera materijal da teče kroz vezu. Termalni otpor veze može pasti do 0.06 C-cm2 /W
2. Polimerni spojni hibridi – ovi materijali sadrže lako topljivu metalnu leguru koja počinje teči na temperaturama oko 65 C i stvara vezu sa niskim termalnim otporom, otpor može pasti ispod 0.1 C-cm2 /W pri minimalnoj debljini veze
3. Termičke trake – mogu biti akrilne ili silicijske, uglavnom se koriste zbog svog mehaničkog svojstva lijepljenja, njihova toplinska vodlljivost je srednja pa im efikasnost ovisi o mogućnosti povezivanja dvije površine.

# Hlađenje Vodom