

Opinnäytetyö (AMK)

Tietotekniikan koulutusohjelma

Logistiikan tietojärjestelmät

2010

Jani Aaltonen

MELU JA SEN VÄHENTÄMINEN

Case: Tietokone ja Turun
ammattikorkeakoulun Uudenkaupungin
toimipiste



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Liiketalouden logistiikka | Logistiikan tietojärjestelmät

2010 | 46 sivua

Ohjaaja Kari Kouhia

Jani Aaltonen

MELU JA SEN VÄHENTÄMINEN

Case: Tietokone ja Turun ammattikorkeakoulun Uudenkaupungin toimipiste

Tässä työssä tarkasteltiin, mikä tekee työasemasta meluisan, kuinka työasema voidaan vaimentaa tehokkaasti ja mitä muuta voidaan tehdä meluntorjunnassa Turun ammattikorkeakoulun Uudenkaupungin toimipisteessä.

Työstä tuli hyvin käytännönläheinen. Tutkimusta ja teoriaa tietokoneiden hiljentämisestä ei ole vielä tehty kovinkaan paljoa. Opinnäytetyötä varten yhdisteltiin useita lyhyitä eri lähteitä kokonaiskuvan saamiseksi.

Ensimmäiseksi tarkastellaan mitä melu on. Mitkä ovat melun aiheuttamat riskit pintapuolisesti. Seuraavaksi tarkastellaan tietokonetta, ja mikä aiheuttaa tietokoneessa melua, miten se voidaan hiljentää. Työssä tehtiin selvitystä siitä, mitä melu on ja mitä haittaa melu työympäristössä aiheuttaa. Selvityksessä kuvataan tietokoneen rakennetta ja sitä, mikä tietokoneessa synnyttää melua. Työssä esitetään erilaisia vaihtoehtoja, joilla melua pystytään työympäristössä vähentämään.

Oppilaitosympäristössä ei riitä pelkästään koneiden hiljentäminen, vaan työssä tarkasteltiin myös mitä muuta Uudenkaupungin toimipisteessä voitaisiin tehdä meluntorjumiseksi tulevaisuudessa.

ASIASANAT: melu, meluntorjuntana, tietokoneet, jäähdytys, hiljennys

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tradenom / Bachelor of Business Administration | Logistical computer system.

2010 | 46 Pages

Instructor Kari Kouhia

Author Jani Aaltonen

NOISE AND NOISE REDUCTION

Case: Computer and Turku University of Applied Science Uusikaupunki branch.

Purpose of this graduation work is to look what makes workstation noisy. How to silent workstation effectively and what else measures can be taken or use for noise cancellation in Turku University of Applied Sciences.

This thesis became very work orientated. There was no single good book source for this work, because of this, using several short sources from IT-magazines became necessary. There's been several short articles in native IT-press about silencing computer but articles have run just few pages at the best.

First is looked what noise is. What are the negative impacts of noise has and risks it causes. Next we look upon computer and what causes noise in the computer itself and how we can reduce that noise. Work also was conducted about what noise is in working environment and what problems that can cause. Thesis describes how computer is built and what in computer causes noise. Work also describes various options how to decrease noise in working environment.

School as working environment, silencing computer's is only beneficial if background noise is lower than noise made by computers.. I also looked up other means to reduce noise in working environment of Turku University of Applied sciences Uusikaupunki's workplace. What could be done for noise cancellation in University's Uusikaupunki's workplace in the future.

KEYWORDS: Urbanization, urban noise, Noise, health risks, computers, work station, silent work station. Quiet computer.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN UUDENKAUPUNGIN TOIMIPISTE	7
3	ÄÄNI JA MELU	8
3.1	Melu	10
3.2	Meluntorjunta	12
4	AKTIIVINEN JÄÄHDYTYS JA PASSIIVINEN JÄÄHDYTYS	13
4.1	Passiivijäähdytyksen huonot puolet	14
4.2	Passiivijäähdytyksen hyvät puolet	14
5	SUORITTIMEN JÄÄHDYTYS	15
5.1	AMD	16
5.1.1	AMD:n Boxed-jäähdytin.	17
5.2	Intel Corporation	18
5.2.1	Intelin Boxed-jäähdytin	19
5.3	Kolmansien osapuolten jäähdytysratkaisut	19
5.4	Lämpöputki	20
5.5	Lämpöputken toimintaperiaate	21
6	MUIDEN KOMPONENTTIEN JÄÄHDYTYS	23
6.1	Näytönohjain	23
6.1.1	Näytönohjain ja HPC-laskenta	24
6.2	Virtalähde	25
6.3	Kovalevyt	26
6.4	Optinen Asema	28
7	KOTELO JA KOTELOTUULETTIMET	29
7.1	Kotelotuulettimet	30
7.1.1	Tuulettimen anatomia	31
7.1.2	Laakerit	31
7.1.3	Tuulettimien kierrosnopeuden säätö: jännite ja PWM	32
7.1.4	Tuulettimien määrä	34
7.2	Harmoninen väri, eli resonanssi	38
7.2.1	Kiintolevyt ja resonanssi	38
8	HYÖDYNTÄMINEN UUDENKAUPUNGIN TOIMIPISTEESSÄ	41
9	TULOKSIA	43
10	YHTEENVETO	44

LÄHTEET	45
KUVAT	
Kuva 1. Logaritmisen kaavion esimerkki.	9
Kuva 2. AM3 prosessorin kontaktipinnat.	16
Kuva 3. AMD:n Suoritinkanta kehikkoineen.	17
Kuva 4. AMD:n Boxed-jäähdytin kiinnitettynä kehikkoon.	17
Kuva 5. Intelin suoritinkanta. (WikiCommons 2010).	18
Kuva 6. Intelin Boxed-jäähdytin.	19
Kuva 7. Kokoero näkyy selvästi.	20
Kuva 8. Lämpöputken poikkileikkaus.	22
Kuva 9. Passiivisesti jäähdytetty näytönohjain.	24
Kuva 10. Tuulettimen keskiöitä on monen kokoisia.	33
Kuva 11. Ilmanpaineen ja määrän optimipiste.	35
Kuva 12. Miten kaksi pienempää tuuletinta toimii yhtä suurempaa vastaan.	36
Kuva 13. Useiden tuulettimien vaikutus ilman siirtoon ja ilmanpaineeseen samalla melutasolla.	37
Kuva 14 Eristetty kovalevy.	39

1 JOHDANTO

Tässä työssä tarkastellaan, mistä työaseman melu syntyy ja miten sitä voidaan hiljentää. Työn toimeksiantaja on Turun ammattikorkeakoulun Uudenkaupungin toimipiste. Oppilaitoksen on otettava huomioon työympäristön melunlähteet ja miten melua voidaan torjua Uudenkaupungin toimipisteessä, kun pelkästään työaseman hiljentäminen ei riitä. Opinnäytetyössä kartoitetaan myös sitä myös, missä Uudenkaupungin toimipisteen työtiloissa hiljaisesta työasemasta olisi eniten hyötyä ja missä ei.

Kaupungistumisen myötä yhä enemmän ihmisiä asuu pienellä alueella. Tämän seurauksena ihmiset ovat altistuneet melulle enemmän kuin aikaisemmat sukupolvet. Tästä seuraa, että ihmiset elävät alati melun vaikutuksen alaisena. Naapurit, autot ja muut ihmiset aiheuttavat melua. Tekniikan kehityksen myötä koteihin on hankittu muun muassa yksi tai useampi tietokone. Nykyään työpaikoilla ja koulussa vaaditaan tietokoneita ja työskentelyä tietokoneiden kanssa. Opiskelija käyttävät tietokoneita tehdessään koulutehtäviä. Nykyaikainen koulutus hyödyntää tietotekniikkaa niin opiskelijoiden kuin työntekijöiden kanssa. Tietokoneista on tullut eräs koulujen tärkeimmistä laitteista.

2 TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN UUDENKAUPUNGIN TOIMIPISTE

Turun Ammattikorkeakoulussa opiskelee keskimäärin 9 000 opiskelijaa, 750 asiantuntijaa ja vuosittain valmistuvien opiskelijoiden määrä on lähes 1 500. (Turun Ammattikorkeakoulu 2010.)

Turun Ammattikorkeakoulu perustettiin vuonna 1992 yhdistämällä Turun teknillinen oppilaitos, Turun ammatti-instituutti, Turun kauppaoppilaitos - Handelsläroverket i Åbo, Turun taiteen ja viestinnän oppilaitos ja Turun terveydenhuolto-oppilaitos. Vuonna 2010 Turun ammattikorkeakoulu läpäisi Korkeakoulujen arviointineuvoston (KKA) tekemän AMK:n laatujärjestelmän auditoinnin. (Turun Ammattikorkeakoulu 2010.)

Turun ammattikorkeakoulu järjestää Varsinais-Suomen alueella opetusta useammalla paikkakunnalla, kuten esimerkiksi Loimaalla, Salossa, Turussa sekä Uudessakaupungissa. Uudenkaupungin toimipiste on vuokralaisena samassa rakennuksessa ammatti-instituutti Novidan kanssa. Uudenkaupungin toimipisteessä on ollut mahdollista suorittaa tutkinto liiketoiminnan logistiikassa ja tietojenkäsittelyssä. Vuonna 2007 aloittaneet tietojenkäsittelyn opiskelijat ovat toimipisteen viimeiset tutkinto-opiskelijat tietojenkäsittelyn koulutusohjelmassa. (Turun ammattikorkeakoulu 2010.)

3 ÄÄNI JA MELU

Ääni on fysikaalinen ilmiö eli pitkittäistä aaltoliikettä ilmassa. Näin ollen se on neutraali käsite. Tätä mieltä on Marja Heinonen-Guzejev. Hän on työterveyslääkäri ja väitteli melunhaitoista lääkäriksi vuonna 2008. (Hamilo 2010, 17.)

Minulla on Aspergerin syndrooma ja olen sitä mieltä, että ääni, kuten melukin on subjektiivinen ja jokainen ihminen kuulee äänit ja melun eri tavalla. Asperger-syndrooman omaavat ihmiset aistiva maailman eri tavalla. Asperger – syndroomaa kuvataan osuvasti Lehmäkuiskaaja-dokumentissa. Tohtori Temple Gardin esittää väitteen, että jotkut ihmiset voivat kokea maailman enemmän eläinten tavoin kuin ihmisten. He ovat herkempiä äänille ja valolle. Heidän aistikokemukset voivat olla voimakkaampia kuin ihmisellä, jolla ei ole autismia. (Lehmäkuiskaaja 2007.)

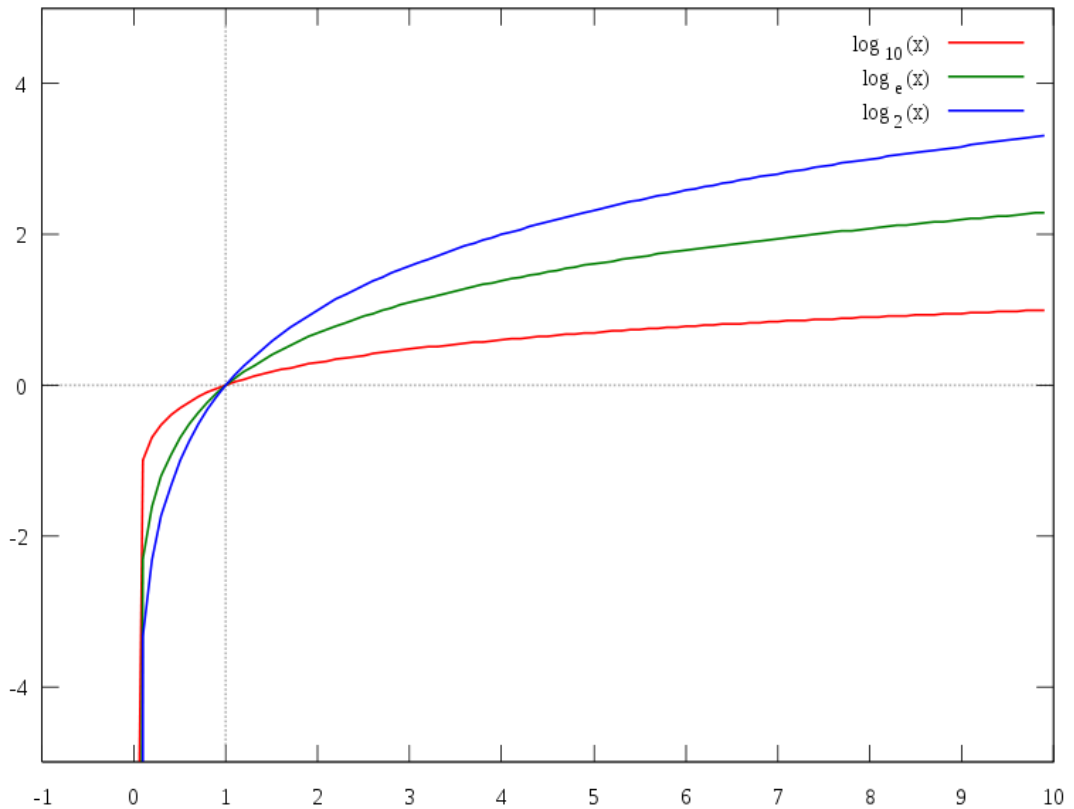
Pitkäaikainen melu ei aiheuta vain kuulovaurioita, vaan se myös saattaa tappaa. Saksalaisen tutkimuksen mukaan noin kolme prosenttia kuolemaan johtaneista sydäninfarkteista voidaan jäljittää melun aiheuttamiksi. Tällöin altistus on täytynyt olla vähintään 60 desibelin tieliikenteen aiheuttaman melun luokkaa. (Hamilo 2010, 18)

Melu ei ole käsitteenä yksiselitteinen. Toisaalta melua voidaan täsmällisesti mitata, toisaalta melun kokeminen on yksilöllistä. Hyvänä esimerkkinä melun moni-ilmeisyydestä ovat tohtori Temple Gardin kirjoittamat teokset.

Suomalaisessa tutkimuskirjallisuudessa melua käsitellään muun muassa Outi Ampujan kirjoittamassa teoksessa Oikeus hiljaisuuteen (2008).

Äänen mittaus

Ääntä ei mitata lineaarisesti, vaan äänen mittauksessa käytetään logaritmia eli eksponentiaalista käänteisfunktioita. Kuvassa 1 on peruslogaritminen kaavioesimerkki logaritmisesta mittauksesta.



Kuva 1. Logaritmisien kaavien esimerkki. (WikiCommons 2010).

Ääntä mitataan desibeleillä. Desibeliasteikko alkaa nollakohtasta eli ihmisen kuulokynnyksestä. Desibeliasteikko on logaritminen, mikä tarkoittaa seuraavaa: 10 desibelin kohdalla ääni on kymmenkertaistunut nollakohtaan verrattuna, 20 desibelin melussa satakertaistunut ja 30 desibelin kohdalla tuhatkertaistunut. (Hamilo 2010, 19.)

3.1 Melu

Työterveyslaitos määrittää melun seuraavalla tavalla: ”Melu on häiritsevää tai kuulolle haitallista ääntä” (Työterveyslaitos 2010). Työterveyslaitoksen mukaan kaikki ihmiset ovat alttiina melulle ja sen haitoille jossain määrin. Tyypillisesti tuotanto-, valmistus- ja kuljetusaloilla on haitallista melua. (Työterveyslaitos 2010.)

Yli 80 dB(A):n melu saattaa olla vahingollista kuulolle. Noin 480 000 työntekijää tekee töitä ympäristössä, jossa tämä arvo ylittyy. Suurimpina ammattiryhminä, jotka altistuvat haitalliselle melulle, Työterveyslaitos nimeää kirvesmiehet, kuljettajat, työkoneiden korjaajat ja asentajat sekä rakennusmiehet. (Työterveyslaitos 2010.)

Yli 55 desibelin melussa oleva henkilö altistuu useille terveysriskeille. Näihin kuuluu Outi Ampujan (2008, 17 - 18) mukaan seuraavat asiat:

- Melu synnyttää kuulovaurioita, kun aistinsolut katkeavat korvassa.
- Melu vaikuttaa kohottavasti verenpaineeseen.
- Melun on todettu aiheuttavan unettomuutta.
- Melu aiheuttaa stressiä. Stressiä ja Stressillä on monenlaisia vaikutuksia. Stressi vaikuttaa muun muassa immuunijärjestelmään, verisuoniin, suolistoon, sydämeen ja umpieritykseen.
- Melu vaikuttaa mielialaan ja mielenterveyteen.
- Lapsilla melu heikentää oppimista, kielellistä kehittymistä, muistia, keskittymiskykyä ja motivaatiota.
- Melu vaikeuttaa keskittymistä myös aikuisilla.
- Melu nostaa hermostuneisuutta, tunteettomuutta ja aggressioita.

Marko Hamilo on käyttänyt lähteenään Outi Ampujan kirjoitusta, jonka mukaan melun torjunta ja pyrkimys hiljaisuuteen eivät ole uusi asia. Höyrykoneen

kehittäjä James Watt yritti vaimentaa höyrykonetta jo 1700-luvulla. Tehtailijoiden mukaan höyrykoneen aiheuttama melu oli todiste sen voimasta. (Hamilo 2010, 16.)

Outi Ampujan mukaan nykyinen kulttuuri yrittää pakottaa ihmisiä sietämään melua. Jos melusta ei pidä, ihmistä yritetään Ampujan mukaan (Hamilo 2010, 16) pakottaa sietämään melu seuraavalla kuudella väittämällä:

- Kaupungissa on melua. Pitäisi muuttaa maalle, jos ei kestä kaupungin aiheuttamaa melua.
- Meluntorjunta ja kieltäminen lopettaisivat kaiken hauskanpidon.
- Meluun tottuu ajan kanssa.
- Teknologia torjuu melua ja ratkaisee kaikki meluun liittyvät ongelmat.
- Meluntorjunta maksaisi liikaa.

Ampujan mielestä kaikki argumentit ovat heikkoja. Miksi ihmisen pitäisi muuttaa maalle, kun työt ovat kaupungeissa? Meluun ei voi tottua, ainakaan helposti. Tottumuksen seuraukset voivat olla terveydelle vaarallisia. Teknologia ei Ampujan mukaan ole hiljentänyt melua, vaan tuonut laitteita, jotka lisäävät entisestään melua. Erääksi tällaiseksi laitteeksi hän nimeää lehtipuhaltimen. (Hamilo 2010, 16.)

Monet nykyajan ihmiset tuntuvat ajattelevan, että korvatulpilla tai kuulosuojaimilla voidaan suojautua melulta. Yli 80 desibelin melu aiheuttaa pysyviä kuulovaurioita. Rockkonsertissa voi olla yli 110 desibelin melu, mikä aiheuttaa kuulovaurion jo yhdessä minuutissa. (Hamilo 2010, 17.)

Normaalisti jatkuvassa melussa korvan sisässä olevat aistinkarvat tuhoutuvat vain yksi kerrallaan, mutta äkillinen ja kova äänen paino voi tuhota aistinkarvoja massoittain. Toisin kuin ihmisen solut yleensä, aistinkarvat eivät uusiudu. Tästä johtuen kuulovammat jäävät pääsääntöisesti pysyviksi. Jopa sikiö voi saada kuulovaurion. Nuoruudessa saatu kuulovaurio voi ilmentyä vasta vuosien päästä. Samoin on sikiön kuulovaurion kanssa. (Hamilo 2010, 17.)

3.2 Meluntorjunta

Meluntorjunta tarkoittaa keinoja vähentää melua ja estää siitä syntyviä vahinkoja. Yksi yleinen keino on, että sisustamisella luodaan tila, joka imee ääniä. Seinille voidaan laittaa sisustuselementtejä, jotka imevät melua. Sisustuksessa vältetään paljaita ja kovia pintoja, mitkä heijastavat ääniaaltoja takaisin. Akustiikka tarvitsee ammattilaisen. (Rantanen 2010, 20 - 22.)

Teknologian myötä on tullut myös radikaali tapa. Se on tappaa melu melulla. Jos ääniaallon harvat ja tiiviit aallot menevät tarkasti päällekkäin, kumoavat ne toisensa. Vastamelu voidaan pitää eräänlaisena äänenvaimentimena. Ensimmäinen patentti, joka koskee vastamelua, on patentoitu jo vuonna 1931 romanialaisen tutkijan Henri Coandan toimesta. Saksalainen fyysikko Paul Leung haki patenttia hieman myöhemmin ja häntä on yleisesti pidetty vastaäänen isänä. (Rantanen 2010, 20 - 22.)

Digitaalisen tekniikan kehityksen myötä vastaääni on ruvennut saamaan käytännön sovelluksia. Ilmanvaihtokanavissa ääni voi kulkea vain kahteen suuntaan, joten se on helppo torjua vastamelulla, toisin kuin kolmiulotteisessa avaruudessa leviävää melua. (Rantanen 2010, 23.)

Vastamelutekniikka sovelletaan myös tuulivoimaloiden melussa. Voimalan aiheuttama melu, tarkasti ottaen rattaiden ja siipien aiheuttama melu mitataan tarkasti. Tämän jälkeen käytetään sähköisiä elementtejä ja synnytetään tarkalleen vastakkaisessa vaiheessa etenevää värähtelyä. Tämä värähtely tappaa melun. (Rantanen 2010, 23.)

4 AKTIIVINEN JÄÄHDYTYS JA PASSIIVINEN

JÄÄHDYTYS

Tässä tarkastelen tietokonetta melun ja sen torjunnan näkökulmasta. Jäähdytys vaikuttaa keskeisesti tietokoneen melutasoon. Aktiivinen jäähdytys tarkoittaa jäähdytystä, jossa on aktiivinen osa, joka on yleensä tuuletin. Passiivisessa jäähdytyksessä ei ole liikkuvia osia.

Mikä on passiivijäähdytetyn koneen määritelmä? Tarkasti se on tietokone, jossa kaikki jäähdytys toteutetaan ilman liikkuvia osia. Mikäli työasemassa on tuulettimia, se on aktiivisesti jäähdytetty. Mikäli ainoat tuulettimet ovat kotelossa ja virtalähteessä ja kaikki muu jäähdytetään passiivisesti, voidaan käyttää termiä pseudo-passiivisesti jäähdytetty työasema.

Aktiivinen jäähdytys on yleisin muoto ilmajäähdytteisessä työasemassa. Jo pienikin ilmavirta vaikuttaa lämpötiloihin huomattavasti. Koneessa jossa ei ollut kotelotuulettimia, sisälämpötila oli antureiden mukaan yli 45 celsiusastetta. Kun taakse lisättiin yksi 1 500 kierroksen 80 mm:n tuuletin, sisälämpötila tippui 33 asteeseen. Kun tuuletin poistettiin, sisälämpötila nousi taas yli 45 celsiusasteeseen.

Jos tietokoneessa ei ole liikkuvia osia, on kone käytännössä lähes äänetön. Osa harrastajista on pystynyt tekemään hiljaisia koneita hyödyntämällä integroitua emolevyjä, pienivirtaisia prosessoreita, joita on alikellotettu yhdistämällä passiivinen virtalähde tai Pico-virtalähde SSD-kiintolevyyn. Nämä koneet pystyvät parhaimmillaan toistamaan HD-tason videota ja tekemään normaalia työkäyttöä ilman kuultavaa ääntä.

Raskaaseen käyttöön, kuten grafiikan tekemiseen, tarvittavien näytönohjainten ja prosessorien tehontarve on suuri. Uusimpien näytönohjainten tehokkaimpien malleja ei voi jäähdyttää passiivisesti. Yli 300 wattia kuluttava näytönohjainta ei voi hiljentää tehokkaasti ja turvallisesti juuri muuten kuin nestejäähdytyksellä.

4.1 Passiivijäähdytyksen huonot puolet

Kuten SPCR:n päätoimittaja Mike Chin sanoo foorumillaan: ”Tuuletin on hyvä ja halpa vakuutus” (SilentPCReview 2008). Passiivijäähdytyksen suurin huono puoli on koko. Modernien suorittimien jäähdytys pelkästään vaati suuren tornimallisen jäähdyttimen, joka painaa 600 - 1100 grammaan ja jonka korkeus voi olla yli 15 senttimetriä. Hyöty, jonka passiivijäähdytys antaa, on kyseenalainen työkäytössä. Pyörimisnopeudeltaan hitaimmat tuulettimet ovat melutasoltaan normaalin ihmisen kuulokynnyksen alapuolella ja tuovat heti etua passiivijäähdytykseen, kuten jo aikaisemmin mainittu kotelotuulettimen vaikutus sisälämpötilaan.

Hitaankin tuulettimen käyttö tiputtaa lämpötiloja huomattavasti. Sisälämpötila saattaa nousta huomattavastikin, jos virtalähde vaihdetaan passiiviseen virtalähteeseen, kuten jo aikaisemmin testasin irrottamalla virtalähteen ja asentamalla sen kotelon ulkopuolelle. Mitä korkeampi lämpötila on, sitä lyhyemmäksi jää komponentin käyttöikä.

Passiivisen suorittimen jäähdytyksellä on rajallinen lämmönsiirtokyky. Koska suorittimessa ei ole tuuletinta, täytyy sen luottaa kotelon tuulettimiin, jotta lämmin ilma siirtyy pois kotelosta. Kuten Majander (2005, 51) sanookin, ”mitä tehokkaammasta laitteesta on kyse, sitä varmemmin tuuletus on välttämätöntä.”(Mikrobitti 2005.)

4.2 Passiivijäähdytyksen hyvät puolet

Ilman tuuletinta tai liikkuvia osia olevan passiivijäähdytyksen hyvä puoli on sen täysi äänettömyys. Joissain tilanteissa passiivijäähdytys on lukuisista haasteistaan huolimatta hyvä vaihto-ehto. Yksi tällainen on Digital Audio Workstation (DAW), jossa hiljaisuus on erittäin tärkeää. Nykyiset työasemat voidaan helposti muokata Digital Audio Workstationin käyttöön. Tällöin passiivijäähdytys on yksi tärkeä osa-alue melun minimoinnissa.

Kotikäyttäjälle passiivinen jäähdytys sopii hyvin esimerkiksi olohuoneen mediakeskukseen. Esityskäytössä oleviin koneisiin soveltuisi passiivijäähdytys.

Valitettavasti esimerkiksi dataprojektorin tuulettimen melun takia hiljaisesta tietokoneesta ei ole hyötyä. Työkäyttöön passiivijäähdytteiset tietokoneet eivät sovellu erikoistapauksia lukuun ottamatta.

5 SUORITTIMEN JÄÄHDYTYS

Suoritin on tietokoneen sydän. Se toimittaa kaikki laskutoimitukset. Siksi on tärkeää, että suoritin toimii vakaasti.

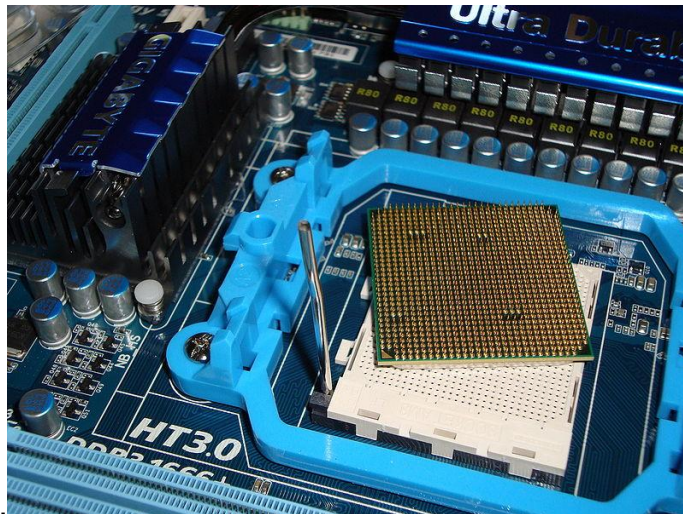
Liika kuumeneminen johtaa koneen epävakauteen. Tämä johtuu siitä, että sähkö on hiukkasten liikettä, mikä synnyttää lämpöä. Mitä enemmän suorittimen lämpötila kohoaa, sitä enemmän tulee lämpöliikettä. Mitä enemmän tulee lämpöliikettä, sitä suuremmalla todennäköisyydellä tämä vaikuttaa suorittimeen, koska hiukkaset törmäävät keskenään. Nykyisissä suorittimissa on yleensä ylikuumenemisen esto, mutta jos se ei toimi tai se pahimmassa tapauksessa puuttuu kokonaan, voi suoritin hajota täysin.

Suorittimeen kiinnitetty jäähdytysratkaisun tarkoitus on siirtää lämpö pois suorittimesta aina huoneilmaan. Tämä tapahtuu eri välivaiheiden kautta (Majander 2005, 51.)

Nykyaikainen suoritin, varsinkin moniytimiset suorittimet, käyttävät sähköä ja tuottavat huomattavasti lämpöä. Koska suoritin on eräs kaikkein keskeisimmistä komponenteista, sen jäähdytykseen on tärkeää kiinnittää hyvin huomiota. Valmiissa työasemissa jäähdytys on hoidettu niin, että prosessorin lämpökynnys ei ylitä missään vaiheessa. Valitettavasti jäähdytys hoidetaan korkeakerroksisilla tuulettimilla, jotka tuottavat huomattavasti melua. Jos halutaan hiljaisempi jäähdytys, jäähdytin on yleensä vaihdettava. Jos halutaan käyttää hitaampaa tuuletinta, se täytyy kompensoida kasvattamalla jäähdyttimen pinta-alaa ja tuulettimen pinta-alaa. Näin saadaan pienemmillä kierroksilla sama jäähdytysteho.

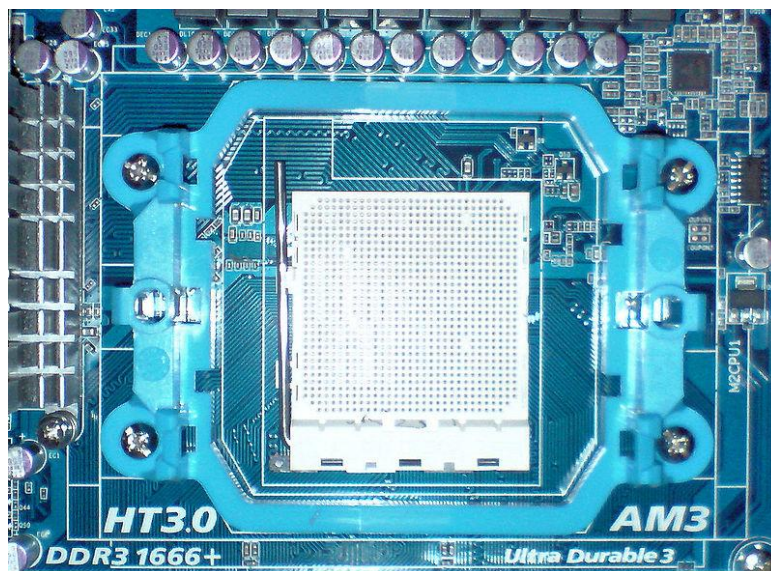
5.1 AMD

Toinen suurista perinteisten tietokone valmistajista on prosessorivalmistaja on AMD (Advanced Micro Devices NYSE: AMD). AMD:n suorittimien fyysinen rakenne perustuu pinneihin, jotka sijaitsevat prosessorin alapuolella. Näillä pinneillä suoritin liitetään emolevyssä olevaan kantaan. Kuvassa 2 on kuvattu AMD:n kontaktipinnat. Kuvassa 4 on kuvattuna AMD:n Boxed-jäähdytin kiinnitettynä emolevyyn.



Kuva 2. AM3-prosessorin kontaktipinnat. (WikiCommons 2010).

Nämä kultaiset pinnit menevät emolevyn suoritinkantaan. Ympärillä on neljä reikää ja näihin on kiinnitetty muovinen kiinnityskehikko. Kehikon voi irrottaa kolmansien osapuolten jäähdyttimien asennusta varten. Suorittimen kiinnitys reiät ovat suorakulmien muodossa. Tämä mahdollistaa jäähdytyksen asentamisen 180 asteen kulmissa. Kuvassa 3. on kuvattu perinteinen AMD:N 2M2+/3/+ suoritinkanta, kiinnityskehikkoineen (WikiCommons 2010) ja kuvassa 4. jäähdytin on kiinnitettynä kehikkoon.



Kuva 3. AMD:n suoritinkanta kehikkoineen. (WikiCommons 2010).

5.1.1 AMD:n Boxed-jäähdytin

AMD (Advanced Micro Devices) on toinen suuri prosessori valmistaja kuluttaja- ja työpöytä käytössä. AMD:n suorittimien fyysinen rakenne tällä hetkellä perustuu pinneihin, jotka sijaitsevat prosessorin alapuolella. Näillä pinneillä suoritin liitetään emolevyssä olevaan kantaan. Kuvassa 2. on kuvattu AMD:n kontakti pinnat. Kuvassa 4 on kuvattuna AMD:n boxed-jäähdytin kiinnitettynä emolevyyn.



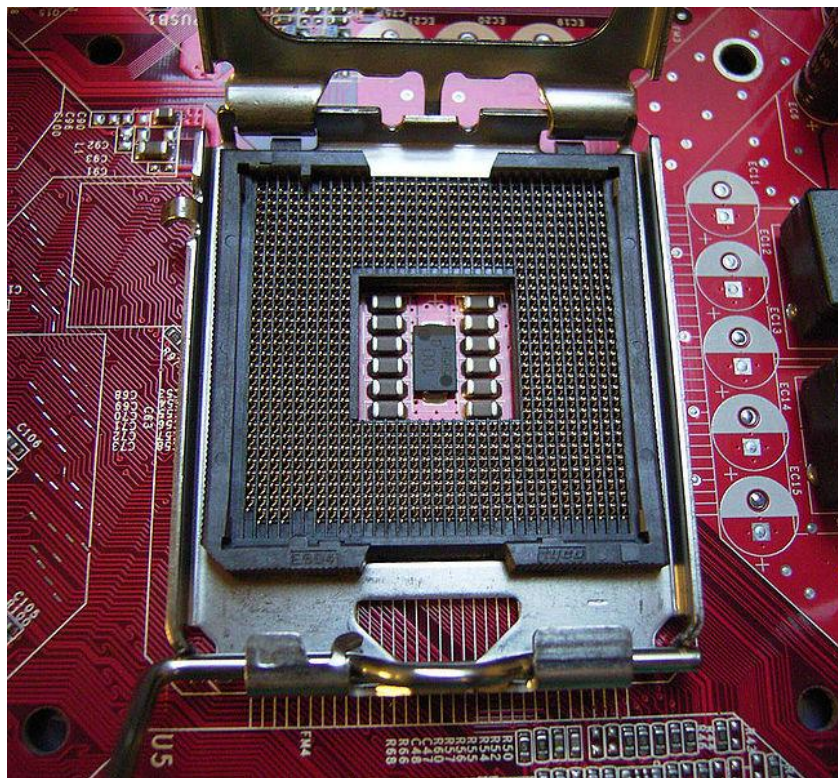
Kuva 4. AMD:n Boxed-jäähdytin kiinnitettynä kehikkoon. (WikiCommons 2010).

5.2 Intel Corporation

Intel on suurin prosessorivalmistaja kuluttaja- ja työpöytä-tietokonemarkkinoilla yli 80% osuudellaan (Reuters2010).

Intelin fyysinen rakenne perustuu Land Grid Arreyhin eli levymäisiin kontaktipintoihin prosessorin alapuolella ja vastakappaleisiin emolevyllä. Intelillä on kolme suoritinkantaa. Ne ovat LGA 775, LGA 1156 ja LGA 1322. Numerot perässä kertovat kontaktipintojen määrän. Sandy-Bridge E:n myötä Intel on tuomassa myös LGA 2011-kannan vuonna 2011 tai 2012. (Muropaketti 2010.)

Intelillä ei ole kiinnityskehikkoa, vaan pelkät reiät. Intelin reiät ovat neliön muodossa. Tämä mahdollistaa jäähdytyksen asentamisen 90 asteen kulmissa. Kuten kuvassa 5 näkyy.



Kuva 5. Intelin suoritinkanta. (WikiCommons 2010).

5.2.1 Intelin Boxed-jäähdytin

Intelin Boxed-jäähdytin toimii samalla periaatteella kuin AMD:n boxed-jäähdyttimen kanssa. Tämä jäähdytin on tarpeeksi halpa massatuotantoon, yksinkertainen ja tarpeeksi tehokas pitämään prosessorin lämpötilat suositusten sisällä. Ulkomuodoltaan jäähdytin eroaa täysin AMD:n vastaavasta jäähdyttimestä. Kuvassa 6 näkyvän jäähdyttimen ympärillä ovat muoviset kiinnityshakaset, joilla jäähdytin lukitaan emolevyn reikiin.



Kuva 6. Intelin Boxed-jäähdytin.

5.3 Kolmansien osapuolten jäähdytysratkaisut

Heatpipe-jäähdyttimet jaetaan kahteen pääkastiin, normaaleihin Torni-mallisiin, joissa jäähdytysrivasto on heatpipe-putkien varassa ja kohoaa kuin torni. Tuuletin puhaltaa kotelontuuletinta ja/tai virtalähdettä kohti. Toinen on Top-down-tuuletin, jossa lämpöputket ovat muotoiltu niin, että rivasto on vaakasuoraan ja tuuletin puhaltaa prosessoria ja emolevyä kohti. Tällaisten

jäähdyttimien paino vaihtelee 400 grammasta 1300 grammaan. Yleensä Kolmansienosapuolten jäähdyttimet ovat universaaleja, jolloin ne voidaan kiinnittää niin AMD:n kuin Intelinkin kantoihin. Usein tällaisen jäähdyttimen asennus vaatii emolevyn irrotuksen. (Rousu 2009, 61.)

Kuvassa 7 näkyy selvästi kolmannen osapuolen jäähdyttimen (vasemmalla) suuruus verrattuna normaaliin boxed-jäähdyttimeen (oikealla).



Kuva 7. Kokoero näkyy selvästi.

5.4 Lämpöputki

Lämpöputki (engl. Heatpipe) on sinetöity metalliputki, jossa on tyhjiö ja nestettä. Lämmitessä neste höyrystyy ja liikkuu putkea pitkin samalla se luovuttaa lämmön ja tiivistyy takaisin nesteeksi, jolloin neste liikkuu takaisin pohjaan sydämen tai rihmaston avulla. Tyhjiöputken sisällä takaa putken toiminnan asennossa kuin asennossa. Kuvassa 8. on poikkileikkaus lämpöputkesta, missä rakenne näkyy hyvin.

Lämpöputket ovat vanhakeksintö, jota on käytetty jääkaapeissa ja ilmanvaihdossa jo vuosikymmeniä. Tietokoneissa lämpöputkia alettiin käyttämään suorittimien jäähdyttimissä noin seitsemän vuotta sitten. Nykyään

lämpöputkia voi löytyä tietokoneen missä tahansa osasta, joka käyttää sähköä ja lämpenee. Yleisimmät paikat tietokoneissa lämpöputkille ovat

- suorittimen jäähdytinsiileissä
- emolevyssä jäähdyttämässä piirisarjoja ja/tai virransyötön elementtejä
- näytönohjaimissa lämpöputkia käytetään jäähdyttämässä grafiikkapiiriä.

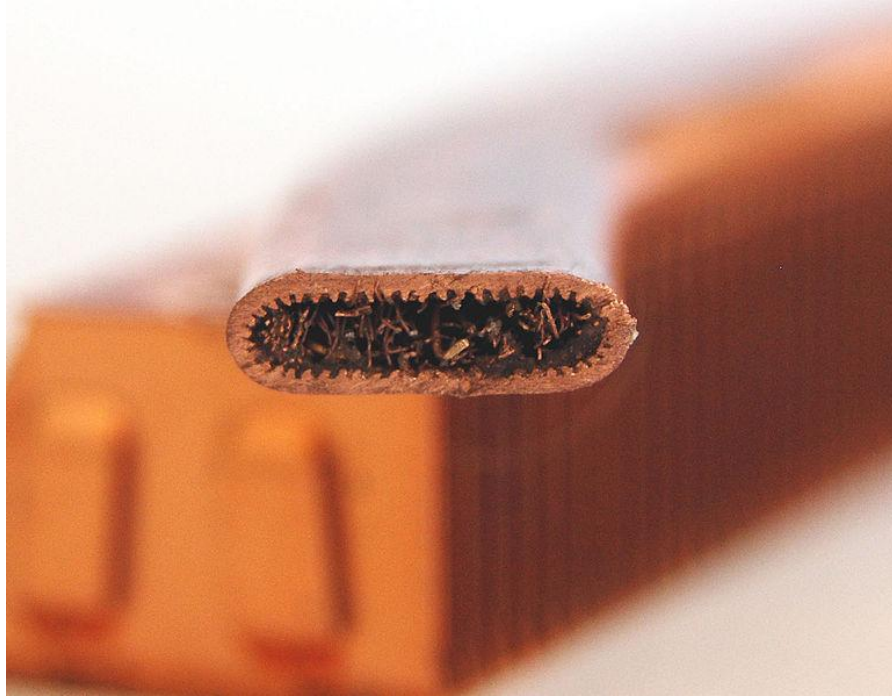
Lämpöputkia käytetään myös, vaikka harvemmin jäähdyttämään kovalevyjä tai virtalähteitä.

5.5 Lämpöputken toimintaperiaate

Lämpöputkessa on kolme perusosaa:

- 1) putki
- 2) neste
- 3) kapillaariputkisto

Nesteenä toimii yleensä joko asetooni tai etanoli, koska nämä nesteet toimivat samoissa lämpötiloissa joissa tietokoneen käyttäjäkin normaalisti toimii (Cheresources 2010).



Kuva 8. Lämpöputken poikkileikkaus (WikiCommons 2010).

Kaikki lämpöputket eivät ole pyöreitä. Lämpöputket voivat olla myös litteitä tai neliömäisiä. Putkia voidaan taivuttaa eri muotoihin. Yleisimmät materiaalit lämpöputkiin ovat alumiini ja kupari, aivan kuten jäähdytyslaitteissa.

Lämpöputkia ei käytetä vain suorittimien jäähdyttämiseen, vaan lämpöputkia on kaikissa tietokoneen osissa. Lämpöputket ryhdyttiin käyttämään ensimmäiseksi huipputehokkaiden prosessoreiden jäähdytykseen, kun niiden lämpötiloutta ei muuten saatu hallintaan.

6 MUIDEN KOMPONENTTIEN JÄÄHDYTYS

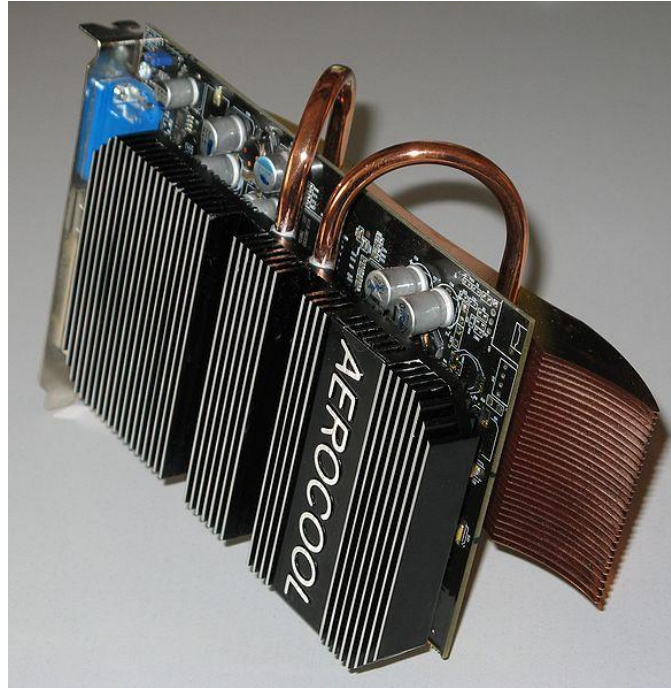
Muut komponentit tarvitsevat myös jäähdytystä. Peruseriaate on sama kuin suorittimen jäähdytyksessä. Seuraavassa on lueteltu muut tärkeät komponentit ja kerrottu niiden hiljaisesta jäähdytyksestä.

6.1 Näytönohjain

Nykyään näytönohjain on muutakin kuin väline kuvan tekemiseen ja grafiikan piirtämiseen. Nykyinen arkkitehtuuri on mahdollistanut ohjelmointirajapintojen luonnin näytönohjaimille. nVidiolla on CUDA ja ATI:lla Havok. Näihin rajapintoihin voidaan ohjelmoida ohjelmia ja valjastaa näytönohjainten raaka suorituskyky laskentaan. Esimerkkinä on Folding @ Home, missä etsitään parannusta syöpään valjastamalla kotikäyttäjien tietokoneet laskemaan valkuaisaineita.

Esimerkiksi nVidian Cuda ympäristössä ja kahdella tai kolmella näytönohjaimella saadaan enemmän laskentatehoa kuin millään nykyisellä prosessorilla. Parhaissakin kokoonpanoissa on 2x6 prosessoria ja vain parhaimmillaan 24 säiettä käytössä. Jo yhdessä nVidian näytönohjaimessa on 128 tai jopa 240 laskentayksikköä. Kolmella näytönohjaimella voidaan saada yhteen koneeseen jopa 720 laskentayksikköä, jotka vastaavat prosessoria rinnakkaislaskennassa.

Passiivisesti jäähdytetty näytönohjain vaatii enemmän tilaa kuin tuulettimella varustettu versio samasta näytönohjaimesta. Kuvassa 9 (WikiCommons 2010). näkyy passiivisesti jäähdytetty näytönohjain sen jäähdytys-elementit.



Kuva 9. Passiivisesti jäähdytetty näyttöohjain.

6.1.1 Näyttöohjain ja HPC-laskenta

High Performance Computing eli HPC-laskenta rinnakaslaskentaa. Supertietokoneet ovat HPC-laskentafarmeja. HPC-laskennalla voidaan tuottaa, eli renderöidä grafiikkaa. Toinen on suorittaa massiivisia laskutoimituksia, kuten laskea valkuaisaineita Folding @ home:ssa etsien parannusta syöpään, laskea säätä tai vaikka murtaa salasanoja.

AMD:n HD 5870 näyttöohjain maksaa noin 300€ Suomessa kirjoitushetkellä, ja sen laskentateho on 2,72 Teraflopsia eli triljoonaa float-laskutoimitusta sekunnissa. (Advanced Micro Devices 2009.)

Fastra II on 13 näyttöohjainytimen muodostava HPC-laskenta kone. Sen laskuteho on 12 Teraflopsia ja maksaa noin 6000€ rakentaa. (University of Antwerpen 2010.)

Ei ole ihmi, että tehokkaat näyttöohjaimet tarvitsevat jäähdytystä. Näyttöohjainten tehoa voidaan verrata supertietokoneisiin. IBM:n ASCI White

oli maailman nopein supertietokone 0.7226 Teraflopsin eli 7,226 Gigaflopsin laskentateholla vuonna 2000. (The History of Computing Project 2010.)

Jaguar on maailman nopein supertietokone tällä hetkellä. Sen laskentateho 2.33 Petaflopsia eli 2300 Teraflopsia. Jaguarissa on yli 255,000 tietokoneenydintä laskemassa ja sen hinta on yli 100 miljoonaa dollaria. (National Center for Computational Science 2010.)

Samalla, kun näytönohjainten teho ja jäähdytystarve ovat kasvaneet, ne ovat tulleet monikäyttöisiksi. Näytönohjaimet ovat suhteellisen halpoja, joten niitä voivat hankkia niin yritykset kuin yksityiset ihmisetkin. Näytönohjainten rinnakkaislaskenta teho on laitteiden hintaan nähden erinomainen. Näin niitä voidaan käyttää esimerkiksi tieteelliseen laskentaan.

6.2 Virtalähde

Virtalähde antaa virtaa koko tietokoneelle. Koska sähkö muuttuu osittain lämmöksi, tarvitsee virtalähde jäähdytystä. Tämä tehdään yleisesti tuulettimella. Koska tuuletin on virtalähteen sisällä, sen vaihto on melkein mahdotonta. Jos virtalähteen oma tuuletin ei ole tarpeeksi hiljainen, täytyy joko tuuletin vaihtaa, jolloin takuu raukeaa tai ostaa uusi virtalähde.

Virtalähteessä on kaksi melulähdettä. Kuuluvin on tuuletin. Toinen ei yleensä kuulu kuin hyvin hiljaisissa kokoonpanoissa. Se on sähköä aiheuttama ininä.

Eräisiin virtalähteisiin on myös laitettu ominaisuus, jonka avulla virtalähde voi säätää tuulettimia. Yleensä tällaisissa virtalähteissä on kotelotuulettimille omat johdot, jotka yleensä merkataan "Fan Only"-tekstillä. Pulse Width Modulation eli PWM-tuulettimien myötä, tällaiset ratkaisut ovat kuitenkin harventuneet huomattavasti. PWM-tuulettimistä myöhemmin lisää.

Virtalähteen hyötysuhde vaikuttaa oleellisesti sen lämmöntuotantoon ja sitä kautta jäähdytystarpeeseen. Mitä parempi hyötysuhde on, sitä vähemmän energiaa kuluu hukkaan ja muuttuu lämmöksi. Teoriassa hyvän hyötysuhteen virtalähteen pitäisi olla hiljaisempi kuin huonon hyötysuhteen virtalähteen.

Tuotteen tekninen rakenne määrää lopulta sen, vaikuttaako hyötysuhde laitteen melutasoon.

Nykyisten tehokkaiden näytönohjainten, jota voidaan käyttää rinnakkaislaskennassa ja yleisessä hyötykäytössä omien ohjelmointirajapintojensa kautta, myös virtalähteiden virranantokyky on tärkeä. Jos käytössä on kaksi tehokasta näytönohjainta, kuten nVidian GTX 480:aa, on pelkästään näytönohjainten virrantarve yli 300 megawattia.

Nykyään on myös passiivijäähdytteisiä virtalähteitä. Tällainen virtalähde onkin erinomainen hiljaiseen työasemaan. Rajoituksina kuitenkin ovat alle 500Watin tehot ja kallis hankintahinta. Koska virtalähde ei enää auta kotelon tuuletuksessa, on myös kotelon ilmankierrosta huolehdittava. Passiivinen virtalähde voi nostaa kotelon sisälämpötiloja useilla asteilla. Kun siirsin virtalähteen kotelon ulkopuolelle ja sinetöin virtalähteen paikan, sisälämpötila nousi keskimäärin 9 astetta Celsiusta tietokoneen sisäisten anturien mukaan.

6.3 Kovalevyt

Kovalevyt ovat jo vuosikymmeniä toimineet samalla toimintaperiaatteella. Nykyiset Solid State Drive:t eliminoivat melun kovalevyistä, mutta SSD:n kehitys on vasta alussa.

Perinteisissä kovalevyissä pyörivästä kiekosta ja liikkuvasta lukupäästä aiheutuva värinä resonoi levyn koteloon. Tätä värinää voidaan vaimentaa eristämällä kiintolevy kotelosta.

Kovalevy käyttää sähkö pyörittääkseen levyjä ja liikuttaakseen lukupäätä. Perinteiset kiintolevyt käyttävät alle 5 watin josta jopa yli 20 wattiin energiaa. Tosin yli 20 watin kulutus tulee käynnistyksen yhteydessä. Kiintolevyn elin-ikä on noin 50 000 käynnistystä. (Rousu 2010,39.)

Kovalevyjen sähkönkulutusta voidaan ohjalla erilaisilla virransäästöavoilla. Perinteinen tapa on ollut ajastaa käyttöjärjestelmässä aika, jonka jälkeen

kovalevy sammuttaa itsensä jos sitä ei käytetä. Tämä vähentää turhaa melua. (Rousu 2010, 39.)

Yleisesti mitä nopeampi kovalevy on, sitä suurempi on sen tuottama melu. Pekka Rousun mukaan, kovalevyjen melun määrä on suoraan verrannollinen kovalevyn nopeuteen. Nopeasti pyörivät levyt myös aiheuttavat Rousun mukaan kohisevaa ääntä joka siirtyy resonointina koteloon. Oman kokemuksen mukaan jopa normaalit kovalevyt saattavat aiheuttavat häiritsevää resonointia.

Kovalevyn suurin meluntuottaja on lukupää. Lukupään liikkuessa, siitä aiheutuu epäsäännöllistä ja rutisevaa ääntä, mikä kantautuu helposti tasaisen äänen yli. Nykyaikaisissa kovalevyissä on automaattinen äänensäätö, jota voidaan ohjelmallisesti hallinnoida. Yksi sellainen ohjelma on HDDscan (Rousu 2010, 40.)

Kovalevyille on markkinoilla myös erilaisia vaimennuslaatikoita, kuten QuietBox tai Scythe QuietDrive.

Kyseiset vaimennuslaatikot vaimentavat tehokkaasti melun. Koska kiintolevyt suljetaan laatikkoon, niiden käyntilämpötila myös nousee. Siksi on tärkeää testata, etteivät kiintolevyjen lämpötila nouse liian korkealle. Tämä aiheuttaa tiedon korrumpointia lyhentää kiintolevyn elinikää. Vaimennuslaatikot eivät kuitenkaan pysty hyvin vaimentamaan resonointia. Yleinen tapa estää vaimennuslaatikoita resonoimasta, on olla kiinnittämättä niitä ruuveilla ja laskea ne vaahtomuovin päälle. Luonnollisesti jos vaimennuslaatikot ovat irrallisia, niin koneen liikuttaminen saattaa vahingoittaa kiintolevyä.

Kovalevyn resonointia tullaan käsittelemään myöhemmässä osiossa tätä työtä.

Solid State Drive on uuden sukupolven kiintolevy, jossa ei ole liikkuvia osia. SSD_levyissä käytetään samantyyppisiä muistipiirejä kuin USB-muisteissa. Koska SSD:ssä ei ole liikkuvia osia, vie se vain murto-osan normaalin kovalevyn energia tarpeesta. Se on luotettavampi kuin perinteinen kiintolevy, koska se ei kulu eikä rikkoudu mekaanisesti. Koska SSD:ssä ei ole liikkuvia osia, on se äänetön.

Lukupään ja magneettikiekkojen puuttuminen vaikuttaa myös kokoon. SSD:t voivat olla jopa postimerkin kokoisia tai siitä isompia. Näin poistuvat rajoitukset, joita normaalien kiintolevyjen suhteellisen suuri koko on aiheuttanut. SSD:n kanssa vastaavia ongelmia ei ole.

6.4 Optinen asema

Optinen asema aiheuttaa melua, kun se lukee levyä tai kirjoittaa levyä. Optisen työaseman hiljentäminen on hyvin vaikeaa. Se on vaikeaa, koska äänen aiheuttaa levyn pyörintä aseman sisällä ja siihen ei yleisesti ole tehokkaita vaimennuskeinoja. Jotkut mallit voidaan hiljentää valmistajan omilla työkaluilla rajoittamalla lukunopeutta. Kaikkia ei voida hiljentää näin. Levyn kirjoituksen melua voidaan rajoittaa kirjoittamalla levy hitaammalla nopeudella.

Työasemat eivät kuitenkaan käytä jatkuvasti optisia asemia, joten niiden aiheuttama melu on satunnaista verrattuna muihin työaseman komponentteihin.

Työasemakäytössä ei optiselle asemalle ole paljoa käyttöä. Varmennukset tehdään toiselle kovalevyosiolle, nauhanvarmistusasemilla tai ulkoisille kovalevyille.

Jos on työssä missä optista asemaa tarvitaan useasti, mutta sitä ei voida säätää, voidaan miettiä ulkoisen optisen aseman hankkimista ja sen sijoittamista paikkaan, missä sen tuottama ääni ei ole häiriöksi.

7 KOTELO JA KOTELOTUULETTIMET

Tietokoneen kotelo on yksi tärkeä komponentti äänenvaimennuksessa. Kotelo määrittää kotelotuulettimien määrän ja kotelon avoimuuden. Avoin kotelo, kuten kotelo jossa etupaneeli on tehty verkosta, päästävät ääntä enemmän kuin suljetut kotelot. Ääni on ilmanpaineen vaihtelua. Tästä johtuen epäsuorat reitit hiljentävät ääntä. Jos äänilähteen eteen laittaa jotain, vaimenee kuultu ääni.

Kotelon paino vaikuttaa resonointiin. Raskas kotelo pystyy painonsa ansiosta vaimentamaan resonointia. Kevyet kotelot ovat kevytensä ansioita alttiimpia resonoinnille. Raskas ilma on kevyempää kuin kylmä ilma. Massa ei muutu, mutta molekyyli tiheys on lämpimässä ilmassa pienempi kuin viileässä. (Ezinearticles 2008.)

Varsinaiseen työasemakäyttöön ovat keskisuuret tornikotelot parhaimpia. Niissä on hyvä laajennettavuus, hyvä ilmankierto, niihin mahtuvat useimmat komponentit ja jäähdytysratkaisut. Suuret tornikotelot soveltuvat pienten palvelinten tai erityiskäyttöön, kuten jos rakennetaan rinnakkaislaskentafarmi, joka perustuu nykyisten näytönohjainten laskentayksiköiden käyttöön rinnakkaislaskennassa, kuten Folding@home:ssa. Rinnakkaislaskennassa käytettävät järeät näytönohjaimet voivat olla yli 30 senttimetriä pitkiä.

Yksi tärkeimmistä asioista koteloiden hallinnassa on johtojen hallinta. Vasta viime vuosien aikana koteloiden tekijät ovat alkaneet toteuttaa erilaisia tapoja kiinnittää tietokoneiden sisäisiä johtoja tai varustaa kotelot jopa johtolukoilla tai johtokanavilla. Siististi saadut johdot eivät vain vähennä turbulenssia eli ilmavirtojen pyörteisyyttä, ja hiljennä konetta, vaan myös parantavat jäähdytystä. (Rousu 2010, 61)

Kotelossa täytyy kiinnittää huomiota myös rakenteelliseen jämähyyteen. Ohuesta metallista rakennettu kotelo on alttiimpi värinöille ja resonanssin aiheuttamalle melulle. Antec P180 oli ensimmäisiä hiljaiseksi suunniteltuja

koteloita. Siinä oli kolmikerroksinen rakenne katossa ja kyljissä: Teräs, muovi ja alumiini. Kyljistä tuli paksut ja raskaat. Kolmen eri materiaalin käytössä on sekin etu, että kolmella eri materiaalilla on eri tiheys, niin ne johtavat ääniä ja resonanssia eritavalla ja kolmen materiaalin kerros vaimentaa ääniä tehokkaammin kuin yhdestä materiaalista tehty kotelo. Siitä asti myös muut valmistajat ovat valmistaneet kerroskoteloita. Jo ennen tätä harrastajat ovat vuoranneet kotelonsa bitumilla ja äänieritysmateriaalilla.

Koteloissa on kehittynyt viime vuosina suuntaus, johon kuuluvat johtoankkurit tai kiinnikkeet, jotta johdot saadaan siististi. Jossain koteloissa johdot voidaan viedä emolevyn takakautta. kuten kuvassa 10 on näytetty.

Kun johdot ovat siististi kiinnitetty, ilman pyörteistä aiheutuvat äänet vaimentuvat. (Rousu 2005, 52.)

7.1 Kotelotuulettimet

Nykyaikaisessa tietokoneessa on paljon tehokkaita komponentteja, jotka vievät sähköä. Tämä sähkö muuttuu osittain lämmöksi kotelon sisällä. Näin ollen kotelotuulettimien tehtävä on tärkeä. Ne poistavat koteloon kerääntyneen lämpimän ilman. (Majander 2005, 51.)

Kotelotuulettimet ovat ilmajäähdytteisen työaseman tärkein jäähdytykseen liittyvä osa. Kotelotuulettimia kutsutaan myös laitetuulettimiksi ja ne ovat käytännössä katsoen samoja tuulettimia kuin suorittimen jäähdytykseen käytettävät tuulettimet.

Tuulettimissa käytettyyn materiaaliin on syytä kiinnittää huomiota. Paksusta muovista tehty tuuletin antaa vain paksun ja tylsän thud-äänen kun sitä napauttaa. Ohuemmasta ja yleensä läpinäkyvästä muovista tehty tuuletin antaa ding-äänen ja napautus tuntuu terävämpänä tuulettimen rungossa. Yleensä läpinäkyvästä muovista tehdyt tuulettimet ovat alltiita värinälle, jotka siirtyvät resonointina, eli värinä koteloon, joka vahvistaa ääntä, kuten kitaran kaikukoppa.

Eräs tehokkaimmista keinoista vähentää resonointia, on kiinnittää tuulettimet kumi- tai silikoninastoin koteloon. Toisin kuin ruuvikiinnitys, tämä eristää tuulettimen rungon kotelosta ja estää tehokkaasti värinöiden siirtymistä koteloon. (Majander 2005, 51.)

7.1.1 Tuulettimen anatomia

Tuulettimen anatomialla tarkoitetaan tuulettimen rakennetta ja sen rakenteellisten ominaisuuksien vaikutusta meluun. Suurin meluun vaikuttava tekijä on kierrosnopeus mutta siitä myöhemmin lisää. Meluun vaikuttavia tekijöitä rakenteessa ovat:

- lapojen muotoilu ja kaarevuus.
- keskiön koko.
- laakerit.
- materiaali ja paino.
- tuulettimen tukipilareiden muoto ja paksuus.

7.1.2 Laakerit

Laakerit ovat eräs tärkeimmistä komponenteista tuulettimessa. Laakerien kestävyys määrittää tuulettimen käyttöiän. Käyttöikä riippuu laakerien tyypistä. Voidaan laskea että laakereita on kahta tyyppiä: kuula – ja liukulaakerit. Lisäksi on erikoislaakereita, mitkä ovat lähinnä korkeateknologian versioita peruslaakereista.

Kuulalaakereilla olevan tuulettimen käyttöikä on noin 50,000 tuntia ja kaksoiskuulalaakereilla varustetun noin 100 000 tuntia. Liukulaakerilla käyttöikä on noin 30 000 tuntia. (Scythe.com 2010.)

Laakerit vaikuttavat suoraan laakerimeluun. Hiljaisilla tuulettimilla yleensä laakerit aiheuttavat enemmän melua kuin ilman siirtyminen. Ainakin laakerien aiheuttama melu on helpommin havaittavaa, koska laakerien viottuessa tuulettimesta alkaa kuulua rahisevaa ja epätasaista ääntä. Liukulaakerit ovat hiljaisempia kuin kuulalaakerit. SilentPCReview:n foorumeilla on puhuttu ja väitelty kannattaako liukulaakereita ei kannata käyttää vaakasuoraan, koska se vähentää niiden käyttöikä, kun laakerin öljyt valuvat pois kontaktipinnoista. Kuulalaakerit ovat parempia vaakasuorassa käytössä. Omassa käytössäni en ole huomannut ongelmia. Minulla on ollut liukulaakeri tuuletin jo 18 kuukautta vaakasuorassa.

7.1.3 Tuulettimien kierrosnopeuden säätö: jännite ja PWM

Tietokoneen tuulettimet ovat yleisimmin kuluttajamarkkinoilla 12 voltin käyttöjännitteellä toimivia tuulettimia. Tuulettimen kierrosnopeutta voidaan vähentää alentamalla tuulettimeen syötettyä jännitettä. Koska pääosa tuulettimen äänestä syntyy, kun moottori pyörittää lapoja ja lavat siirtävät ilmaa, mitä vähemmän tuuletin pyörii, sitä hiljaisempi se on, mutta samalla ilmansiirto kyky heikkenee.

Mitä pienikierroksisempi tuuletin on, sitä suurempi on aloitusjännite. Tästä en tiedä mksi näin on. Olen testannut 12 alle 1000 kierroksen tuuletinta ja kaikissa on suhteellisesti korkeampi aloitus jännite. SPCR:n foorumeissa arvellaan, että kysessä olisi valmistajien toteuttama ominaisuus, minkä tarkoituksena on varmistaa tietty minimi ilmamäärän siirto tai kyseessä on käytettyjen moottorien ominaisuus. Mitä suurempi kierrosnopeus, sen alhaisempi on aloitus jännite. Esimerkiksi Scythe S-Flex 1600 rpm tuulettimen aloitusjännite oli 4.0v SPCR:n testauksessa, kun taas Scythe Slipstream 500 rpm:n oli 7,3v. Jos tuuletinta yrittää käynnistää alemmalla aloitusjännitteellään, mikä tuulettimen minimi on, ei tuuletin lähde pyörimään.

(SPCR 2010.)

Viimeisen parin vuoden aikana ovat niin kutsut PWM, eli Pulse Width Modulaation-tuulettimet yleistyneet. Näitä käytetään erityisesti prosessorien jäähtymisessä. PWM:n etu verrattuna normaaliin jännitteen laskemiseen on se, että PWM:llä saadaan suurempi kierrosvaihtelu ja alhaisempi aloitusjännite. PWM-tuuletin eroa normaalista 3-pinnisestä tuulettimesta, siten, että siinä on neljäs johto, joka säätelee tuulettimen kierroksia. PWM-tuuletinta voidaan käyttää myös 3-pinnisen tuulettimen liittimessä ja päinvastoin.

PWM:n yksi suurimmista eduista on, että se on automaattinen. Toisin kuin manuaalisesti säädetyt tuulettimet, PWM tuulettimet lisäävät kierroksia ja jäähtymistehoa rasituksen mukaan. Kun rasitusta ei ole, tai se on vähäistä, tuulettimen kierrokset pienenevät.

Tuulettimien keskiössä sijaitsevat tuulettimen moottori ja laakerit. Mitä suurempi keskiö on, sitä pienempi ala jää lavoille. Tätä voidaan kompensoida lisäämällä lapojen määrää tai muuttamalla lapojen kulmaa, jotta jokainen lapa siirtäisi enemmän ilmaa. Kuvassa 10 on kolme erikokoista tuulettimen keskiötä. Ilmansiirokyvyn perusteella pienikeskiöisin Scythe SlipStream kaikkein vasemmalla siirtää eniten ilmaa SPCR:n vertailussa. Keskellä oleva Scythe Gentle Typhoon vähiten ja oikealla oleva Nexus Real Silent siltä väliltä



Kuva 10. Tuulettimen keskiöitä on monen kokoisia.

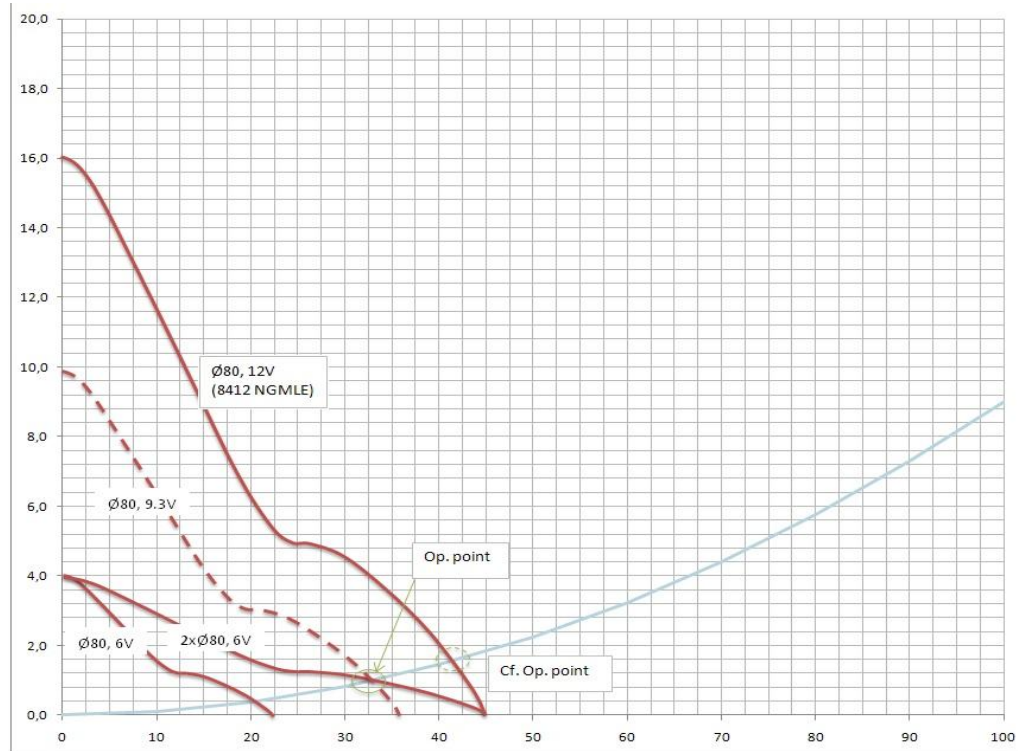
7.1.4 Tuulettimien määrä

Tuulettimien määrän lisääntyessä kasvaa luonnollisesti myös äänilähteiden määrä. Kuitenkin on mahdollista saada useammalla tuulettimella parempi ilmansiirtokyky kuin yhdellä tuulettimella. Ajettaessa yhtä tuuletinta 1000 kierroksella se siirtää X -määrän ilmaa. Jos taas ajetaan kahta samanlaista tuuletinta, siirtää se $X*2$ määrää ilmaa. Mutta jos tuulettimet laitetaan pyörimään 500 kierrosta minuutissa, vastaa se yhtä 1000 kierroksen tuuletinta.

Nimimerkki Datapappa on tehnyt kaavioita testeistään ja antoi ne vapaaseen jakeluun SilentPCReview:n foorumeilla. Hänen kokeensa vastaavat niitä tuloksia joita olen saanut itse kokeilemalla tuulettimien määrän ja nopeuden korrelointi testeissä.

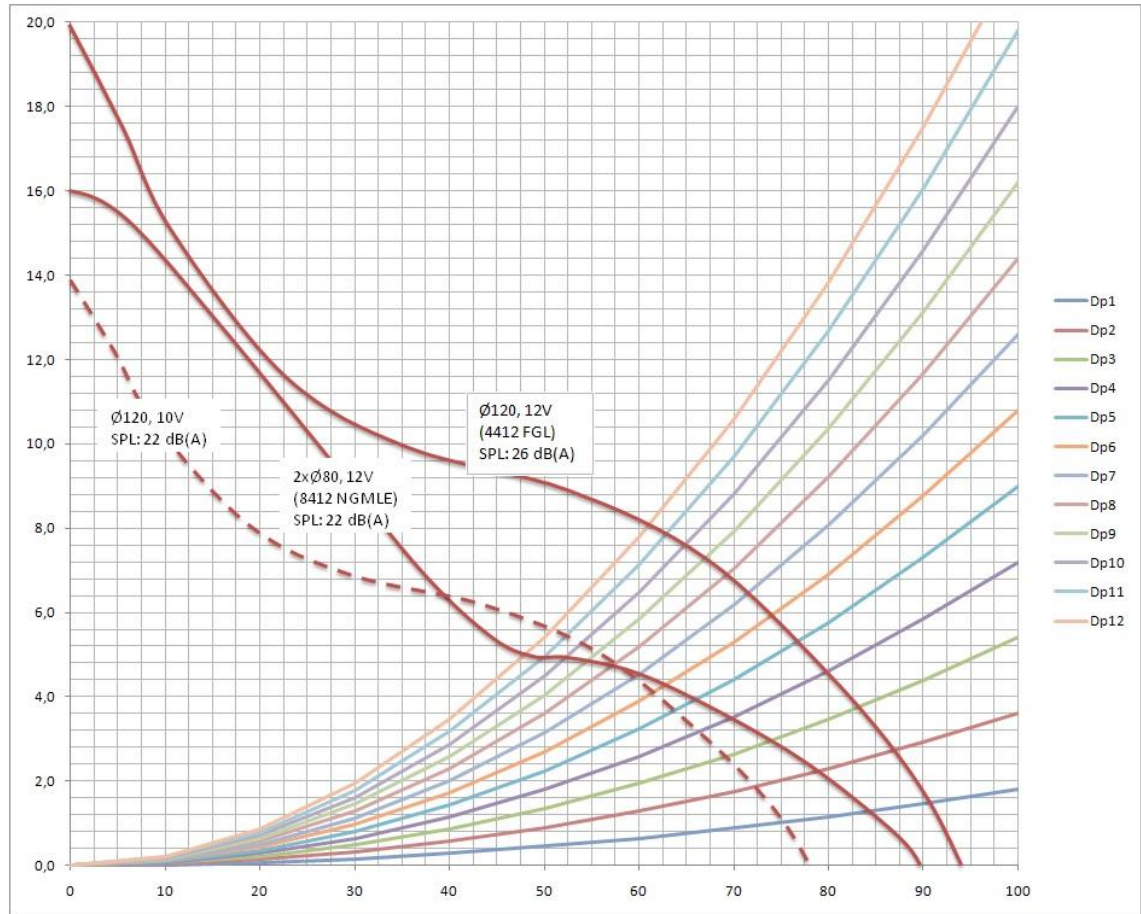
Mitä enemmän lisätään tuulettimia, sen enemmän kuitenkin koneeseen tulee melunlähteitä. Jokaisessa tuulettimessa on oma moottori ja jokainen moottori tuo melua. Siksi täytyy verrata siirretyn ilman määrää ja siitä syntyneen melun suhdetta. Koska siirretyn ilman määrää on vaikea mitata, on mittauksissa käytetty valmistajan ilmoittamia määriä. Näin ollen tulokset ovat teoreettisia.

Kuvan 11 (Datapappa SPCR forums) käyrässä ilman määrä on pysty suunnassa ja vaakasuunnassa on paine. Risteyskohdassa ilmanvastus ja siirtokyky ovat sama. Kuvaa käytetään Datapappa:n luvalla SPCR:n foorumeilla



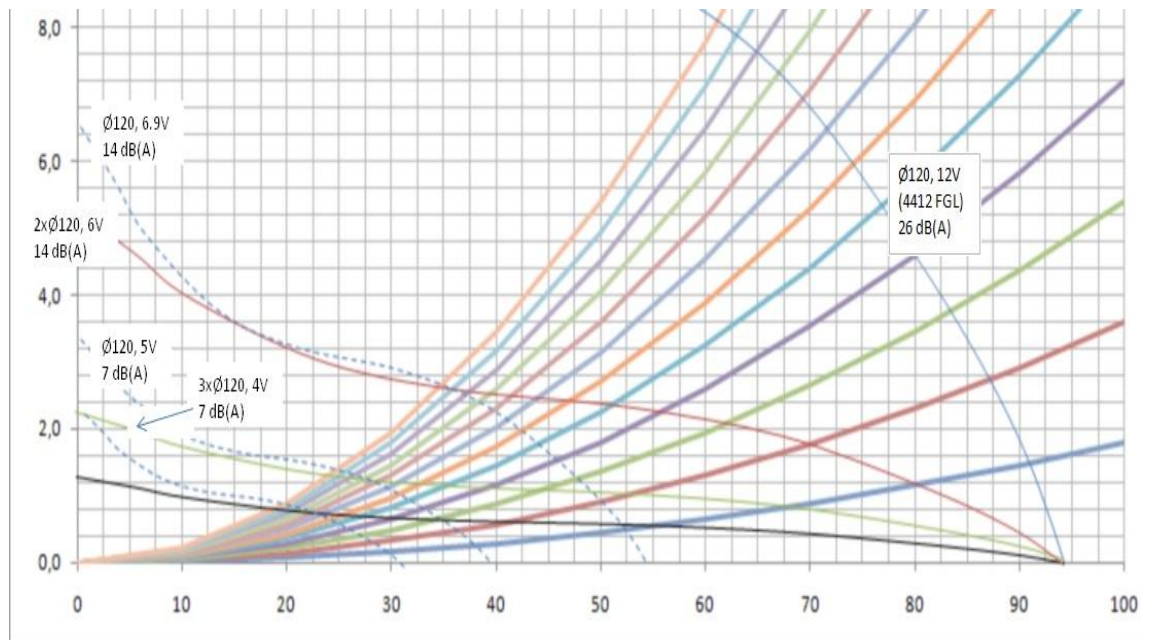
Kuva 11. Ilmanpaineen ja määrän optimipiste.

Kuvassa 12 on käyrä (Datapappa SPCR forums), miten kaksi pienempää tuuletinta pärjää yhtä suurempaa vastaan. Kahdella pienemmällä tuulettimella saadaan enemmän painetta kun yhdellä suurella mitä suurempaa ilmanvastus on.



Kuva 12. Miten kaksi pienempää tuuletinta toimii yhtä suurempaa vastaan.

Paine on myös otettava huomioon. Mitä enemmän vastusta on, sitä enemmän tuuletin hidastuu. Kahdella tuulettimella ongelmaa ei ole samaa luokkaa kuin yhdellä tuulettimella. Jos kotelossa on 1-3 pascalin painealue, kaksi hitaammin pyörivää tuuletinta tuo enemmän ilmaa kuin yksi tuuletin samalla melutasolla. Kuten kuvassa 13 näkyy (Datapappa SPCR forums).



Kuva 13. Useiden tuulettimien vaikutus ilman siirtoon ja ilmanpaineeseen samalla melutasolla.

7.2 Harmoninen väri, eli resonanssi

Resonointi syntyy pääasiassa, kun liikkuva komponentti värisee tai liikkuu hieman koteloa vasten ja näin sen aiheuttama liike siirtyy koteloon. Kotelo on ontto sisältä, joten resonoinnin ääni voimistuu sen siirtyessä koteloon. Se miten paljon resonointi vaikuttaa koteloon, on suoraan verrannollinen kotelon painoon. Kevyemmät kotelot reagoivat voimakkaammin, kun taas painavimmat vähemmän. Kaikkein painavimmat kotelot kuolettavat resonoinnin lähes täysin.

Resonointia voidaan vähentää vuoraamalla kotelo autoliikkeistä saatavalla bitumimatolla, joka tuo massaa koteloon. Vuorauksen toisena vaihtoehtona ovat kotelolle erityisesti tehdyt vaimennusmattosarjat. (Majander 2005, 61)

Kuten jo kotelotuulettimia käsittelevässä osiossa kerroin, yksi tehokkaimmista tavoista estää resonointia, on eristää kotelotuulettimet kotelosta vaimennuselementein.

7.2.1 Kiintolevyt ja resonanssi

Kovalevyt ovat ongelmallinen kohde resonoinnin kannalta. Koneen täytyy kuitenkin olla todella hiljainen, ennen kuin kovalevyjen ääni alkaa kantautua yli muiden äänien. Kovalevyjen resonointia voi monilla keinoilla estää. Monet ovat kuitenkin kotikeinoja, ja tehokkaita kaupallisia keinoja on vain muutama. SilentPCreview:n artikkelissa NoVibes III:sta kaltaisella (SilentPCReview (2010), joka kiinnittää kovalevyn optisen aseman laajennuspaikkaan kumitiivisteiden avulla Tällä tavalla kovalevy ei ole sellaisessa kontaktissa kotelon kanssa, joka mahdollistaisi värinöiden siirtymisen koteloon.

Tämä voidaan tehdä NoVibes III:n kaltaisilla lisävalineillä tai koteloon integroiduilla järjestelmillä kuten Antec Solo:ssa on. Kotelossa integroitu systeemi on helppokäyttöinen. Kuvassa 16. on kovalevy mikä on eristetty kotelosta kumikiinnikkein. (Silent PC Review 2010)



Kuva 14 Eristetty kovalevy.

Muita keinoja ovat olleet benji-köyden, pyörän sisärenkaan ja muiden joustavien materiaalien käyttö. SPCR:n foorumissa on paljon erilaisia kotikonsteja kovalevyjen vaimentamiseen. SPCR ja Mike Chin ovat testanneet erilaisia kotitekoisia laatikoita ja pehmeää vaahtoa hyvin tuloksin. Varsinkin vaahto on osoittautunut hyväksi, kun laatikoissa kovalevyn lämpö kerääntyy, nostaen kovalevyn lämpötilaa, joskus jopa huomattavasti, joten tuulettimen käyttö on suositeltavaan. Parhaissa tapauksissa panaflo:n tuuletin 6v:n jännitteellä tiputti kovalevyn lämpötilaa noin 10–11 astetta Celsiusta. (SilentPCreview 2010.)

Olen käyttänyt yksinkertaista ja toimivaa ratkaisua kiintolevyn eristämiseksi kotelosta. Laitoin kiintolevyn lepäämään palalle vaahtomuovia tuulettimen eteen. Näin kiintolevyn resonointi ei siirtynyt koteloon ja kotelo tuuletin piti kiintolevyn viileänä. Koska kiintolevy ei ole kiinnitetty, voi irrallinen kovalevy koteloä siirrettäessä vahingoittaa komponentteja.

Kun kiintolevyjen resonanssi aiheuttaa häiritsevää melua, on kone usein hyvin hiljainen. Kiintolevyn melun vaimentaminen ei ole silloin yksinkertaista. Jos otamme 80% 20% ja 20% 80% esimerkin: 80% melusta saa pois 20% työpanoksella. Lopun 20%:iin poistamiseen tarvitaan 80% työpanosta. Kovalevyjen resonoinnin poisto kuuluu jälkimmäiseen. Tarvitaan paljon työtä ja vaivaa suhteessa saatuun tulokseen.

8 HYÖDYNTÄMINEN UUDENKAUPUNGIN TOIMIPISTEESSÄ

Hyödyntämisen ensimmäinen osa oli kartoittaa hieman työympäristön taustamelua. Mahdolliset kohteet ovat tietokoneluokat, luokat missä on tietokoneita ja opettajien työasemat.

Tietokonealuokka A213 on ilmastointi. Kyseinen ilmastointi pitää jatkuvaa taustamelua. Toinen melua aiheuttava on luokan kytkin. Nykyiset tietokoneet ovat käytössä äänettämiä, johtuen ilmastoinnin aiheuttamasta taustamelusta. A213 ei hyödy hiljaisista työasemista.

Tietokonealuokka B121. Luokasta puuttuu ilmastointi ja on hiljaisempi kuin A213. Meluisa kytkin tuo melua. Nykyiset koneet ovat käytännöllisesti katsoen hiljaisempia kuin luokan taustamelu.

Opetusluokkien esityskoneet ovat hiljaisissa luokissa. Opetustilanteessa melua kuitenkin syntyy kohtalaisesti. Ilmastointi tuo vaimean taustamelun. Opetuksen aikana ei ole väliä kuinka meluisa esityskone on. Tuskin kukaan tekee töitä tyhjässä luokassa tietokoneella.

Kirjasto. Kirjaston tietokoneet ovat hiljaisessa ympäristössä. Nykyiset tietokoneet ovat hiljaisia. Ympäristön taustamelu on kuitenkin matala, joten tulevaisuudessa hiljaisten työasemien käyttöä voidaan miettiä. Monet pakettikoneet ovat tarpeeksi hiljaisia peruskäytössä. Tulevaisuudessa hankittavat koneet voivat olla äänekkäämpiä kuin nykyiset. Monet kuitenkin tekevät töitä kirjastossa ja tämän takia olisi suotavaa, että kirjaston työasemat ovat mahdollisimman hiljaisia.

Opettajien työhuoneet ovat pieniä huoneita. Tästä johtuu että kaikki ylimääräinen melu kuuluu helposti ja saattaa häiritä toista osapuolta. Monet opettajat jakavat työhuoneensa jonkun kanssa. Ilmastointi tuo oman vaimean

taustamelunsa työhuoneisiin, mutta ne ovat pääosin tarpeeksi hiljaisia hyötyäkseen hiljaisista työasemista nyt ja tulevaisuudessa. Työhuoneet ovat tarpeeksi hiljaisia että henkilö voi kuulla näyttöjen tai kytkinten sähköistä ininää.

Koska työhuoneissa tehdään paljon työtä ja pääosa työstä tehdään tietokoneilla. Hiljaiset työasemat ovat ehdottomasti hyödyllisiä tässä ympäristössä ja työntekijät hyötyvät myös niistä.

Auditorioon tai yleensä luokkiin voisivat hyötyä suurestikin sisustuselementteinä toimivista vaimennuspaloista, mitä käytetään kunnallisissa kirjastoissa ja muissa yleisissä tiloissa imeämään häiritsevää ääntä. Oikein sijoitettuna kyseiset vaimennuselementit näyttävät paitsi hyvältä, myös vaimentavat taustamelua ja imevät tehokkaasti kaiut. (Rantanen 2010, 22 – 23).

9 TULOKSIA

Uudenkaupungin toimipisteessä digitaalisen työaseman hiljennystä voidaan lähinnä käyttää opettajien työasemissa, jos halutaan saada suurin hyöty, kun lasketaan ympäristön taustamelu opetusluokissa.

Uudenkaupungin toimipisteessä hiljaisten digitaalisten työasemien hyödyntäminen on rajoitettua. Tietokoneluokissa olevat muut äänilähteet, kuten ihmiset, kytkimet ja ilmastointi luovat taustamelun. Näissä olosuhteissa normaali pakettityöasema on usein tarpeeksi hiljainen.

Hyödyntäminen erikoistehtävässä, kuten erityisenä työasemana grafiikan teossa, digitaalisen musiikin teossa tai palvelimena hyödyntäminen on paljon järkevämpää.

Mikäli työtä tehdään pienessä tilassa meluisalla työasemalla, voidaan hiljentämisen perusteet ottaa käyttöön ja hiljentää meluava tietokone. Tämä on osa työterveyttä, terveyden edistämistä ja stressin ennaltaehkäisyä.

Yleistasolla koulutilat hyötyisivät enemmänkin muunlaisista hiljennyksistä kuten hiljennyselementeistä seinillä. Varsinaisiin koneiden hiljentämisistä ei ole hyötyä koulun työympäristössä kuin varsin rajatuilla alueilla. Tietokoneluokissa ja koululuokissa nykyiset paketti koneet ovat tarpeeksi hiljaisia. Niiden suurin melu syntyy muualta ja näin ollen työasemien hiljentäminen ei vaikuta luokissa työskentelyn mukavuuteen.

10 YHTEENVETO

Nykyiset pakettiratkaisut työasemissa ovat hiljaisia. Heti kun pitää päivittää joitain koneita tai jotain konetta, jos työtehtävissä tarvitaan parempaa graafista suorituskkyä, nousee myös koneen tuottama melu. Jo meluinen kone voidaan hiljentää vaihtamalla parempia jäähdyttimiä, parempia ja hiljaisempia tuulettimia, mutta ne vaativat paljon osaamista. Täytyy osata mitoittaa jäähdytystarve hiljaisuuteen. Lämpö on tietotekniikan suurin vihollinen ja hiljennyksessä on paljon kysymyksessä lämmön ja melun optimointi sopivalle tasolle.

Onkin melkein helpompaa rakentaa asiantuntijan avulla mittatilauksena raskaampaan työhön tarvittava tietokone, kuin ruveta osa kerrallaan päivittämään työasemaa.

Osana tätä opinnäytetyötä ajattelimme ohjaavanopettajan kanssa vaimentaa työasema perustuen tutkimuksen tuloksiin. Valitettavasti aika loppui kesken, kun ohjaava henkilö oli lokakuun pois, joten en saanut osia tarpeeksi aikaisin ruvetakseni hiljentämään työasemaa hajottelupaikassa, mikä on valitettavaa. Kotona onneksi sain kokemusta hiljentämällä omaa tietokonettani. Vaihdoin jäähdyttimen isompaan. Melu pieneni ja lämmöt paranivat hieman. Vuorasin kotelon eristysmatolla ja eristin kovalevyn kotelosta. Kotelo ei enää resonoinut. Vielä kun vaihdoin näytönohjaimesta jäähdyttimen ja kotelo tuulettimet, ei konettani voi kuulla, kun se on päällä. Kyseinen hiljennys kuitenkin vei niin paljon aikaa, ettei sitä voisi kuvitella tehtävän helposti tietokoneluokalle tai useammalle. Käytin yhden koneen vaimennukseen noin 18 tuntia. Hiljennys on palkitsevaa, mutta aikaa vievä projekti.

LÄHTEET

AMD Press release September 22 2009 Viitattu 21.10.2010 <http://www.amd.com/us/press-releases/Pages/amd-press-release-2009sep22.aspx>

Ampuja, O. 2008. Oikeus Hiljaisuuteen. Helsinki. Werner Söderström Osakeyhtiö

Cheresources: What is a Heatpipe? Viitattu 18.7.2010
<http://www.cheresources.com/htpipes.shtml>

Ezines Articles: Why does cold Air fall and Warm Air Rise Viitattu 18.7.2010
[http://ezinearticles.com/?Why-\(Does-Cold-Air-Fall-and-Warm-Air-Rise?&id=302338](http://ezinearticles.com/?Why-(Does-Cold-Air-Fall-and-Warm-Air-Rise?&id=302338)

Fastra II in University of Antwerpen <http://fastra2.ua.ac.be/>

Hamilo M. 2010. Melu vie hengen ja hermot. Tiede 3/2010, 16 – 19

Lehmäkuiskaaja (Woman Who Thinks Like a Cow), 2006. BBC, Prisma, Yle TV1 26.3.2010

Majander O. Tuulen Viemää. MikroBitti 6/2005, 51

Muropaketti: Intelin tuleva LGA 2011-prosessorikanta kuvissa. <http://plaza.fi/muropaketti/intelin-tuleva-lga-2011-prosessorikanta-kuvissa>

National Center for Computational Science viitattu 21.10.2010 <http://www.nccs.gov/jaguar/>

Reuters 2010. AMD chips away at Intel market share in Q4: iSuppli. Viitattu 11.11.2010
<http://www.reuters.com/article/idUSTRE62U4HA20100331>

Rantanen K. 2010. Vähennä tai vaimenna. Tiede 3/2010, 20 – 23

Rousu P. Edullista tallenustilaa. MikroBitti 3/2010, 38 - 41

Rousu P. Tee-se-itse-PC. MikroBitti 4/2009, 61

Silent PC Review: 1 fan vs. 2 fans vs large fans Viitattu 19.9.2010
<http://www.silentpcreview.com/forums/viewtopic.php?t=59775>

Silent PC Review: Fan Roundup #5: Attack of the 120 Scythes Viitattu 20.5.2010
<http://www.silentpcreview.com/article695-page5.html#sflex;>

Silent PC Review: Fan Roundup #5: Attack of the 120 Scythes Viitattu 16.7.2010
<http://www.silentpcreview.com/article832-page4.html#SS-SL>

Scythe Kaze Yuni SlipStream Product page Viitattu 4.10.2010 http://www.scythe-usa.com/product/acc/026/sy1225sl_detail.html

Scythe Gentle Typhoon Product page Viitattu 4.10.2010 http://www.scythe-usa.com/product/acc/051/d1225c12b1ap_detail.html

SilentPCreview: NoVibes III, HDD Decoupling Rack,, viitattu 28.4.2010
http://www.silentpcreview.com/novibes_III

Silent PC Review Rubber Boxes & Carved Foam: More HDD Silencing viitattu 19.8.2010
<http://www.silentpcreview.com/article67-page1.html>

The History of computing project: Ascii White http://www.thocp.net/hardware/ascii_white.htm

Turun ammattikorkeakoulu <http://www.turkuamk.fi/>

Työterveyslaitos Viitattu 10.11.2010 <http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/Sivut/default.aspx>