

# Indholdsfortegnelse

---

0.1	Indledning . . . . .	1
0.2	Beskrivelse . . . . .	2
0.3	Processor . . . . .	3
0.4	Metode . . . . .	4
0.5	Gitter . . . . .	5
0.6	Beregninger . . . . .	6
0.7	konklusion . . . . .	8



## 0.1 Indledning

Det termodynamiske system vi har valgt at skrive om til den skrevne projekt i thermodynamik er i overordnede træk luftdrevne processor-kølere. Da forfatterne personligt interesserer sig for opbygning af PC, herunder køling som er en meget vigtig faktor. Computere med dertilhørende køling og termodynamiske systemer fylder meget i hverdagen, men vi ved meget lidt om d termodynamiske processer i en PC. 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 termodynamiske system. Processorerne kommer da til at definere energistrømmene ud af systemet og den varme der skal ud af systemet.

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

## 0.2 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 kølepasta, for at maximere kontaktflade til kølesystemet og for at modvirke galvanisk tæring. I kildelisten er to eksempler på en kølepasta, med konduktivitets værdier på imellem 0,8 og 12,5 W/m\*K. Intentionen med kølepasta, at optimere overflade kontakten imellem kølegitter og processor og ikke skabe et separat 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 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 bruges 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>)

## 0.3 Processor

varmestrømmen fra processor til kølegitterets lameller kan beskrives som en varmeledning fra processor til kølegitter. kølepastaen vil her blive fraregnet, idet kølepastaens fineste formål er at maximere overflde kontakt imellem kølesystem og processor, og undgå luftlommer, der kan lede til overophedet luft. Aluminiums varmekonduktivitets indgår i kølegitteret og er på 229.

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 og i et stationært system. Med disse antagelser kan varmestrømmen igennem lamellerne beregnes. Luften antageds at flytte sig 0.01 m /s

## 0.4 Metode

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

1. klarlægning 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.

## 0.5 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 aluminium blive brugt

Kølegitteret udnytter overfladeareal til at bortlede varme ved konvektion fra et fast materiale(aluminium) til et fluid(atmosfærisk luft) . Således vil der være to termiske modstande, navnlig varmeledningsmodstand og varmeovergangsmodstand.

En hyppig forekommende struktur i et kølegitter er ribbe, der giver en naturlig strømning af den varme luft bort fra kølegitteret. Hvor kun er termodynamiske kræfter har indflydelse på strømmingen. Men strømmingen foregår foregår imellem to kanalvægge.

Der præsenteres her en oversigt over de værdier der bruges i udregningerne:

Der beregnes varmestrøm for konvektion 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  $A_t = 93733.73 \text{ mm}^2$  ,  $A_{lam} = 500 \text{ mm}^2$   
 $Massen = 31,58 \text{ gr}$ .

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

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

Den specifikke varmekapacitet  $c_p = 1.008$

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

For at udregne varmestrømmen  $\phi$  bruges udtrykket

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

også kendt som Newtons ligning.

Hvoraf varmekonduktiviteten  $\alpha$  er fundet ved tabel opslag  $\alpha = 21.8$

Kinematisk viskositet er: 18.88 og dynamisk viskositet = 16.92

Volumenudvidelseskoefficienten  $\beta_{luft} = 3,2$

$$\text{Varmeledningsmodstanden : } R_l = \frac{\delta}{\lambda_{al} * A_{lam}} = 4.281$$

$$\text{Varmeovergangsmodstanden : } R_o = \frac{1}{\alpha_{tl} * A_{lam}} = 89.394$$

$$\text{Total termisk modstand er } R_{tot} = R_l + R_o = 92.225$$

## 0.6 Beregninger

Varmestrømmen  $\phi$  udregnes ved 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 åbne sider og derved tillader en fri udvikling af strømmingen. Hvor den hydrauliske diameter er i brug og sættes lig med afstanden imellem 2 givene lameller.  $\approx 0.5mm$

Reference temperaturen udregnes til :

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

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

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

Der antages lodret strømning af luften og Reynold tal undersøges for at få et hit om strømningsformen

$Re = \frac{c_{luft} * L_{hyd}}{\nu} = 2.648 * 10^{-5}$  Hvilket indikerer laminar strømning over hele længden af et lamel. Hvorfor strømmingen ikke undersøges yderligere, idet  $Re$  er  $10^9$  mindre, end den forventede kritiske værdi for turbulent strømning.

Hastighedsprofilet hvorved den opvarmede luft stiger til vejrs er udregnet til:  $0.05 * Re * L_{hd} = 0.001$

Hvilket medfører at Nusselts tal kan udregnes som

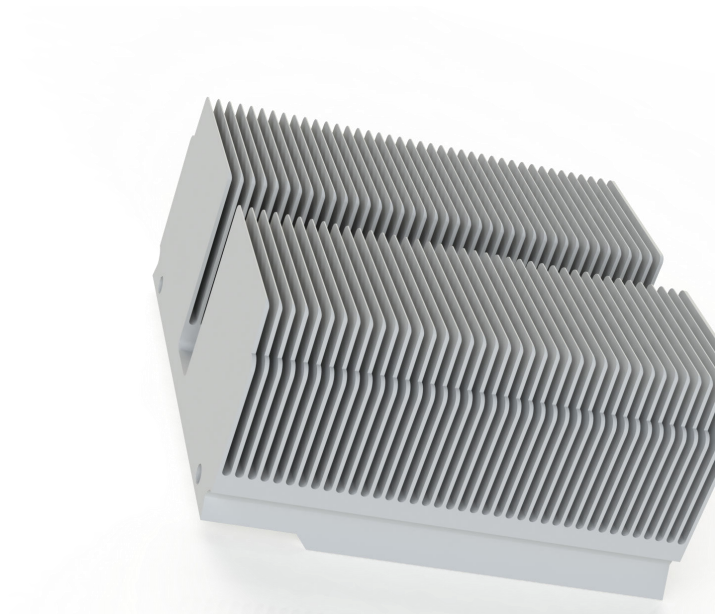
$$Nu = 3,66 + \frac{0.0668 * Re * Pr * \frac{D}{L_{lam}}}{1 + 0.004 * \left( \frac{D}{L_{lam}} \right) * k * Re * Pr} )^{2/3} = 3.661$$

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

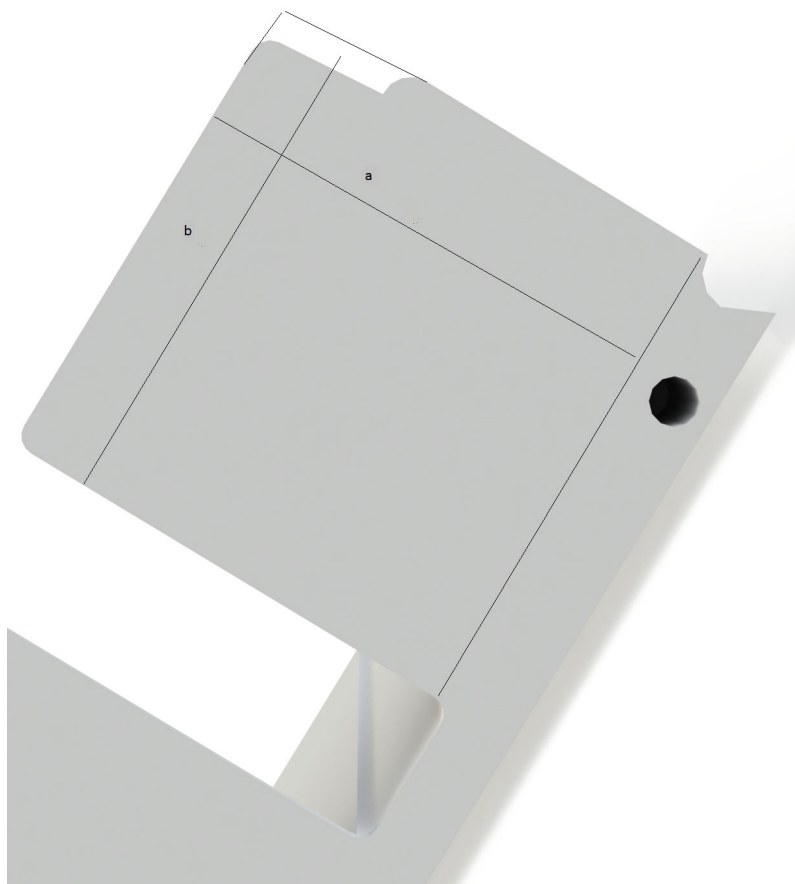
$$\text{justeret til millimeter ved udtrykket: } \frac{\Phi = \alpha * A * (t_{fl} - t_v)}{10^6} \Rightarrow 0.75 W$$

samtlig lameler afgiver da  $0,75 W * 40 \approx 30 W$  i varmemstrøm til luften der passerer.





**Figur 0.1.** Eksempel på kølegitter, Fra grabcad.com - bruger: Fernando



**Figur 0.2.** Lamel. genstand for vore termdynamiske undersøgelser. Fra grabcad.com - bruger: Fernando

## 0.7 konklussion

Et varmegitter af aluminium forekommer umiddelbart at være en relativt effektiv måde at aflede varmen på. Den store hindring overgangsvarmen forekommer at være luft overgangsmodstanden . Materialet lader ikke til at gøre en synderlig forskel. Imidlertid er aluminium et af de mest varmeledende materialer, billigt, let og nemt at forarbejde.

Ulempen ved sådan en konstruktion her, er at filmlaget er relativt dykt og har laminart flow, hvorfor luftskiften er lidt langsom og mindre effektiv i konvektion. Men materialet er da underordnet ift laminart/turbolart flow og det samlede areal. Hvorfor man godt forstå hvorfor det bruges til pc kølesystemer.