

Indholdsfortegnelse

0.1	Indledning	1
0.2	felt	2
0.3	system/beskrivelse	3
0.4	processor	4
0.5	metode	5
0.6	Gitter	6
0.7	beregninger	8
0.8	radiation	9
0.9	Heatpipe	10
0.10	varmerør	11

0.1 Indledning

Det thermodynamiske system vi har valgt at skrive om til den skrevne projekt i thermodynamik er i overordnede træk luft drevne processor-kølere. Da forfatterne personligt interesserer sig for opbygning af PC, herunder køling som er en meget vigtig faktor. Computere med dertilhørende køling og thermodynamiske systemer fylder meget i hverdagen, men vi(forfatterne) ved meget lidt om hvad der sker i PC'en rent thermodynamisk. Herunder kølere brugt i såvel kerne processorerne(CPU) som de grafiske processorer(GPU). For en god ordens skyld, har vi valgt at sige at systemgrænserne går imellem processoren og det køletekniske system, således at processoren og dets interface med det køletekniske system er adskilt fra det thermodynamiske system. Processorerne kommer da til at definere energistrømmene ud af systemet og den varme der skal ud af systemet. Processen regnes

Lauritzens og Eriksen, Termodynamik danner grundlagt for beregninger i skrivelsen der følger samt tabel opslag for diverse værdier.

0.2 felt

Der er 4 forskellige slags kølinger der vil blive undersøgt i denne rapport:

- kølegitre(Heatsink)
- Varmerør(heatpipes)
- blæser/fluid(el.andet flow)

der er et overraskende stort udvalg af kølesystemer til processorer, og alt for mange til at de alle kan blive nævnt eller behandlet udtømmende i denne rapport. Men fælles for dem alle, er at de på en eller anden vis har fysisk forbindelse til processoren. Vi vil ikke forholde os til køling og luftgennemstrømning af det kabinet som processor og kølesystem befinder sig i. Ikke fordi, der ikke sker termodynamiske ting i det, men fordi det umiddelbart, uden dybdegående inspektion, mere drejer sig om bortledning af opvarmet luft end om bortledning af varme og måske ikke et direkte termodynamisk emne.

I denne rapport, vil vi undersøge og sammenligne effekten af de forskellige kølesystemer, når varmen afledes til sidsti kølesystemet, samt finde et udtryk for den effekt processoren kan afsætte i kølesystemet og forsøge at dimensionere et kølesystem til en PC.

0.3 system/beskrivelse

Fælles for alle PC kølesystemerne i denne rapport er den første komponent der leder varmen væk fra processoren.

Kølesystemet for en computerprocessor i første indsats består af en varmeledning af varme fra processor til kølesystem. Ofte faciliteres varmetransmissionen ved hjælp af en pasta, for at maximere kontaktflade til kølesystemet og for at modvirke galvanisk tæring. I kildelisten er to eksempler på en pasta, med konduktivitets værdier på imellem 0,8 og 12,5 W/m*K. imidlertid er intentionen med kølepasta, at optimere overflade kontakten imellem kølegitter og processor og ikke skabe et seperat lag, hvor der kan dannes ekstra varme modstand. Så laget af kølepasta vil her blive negligeret. På en moderne processor med millioner af transistorer, er det iøvrigt set at processoren kan smelte ved brug. Så Termodynamik indgår i design, funktion og brug af en computer.

Forfatterne er klar over at GPU (graphical processor unit) og så er en en genstand der fylder mere med tiden, både functionelt, men også rent fysisk. Men det umiddelbare indtryk er at GPU og CPU, set som termodynamiske genstand og arbejdskilder er identiske, hvorfor CPU vil brugt i flæng om både CPU og GPU. Eller kan ihvertfald betragtes som sådan idet outputtet blandt andet er afhængig af den strøm, processoren afsætter, nemlig : $\text{strømforbrug} \cdot \text{frekvenshastigheden} \cdot \text{capacitans}$ (kilde : <ftp://download.intel.com/design/network/papers/30117401.pdf>) $\epsilon =$

0.4 processor

varmestrømmen fra processor til kølegitterets lameller kan beskrives som en varmeledning fra processor, over kølepasta til kølegitter. kølepastaen vil dog her blive fraregnet, idet kølepastaens fineste formål er at maximere overfalde kontakt imellem kølesystem og processor, og undgå luftlommer, der kan lede til overophedet luft. Aluminiums varmekonduktivitetens evne indgår i kølegitteret og er på 229. Kølepastaen ses bort fra.

Tykkelserne på godset i den retning varme udbredes i er 0.5 mm for kølegitteret og regnes som en eneste massiv væg, idet processoren regnes for at have en ens temperatur i hele sin tykkelse. Varmen forsimples til at udbredes i en retning. Med disse antagelser kan varmestrømmen igennem lamellerne beregnes.

0.5 metode

Der søges at regne varmestrøm ud for de forskellige komponenter. Som kan indgå i sammenligning af varme og temperatur.

1. klargøring af flowgeometrien
2. Beregn Referencetemperatur
3. Bestem kendetal(Re, Gr, Ra, Pr)
4. Vælg model ligning
5. Beregn varmeovergangstallet ud fra Nusselts tal

Det antages at processoren afgiver 100 % af sin varme i kølesystemet Systemgrænserne udgøres af interfacet til processoren og af bortledning af varme fra det sidste komponent af kølesystemet. og vi vil søge at sammenligne den effekt de respektive komponenter bortleder for at kunne sætte et udtryk op for hvor meget strøm Processoren kan afsætte.

0.6 Gitter

Fælles for alle 3 systemer er kølegitteret af aluminium, der er i kontakt med processoren. I simple systemer udgør den den eneste part i kølesystemet og kan selvfølgelig bestå af andre materialer end Aluminium. Men i rapporten her vil der blive brugt aluminium som grundlag.

Kølegitteret udnytter overflade areal til at bortlede varme ved konvektion fra et fast materiale(aluminium) til et fluid(atmosfærisk luft) . Det er forfatterens påstand at kølegittere

En hyppig forekommende struktur i et kølegitter er ribbe, der giver en naturlig strømning af den varme luft bort fra kølegitteret. Hvor det kun er termodynamiske kræfter der indflyddelse på strømmingen.

Der præsenteres her en oversigt over de værdier der kommer i spil i til udregningerne:

Der beregnes varmemstrøm for kovektion og for stråling.

Tallene for ovenstående kølegitter er importeret fra en partfil i solidworks.

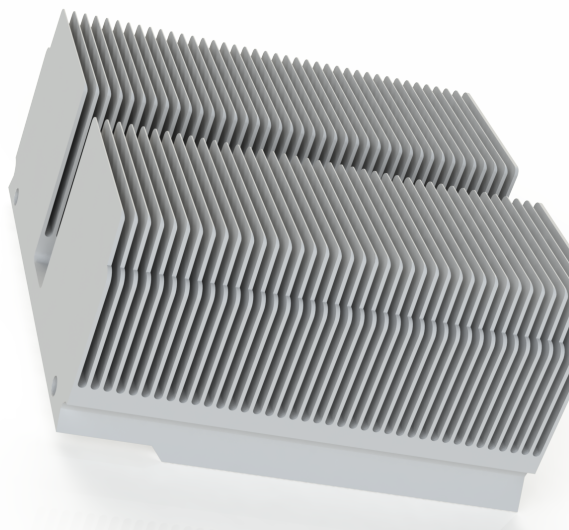
$H = 20 \text{ mm}$, $b = 25,5 \text{ mm}$, $d = 1 \text{ mm}$,Areal $A_t = 93733.73 \text{ mm}^2$, $A_{lam} = 500 \text{ mm}^2$
 $Massenm = 31,58 \text{ gr}$.

varmekonduktiviteten for aluminium, $\lambda_{al} = 228$

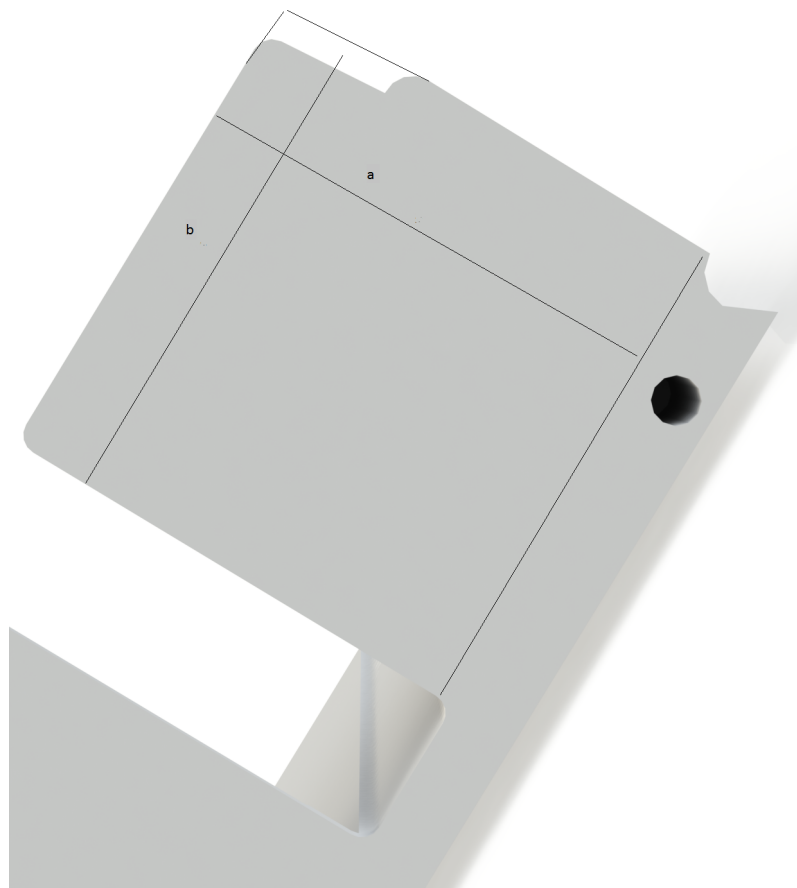
lameltykkelsen $\delta = 0.5 \text{ mm}$.

Den specifikke varmekapacitet $c_p = 1.008$

stroemningshastighed lodret, i lamellets længde på $c = 0.001$



Figur 0.1. Eksempel på kølegitter



Figur 0.2. lamel. Den mindste enhed for hvilke, vi vil undersøge de termodynamiske forhold.

For at udregne varmemstrømmen ϕ bruges udtrykket

$$\Phi = \alpha * A * (t_{fl} - t_v)$$

også kendt som Newtons ligning. Hvoraf varmekonduktiviteten α er fundet ved tabel opslag $\alpha = 21.8$ Kinematisk viskositet er: 18.88 og dynamisk viskositet = 16.92 Volumenudvidelseskoefficienten $\beta_{luft} = 3,2$

0.7 beregninger

Varmestrømmen ϕ udregnes :

Ved at isolere α i ligningen $Nu = \frac{\alpha}{\lambda}$

Nu er nusselts tal og findes herunder ved at udregne Reynolds(Re) og Prandtls(pr) tal.

Strømningsforholdene for luft(fluiden) imellem lammelerne i gitteret er fri indvendig strømning, idet, lamellerne kan ses som kanalvægge og udgangen i en antaget lodret given retning er smal og bred. med 3 sider der åbne og derved tillader en fri udvikling af strømmingen.

Reference temperaturen udregnes til :

$$t_{film} = \frac{v_g + t_{fluid}}{2} \Rightarrow t_{film} = 30$$

$$\text{Grasshofs tal } Gr = \frac{g \cdot L^3 \cdot \beta \cdot \rho^2}{\nu^2} = 8,771 \cdot 10^4$$

$$\text{Prandtls tal } Pl(\text{opslag}) \Rightarrow Pr = 0.69$$

Der antages lodret strømning af luften og Rayleighs tal undersøges.

$$Ra = Gr \cdot Pr = 6.052 \cdot 10^4 \Rightarrow$$

Hvilket indikerer laminar strømning over hele længden af et lamel. Hvorfor strømmingen ikke undersøges yderligere, idet Ra er 10^5 mindre, end den forventede kritiske værdi for turbulent strømning.

Hastighedsprofilen hvorved den opvarmede luft stiger til vejrs er udregnet til: $0.05 \cdot$

$$Re \cdot L_{hd} = 0.001$$

Hvilket medfører at Nusselts tal kan udregnes som

$$Nu = 3,66 + \frac{0.0668 \cdot Re \cdot Pr \cdot \frac{D}{L_{lam}}}{1 + 0.004 \cdot \left(\frac{D}{L_{lam}} \right)^{1/4} \cdot Re \cdot Pr} \cdot \frac{D}{L_{lam}})^2 / 3 = 3.703$$

Den kritisk værdi findes da ved: $Nu_m = C \cdot Ra^4$

$$\text{og } \Phi = \alpha \cdot A(t_{fl} - t_v) \Rightarrow 2.597 \cdot 10^6 W$$

$$\text{justeret til millimeter ved udtrykket: } \frac{\Phi = \alpha \cdot A \cdot (t_{fl} - t_v)}{10^6} \Rightarrow 0.75 W$$

0.8 radiation

0.9 Heatpipe

For en varmeledende kobberrør, uden blæser installeret vil der bliver tilført en ekstra overflade hvorfra der kan foregå varmeovergang såvel som varmestråling. Varmestrømmen.

Et sådan varmerør kan være opbygget på lidt varierende måde fra en hul rør med en rektangulær profil indeholdende vædske, til en solid profil.

0.10 varmerør

