



En komparativ analyse av kjølepasta i ulike prisklasser

Forfattere: Oskar Emil Hebnes og Aleksander Kolsgaard, Øvrebyen videregående skole

Formålet med denne forskningen er å undersøke om kjølepasta er nødvendig for drift av prosessorer, og om kjølepastaer i forskjellige prisklasser yter forskjellig. Kjølepasta er et termisk forbindelsesstoff som forbedrer kontakt mellom prosessor og prosessorkjøler. Hypotesen påstår at dyrere kjølepasta kan prestere bedre enn billigere, og at kjølepasta er nødvendig for drift av prosessorer. Testingen av kjølepastaene består av 3 deler; En hviletest, en stresstest og en dagligbrukstest.

Resultatene i tabellene viser at Thermal Grizzly Kryonaut Extreme har den beste ytelsen i gjennomsnitt, denne kjølepastaen er optimal hvis budsjettet tilsier det. Resultatene viser også at den billigste kjølepastaen, Dezen Thermal Compound, yter tilfredsstillende. Dette kan bety at kjølepastaer i alle prisklasser er tilfredsstillende.

Resultatene styrker hypotesen. Forsøkene viser at det er elementært for prosessorens drift å bruke kjølepasta til varmeavledning, dette viser at kjølepasta kan være nødvendig. Dyrere kjølepasta ytet best, men de billigere kjølepastaene ytet fortsatt tilfredsstillende.

Innledning

Temaet i prosjektet er ytelsen til forskjellige kjølepastaer, samt forsøk uten kjølepasta. Dette er relevant i dag med tanke på ny teknologis økende varmeproduisering og strømintak. For at prosessorene i datamaskiner skal fungere optimalt og effektivt må de holde seg innenfor et spesifikt temperaturområde. Kjølepasta er svært sentralt innenfor funksjonen til datamaskiner, men har i liten grad blitt undersøkt med vitenskapelige metoder. Kjølepasta er et materiale som overføre varme fra et objekt til et annet objekt, som i dette tilfelle fra prosessoren til prosessor kjøleren. Dette prosjektet bidrar til å utvide kunnskapsbanken av vitenskapelige undersøkelser av kjølepasta.

Metode

Testen skal gjennomføres ved tre testscenarioer, hviletest, stresstest og dagligbrukstest. Datamaskinen skal først gjennom hviletesten, så stresstesten og til slutt dagligbrukstesten. Mellom stresstesten og dagligbrukstesten skal systemet hvile til det oppnår hviletesttemperaturen. Dette er en temperatur som prosessoren skal returnere til før neste test gjennomføres, og blir funnet ved hviletesten. En fil på 137 GB skal brukes til dagligbrukstesten.

Testen skal først gjennomføres uten noen kjølepasta. Så skal kjølepastaene testes og byttet ut. Kjølepastaene skal testes to ganger hver, med et mellomrom på seks dager. Dette er for å kvalitetssikre dataen.

Testen starter loggføring på loggføringsprogrammene MSI Afterburner og PuTTY samtidig. Etter testen er gjennomført, blir loggføringen stoppet og empirien lagt inn i et Excel ark. PC-en blir returnert til hviletesttemperatur.

I bakgrunnen av alle testene skal også programmet HWinfo kjøre. Dette er et program som skal gi loggføringsprogrammene ekstra data som er nødvendig. Det er også viktig å aktivere *Shared Memory Support* i HWinfo.

Hviletesten skal gjennomføres ved å måle gjennomsnittstemperaturen til datamaskinen der bare operativsystemet bruker prosessoren. Denne testen skal vare i 5 minutter. Hviletesten finner brukstemperaturen under minimal bruk. Dette blir hviletesttemperaturen.

Stresstesten utføres ved hjelp av Furmark. Dette programmet bruker 100% av prosessoren for å teste maksimal ytelse av kjølepastaene. Programmet skal bruke alle tilgjengelige prosessorkjerner. Dette gjøres ved å velge «CPU burner» knappen, så velge maksimalt antall tråder. Stresstesten skal vare i totalt 15 minutter. Dagligbrukstesten går ut på å teste et scenario som en vanlig bruker kan påføre prosessoren. Denne skal bestå av 2 deler, den første går ut på å se 10 minutter av den vedlagte YouTube video. Den andre delen av testen består av en filoverføring på 137GB som skal vare i 5 minutter. Begge deler av testen skal kjøres mens Microsoft Word kjører i bakgrunnen for å simulere et reelt bruksscenario.

Resultater

«CPU-temp» i tabellen er prosessor temperaturen i °C. «CPU-power» i tabellen er strømbruket til prosessoren i watt. «Viftehastighet» i tabellen er hastigheten på viften til prosessorkjøleren. Hastigheten er målt i omdreininger per minutt. Usikkerheten er fastsatt til 2 desimaler, dette er usikkerhet loggføringsprogrammene oppgir.

Grafiske figurer av alle målinger bruker to y-asker, venstre y-aksen henviser til verdiene til romtemperatur og CPU-temperatur i °C, CPU-bruk i %, CPU-hastighet i MHz og CPU-power i watt. Høyre y-akse viser til viftehastigheten i omdreininger per minutt (o/min). X-aksen viser til tid i sekunder.

Testen uten noen kjølepasta var ikke gjennomførbar. Prosessoren var på 100° under ingen belastning og skrudde seg selv av for å unngå skade. Det var ikke mulig å samle inn data.

Hviletester

Tabell 1: Gjennomsnittsempiri for hviletest av Corsair TM30 og Thermal Grizzly Hydronaut for begge dager.

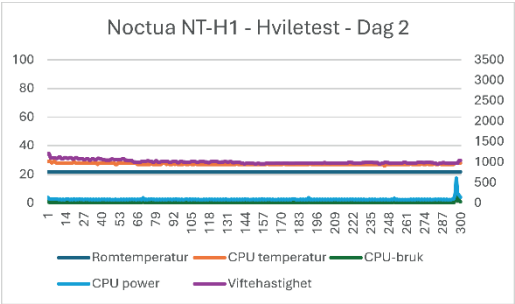
Corsair TM30	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehastighet (o/min)	Thermal Grizzly Hydronaut	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehastighet (o/min)
Dag 1	30,45	2,67	1181,59	Dag 1	32,36	6,59	1144,77
Dag 2	30,82	2,97	1189,61	Dag 2	27,30	2,49	993,11
Differanse	0,37	0,30	8,02	Differanse	5,06	4,10	151,66

Tabell 2: Gjennomsnittsempiri for hviletest av Dezen Thermal Compound og Noctua NT-H1 for begge dager.

Dezen Thermal Compound	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehastighet (o/min)	Noctua NT-H1	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehastighet (o/min)
Dag 1	30,80	3,88	1179,48	Dag 1	27,02	3,71	942,49
Dag 2	29,31	4,75	966,03	Dag 2	27,30	2,54	1007,13
Differanse	1,49	0,87	213,45	Differanse	0,28	1,17	64,64

Tabell 3: Gjennomsnittsempiri for hviletest av Thermal Grizzly Kryonaut Extreme og Corsair XTM70 for begge dager.

Thermal Grizzly Kryonaut Extreme	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehas-tighet (o/min)	Corsair XTM70	CPU-temp (°C)	CPU-pow-er (Watt)	Viftehas-tighet (o/min)
Dag 1	27,87	2,67	1011,52	Dag 1	26,89	2,90	936,06
Dag 2	29,83	5,87	1051,15	Dag 2	28,45	2,94	1039,40
Differanse	1,96	3,20	39,63	Differ-anse	1,56	0,04	103,34



Figur 1: Denne figuren viser et normalt eksempel på en hviletest, på slutten av hviletesten ble det oftest et hopp i CPU-power og CPU-bruk.

Stresstester

Tabell 4: Gjennomsnittsempiri av stresstest for Corsair TM30 og Thermal Grizzly Hydronaut for begge dager.

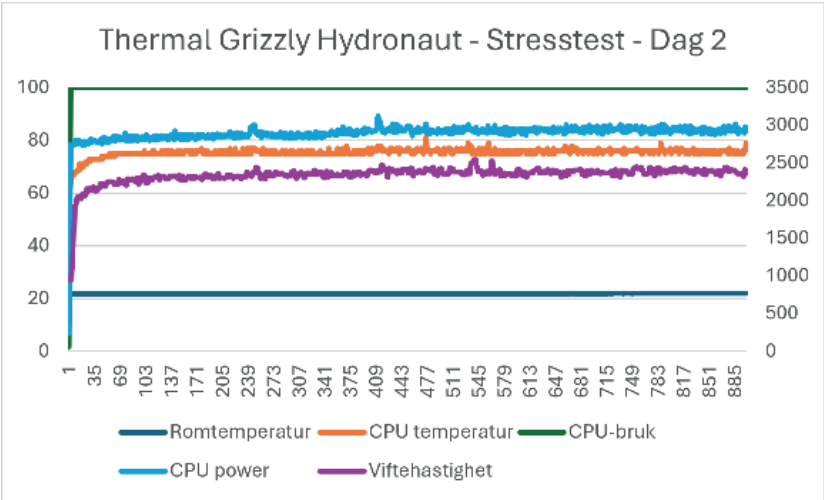
Corsair TM30	CPU-temp (°C)	CPU-pow-er (Watt)	Viftehastighet (o/min)	Thermal Grizzly Hydronaut	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehastighet (o/min)
Dag 1	87,63	84,65	3189,86	Dag 1	77,05	82,70	2549,75
Dag 2	87,12	84,07	3167,04	Dag 2	75,37	82,72	2338,02
Differanse	0,51	0,58	22,82	Differanse	1,68	0,02	211,73

Tabell 5: Gjennomsnittsempiri av stresstest for Dezen Thermal Compound og Noctua NT-H1 for begge dager.

Dezen Thermal Com-pound	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehastighet (o/min)	Noctua NT-H1	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehastighet (o/min)
Dag 1	76,41	81,72	2435,65	Dag 1	74,24	81,12	2257,50
Dag 2	72,95	80,57	2214,30	Dag 2	74,49	81,42	2279,30
Differ-anse	3,46	1,15	221,35	Differanse	0,25	0,30	21,80

Tabell 6: Gjennomsnittsempiri av stresstest for Thermal Grizzly Kryonaut Extreme og Corsair XTM70 for begge dager.

Thermal Grizzly Kryonaut Extreme	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehastighet (o/min)	Corsair XTM70	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehastighet (o/min)
Dag 1	72,88	80,33	2238,04	Dag 1	73,49	79,77	2242,83
Dag 2	73,43	80,30	2251,54	Dag 2	75,79	81,87	2375,39
Differanse	0,55	0,03	13,50	Differanse	2,30	2,10	132,56



Figur 2: Dette er et eksempel på en kurve for en vanlig stresstest. Alle målingene vil være så høye som mulig siden dette er en belastningstest.

Dagligtester

Tabell 7: Gjennomsnittsempiri av dagligtest for Corsair TM30 og Thermal Grizzly Hydronaut for begge dager.

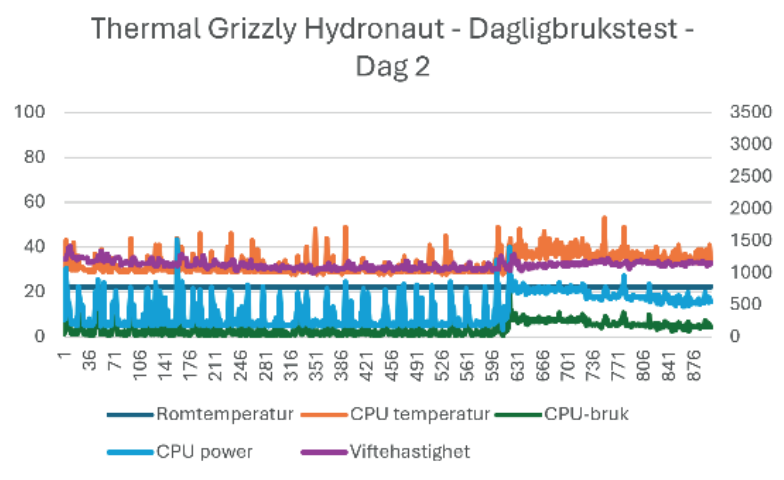
Corsair TM30	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehas-tighet (o/ min)	Thermal Griz-zly Hydronaut	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehas-tighet (o/ min)
Dag 1	36,57	12,06	1305,81	Dag 1	33,77	10,87	1196,30
Dag 2	36,29	11,76	1328,95	Dag 2	32,56	11,92	1126,49
Differanse	0,28	0,30	23,14	Differanse	1,21	1,05	69,81

Tabell 8: Gjennomsnittsempiri av dagligtest for Dezen Thermal Compound og Noctua NT-H1 for begge dager.

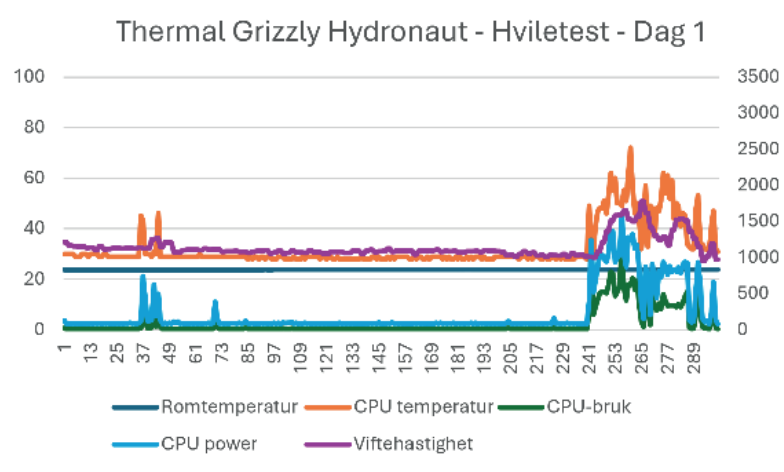
Dezen Thermal Compound	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehas-tighet (o/ min)	Noctua NT-H1	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehas-tighet (o/ min)
Dag 1	35,04	12,14	1281,26	Dag 1	31,84	11,91	1053,61
Dag 2	31,78	11,55	1067,77	Dag 2	33,00	12,22	1102,39
Differanse	3,26	0,59	213,49	Differanse	1,16	0,31	48,78

Tabell 9: Gjennomsnittsempiri av dagligtest for Thermal Grizzly Kryonaut Extreme for begge dager.

Thermal Grizzly Kryonaut Extreme	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehastighet (o/min)	Corsair XTM70	CPU-temp (°C)	CPU-power (Watt)	Viftehas-tighet (o/min)
Dag 1	32,74	11,59	1129,90	Dag 1	31,53	11,65	1043,84
Dag 2	33,49	12,81	1132,59	Dag 2	33,21	11,94	1141,45
Differanse	0,75	1,22	2,69	Differanse	1,68	0,29	97,61



Figur 3: Dette viser en vanlig kurve for dagligbrukstester. Det kan observeres et klart skille mellom videoavspilling og filoverføring.

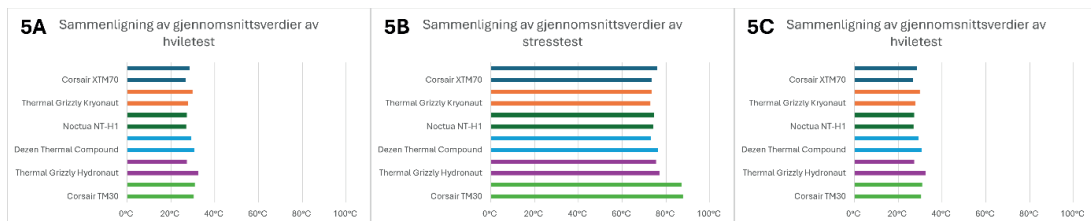


Figur 4: Figuren viser en spesielt merkelig hviletest hvor det er store svingninger i verdier som er veldig ulikt det som ble observert i andre hviletester.

Diskusjon

Resultatene viser liten forskjell i de empiriske dataene, spesielt i henhold til temperatur. Alle kjølepastaene virket til å yte tilfredsstillende, men det kan ha vært en fordelaktig forskjell for de dyrere kjølepastaene. Dette styrker første del av hypotesen som påstod at det ville være en liten forskjell, men at de dyrere kan yte bedre enn de billigere. Det er gunstig med lavere prosessortemperaturer da dette fører til at prosessoren kan bruke mer strøm uten å overopphete. Høyere strømforbruk lar prosessoren yte bedre.

Andre delen av hypotesen ble besvart ved første test, der testen skulle gjennomføres uten kjølepasta. Prosessoren nådde kritisk temperatur selv uten belastning og stoppet for å unngå skade. Dette viser at det er nødvendig å bruke kjølepasta.



Figur 5: Sammenligning av gjennomsnittsverdier av prosessor temperaturen. Søyler med samme farge representerer dag 1 og dag 2, der øverste er dag 1.

I figur 5A kan det observeres en fordelaktig forskjell hos de dyre kjølepastaene, Thermal Grizzly Kryonaut Extreme og Corsair XTM70. Disse kjølepastaene yter bedre og holder en lavere gjennomsnittstemperatur. Dette underbygger hypotesen om at det kunne bli en fordelaktig forskjell for de dyrere kjølepastaene. Noctua NT-H1 yter også like bra som de dyre kjølepastaene selv om den er på midtpunktet i prisklasse for kjølepastaene i dette forskningsprosjektet.

Det finnes feilkilder i datainnsamlingen, spesielt under hviletesten. Etter cirka 4 minutter uten aktivitet på datamaskinen hopper ressursbruket på PCen betraktelig slik som kan observeres i figur 4. Dette kan skyldes at operativsystemet ser at maskinen ikke utfører oppgaver gitt til den av en bruker, derfor kan den starte med bakgrunnsoppdateringer eller annet skjult arbeid.

Stresstestene var den andre delen av testen, her var det også en fordelaktig forskjell for de dyre kjølepastaene slik som i hviletesten. Dette underbygger vår hypotese om at det vil være en fordelaktig forskjell ved bruk av dyrere kjølepasta. Det var derimot mindre forskjell mellom kjølepastaene i denne testen. I figur 5B kan det observeres at de dyrere kjølepastaene er noen grader °C lavere enn de billigere. Noctua NT-H1 gjorde det igjen likt som de dyrere kjølepastaene. Corsair TM30 gjorde det betydelig dårligere enn resten, den lå over 10 grader °C over de andre kjølepastaene. Dette kan ha kommet av en feil i påføring av kjølepastaene på prosessoren. Dette kan medføre at spredningen ikke ble utbredt nok.

I figur 5C kan det observeres at verdiene er like mellom de forskjellige kjølepastaene, også de i forskjellige prisklasser. Dette er forenlig med hypotesen siden forskjellene er fortsatt fordelaktig for de dyrere kjølepastaene. Corsair TM30 gjorde det igjen dårligst, men var bare rundt 3 grader celsius over de andre. Siden denne testen er delt inn i to deler hadde det vært best å se på delene hver for seg, i motsetning til å se på gjennomsnittet.

Sikkerhetsforsker Mayank Malik har tidligere også testet Thermal Grizzly Kryonaut Extreme gjennom en stresstest på 10 minutter, her ble det oppnådd en gjennomsnittstemperatur på 59,70 grader celsius (Malik, 2023). Dette er lavere enn verdiene i tabell 11. Malik har brukt en større kjøler enn den som har blitt brukt til dette forsøket og dette kan ha skapt denne forskjellen (Malik, 2023).

Resultatene i tabellene 1-18 viser til at Thermal Grizzly Kryonaut Extreme har den beste ytelsen i gjennomsnitt, denne kjølepastaen er optimal hvis budsjettet tilsier det. Noctua NT-H1 er mer balansert, den tilbyr både god ytelse og en rimelig pris. Resultatene viser også at den billigste kjølepastaen, Dezen Thermal Compound, yter på en tilfredsstillende måte. Dette kan bety at kjølepastaer i alle prisklasser virker tilfredsstillende.

Bibliografi

Malik, Mayank. 30/07/2023. *Thermal Paste Testing*. <https://mostwanted002.gitlab.io/post/thermal-paste-performance-testing/>

Micro-Star International Co., Ltd. (u.å.). *MSI Afterburner*. MSI. Hentet fra <https://www.msi.com/Landing/afterburner/graphics-cards>

Simon Tatham. (u.å.). PuTTY. Hentet fra <https://www.putty.org>

Martin Malik. (u.å.). *HWiNFO*. Hentet fra <https://www.hwinfo.com>