

Korkean lämpötilan vaikutus työsuoriutumiseen ja viihtyvyyteen toimistoympäristössä - laboratoriotutkimus

Lauri Östman, Annu Haapakangas, Henna Häggblom,
Valtteri Hongisto, Vesa Koskinen, David Oliva, Hannu
Koskela, Jukka Hyönä



Sisäympäristölaboratorio, Turku
Työterveyslaitos, Helsinki, 2012

JULKAISUTIEDOT

Julkaisun nimi:	Korkean lämpötilan vaikutus työsuoriutumiseen ja viihtyvyyteen toimistoympäristössä - laboratoriotutkimus
Kirjoittajat:	Lauri Östman, Annu Haapakangas, Henna Häggblom, Valter Hongisto, Vesa Koskinen, David Oliva, Hannu Koskela, Jukka Hyönä
Julkaisun kieli:	suomi
ISBN numerot:	ISBN nid. 978-952-261-197-0 ISBN pdf. 978-952-261-198-7
Kustantaja:	Työterveyslaitos, Helsinki
Julkaisuaika:	Toukokuu 2012
Sivuja:	70
Tutkimusprojekti:	TOTI – Käyttäjälähtöiset toimistotilat
Rahoittajat:	Tekes, 15 yritystä
Toteuttaja:	Työterveyslaitos, Turun yliopisto
Projektitiedot:	31604
Luottamuksellisuus:	julkinen
Tieteellinen viite:	Östman L, Haapakangas A, Häggblom H, Hongisto V, Koskinen V, Oliva D, Koskela H, Hyönä J (2012), Korkean lämpötilan vaikutus työsuoriutumiseen ja viihtyvyyteen toimistoympäristössä - laboratoriotutkimus, sisäympäristölaboratorio, Turku, Työterveyslaitos, Helsinki.

TIIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää korkean lämpötilan 29 °C vaikutusta laaja-alaiseen psyykkiseen työsuoriutumiseen, kuormittavuuteen, lämpöviihtyvyyteen, koettuihin työskentelyolosuhteisiin sekä somaattiseen oireiluun toimistoympäristössä verrattuna neutraaliin lämpötilaan 23 °C.

33 koehenkilöä osallistui tutkimukseen aitoa avotoimistotilaa vastaavissa kontrolloiduissa laboratorio-oloissa kahtena päivänä. Koehenkilöille annettiin vaatetusohjeet, jotta vaatteiden lämmöneristys olisi kontrolloitu. Työsuoriutumista mitattiin 7 tehtävällä, psykologisia suoritustestejä. Testit mittaavat samoja aivojen tiedonkäsittelyprosesseja, joita toimistotyöt edellyttävät. Altistusajalla oli 3,5 tuntia. Itsearvioitua suoriutumista, kuormittavuus- ja viihtyvyystekijöitä sekä oireilua mitattiin kyselyillä.

Korkealla lämpötilalla ei ollut vaikutusta psykomotorisiin suorituksiin (liikesuorituksiin ja yksinkertaiseen reaktionopeuteen) tai korkeamman tason muistitoimintoihin, tiedonkäsittelyyn tai oppimiseen. Johtopäätöksenä on, että koasetelman mukaisella altistusajalla, aktiviteettitasolla ja vaatetuksella 29 °C lämpötila ei heikennä suorituskykyä neutraaliin lämpötilaan 23 °C verrattuna. Tulos on ristiriidassa joidenkin kirjallisuudessa esitettyjen lämpötila-työtehokkuusmallien kanssa.

Itsearvioitu suoriutuminen ei myöskään muuttunut korkeassa lämpötilassa. Sen sijaan korkeamman lämpötilan vaikutus viihtyvyyteen oli suuri. Vain kymmenesosa tutkittavista koki korkeamman lämpötilan sopivaksi. Korkeampi lämpötila koettiin myös fyysisesti kuormittavammaksi. Lisäksi somaattista oireilua esiintyi enemmän korkeammassa lämpötilassa ja se osoittautui myös hienoisesti väsyttävämmäksi. Koehenkilöt arvioivat korkeamman lämpötilan olosuhteet pitkäaikaiseen tehokkaaseen työskentelyyn sopimattomaksi.

DESCRIPTION OF THE PUBLICATION

Title:	The effect of a high temperature on work performance and comfort in offices - a laboratory experiment
Editors:	
Authors:	Lauri Östman, Annu Haapakangas, Henna Häggblom, Valtteri Hongisto, Vesa Koskinen, David Oliva, Hannu Koskela, Jukka Hyönä
Language:	Finnish
ISBN numbers:	ISBN book 978-952-261-197-0 ISBN pdf 978-952-261-198-7
Publisher:	Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki
Publishing time:	May 2012
Pages:	70
Project:	TOTI – User-oriented office spaces
Financiers:	Tekes, 15 companies
Restrictions:	public
Scientific note:	Östman L, Haapakangas A, Häggblom H, Hongisto V, Koskinen V, Oliva D, Koskela H, Hyönä J (2012), The effect of a high temperature on work performance and comfort in offices - a laboratory experiment, Indoor Environment Laboratory, Turku, Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki (In Finnish).

ABSTRACT

The aim of the study was to determine the effect of high room temperature 29 °C on task performance, subjective workload, thermal comfort, perceived working conditions and somatic symptoms. The reference temperature was 23 °C.

33 subjects participated the experiment which was executed in an open-plan office laboratory. Each subject was exposed to the two temperatures on two different days. Subjects were given instructions about clothing to control their thermal isolation. Work performance was measured using 7 psychological tasks which measure the same psychological processes which are needed in normal office work. Exposure time was 3,5 hours. Questionnaires were used to measure self-rated performance, workload, comfort and symptoms.

Higher temperature did not affect the performance of psychomotorical tasks (simple reaction time or movements) or higher level memory tasks, data handling or learning. The result disagrees with some performance-temperature models presented in the literature.

Similarly, self-rated performance did not depend on temperature. Instead, the effect of higher temperature on comfort was high. Only one-tenth of the subjects reported that the higher temperature was adequate. Higher temperature was perceived to be physically more loading. In addition, somatic symptoms were more usual in higher temperature and it caused also slightly more fatigue. Subjects reported that the working conditions during the higher temperature were inadequate for long-term and efficient working.

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto.....	7
1.1 Tutkimuskentän tausta	7
1.2 Tavoite	10
2 Tutkimusasetelma ja menetelmät	11
2.1 Koehenkilöt	11
2.2 Tutkimusasetelma	11
2.3 Tutkimustila ja sisäympäristön hallinta.....	12
2.4 Koetilanteiden kulku	16
2.5 Työsuoriutumista mittaavat tehtävät	18
2.6 Kyselyt	25
2.7 Tilastolliset analyysit.....	28
3 Tulokset	29
3.1 Objekttiivinen työsuoriutuminen.....	29
3.2 Itsearvioitu työsuoriutuminen ja kuormittuminen	34
3.3 Koetut oireet ja hikoilu.....	36
3.4 Väsymys ja motivaatio.....	37
3.4 Koetut työskentelyolosuhteet.....	38
3.5 Lämpötuntemukset.....	39
4 Pohdinta	43
5 Johtopäätökset	45
6 Kiitokset	47
Kirjallisuus.....	48
Liite 1. PMV- ja PPD -malli	53
Liite 2. Ilmavirtausmittaukset.....	56
Liite 3. Persoonallisuus ja meluherkkyys.....	59
Liite 4. Alkukysely.....	60
Liite 5. Lyhennetty alkukysely	63
Liite 6. Välikysely.....	64
Liite 7. Loppukysely	66

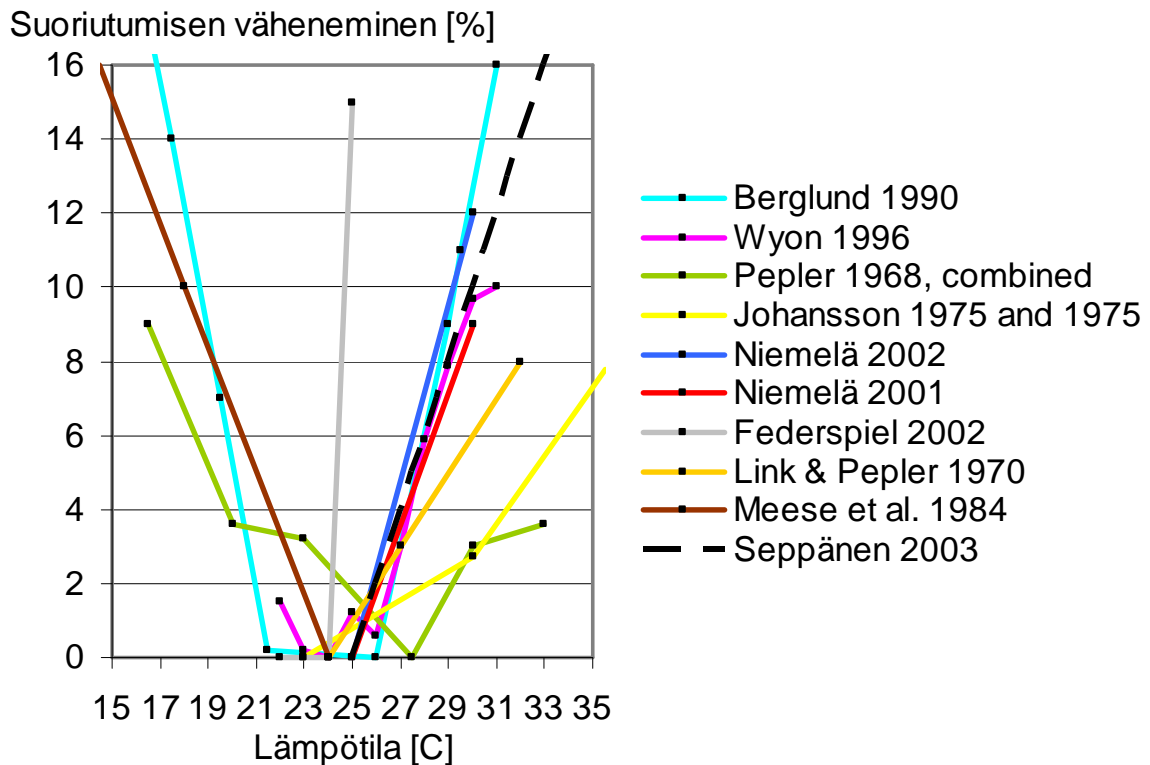
1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuskentän tausta

Lämpötila on keskeinen työympäristön laatua määrittävä tekijä, jonka on osoitettu vaikuttavan niin suorituskyykyyn (Mackworth, 1946; Allen ja Fischer, 1978; Razmjou, 1996; Faerevik ja Reinertsen, 2003), viihtyvyyteen (Bedford, 1936; Tanaka ym., 1987; Clausen ym., 1993; Karjalainen, 2007), sisäilman koettuun laatuun (Alm ym., 1999; Fang ym., 2004; Lan ym., 2011) kuin silmä- ja hengitysoireisiin (Jaakkola, Heinonen ja Seppänen, 1989; Witterseh, Wyon ja Clausen 2004; Mendell ja Mirer, 2009).

Vaikka lämpötilan vaikutuksia ihmiseen on tutkittu empiirisesti jo pitkään (Blagden, 1775), mittava kertynyt tutkimusaineisto ei tarjoa yksinkertaisesti tulkittavaa tai tutkijoiden jakamaa kokonaiskuva. Tavallista korkeampien lämpötilojen on vuoroin osoitettu laskevan suorituskyykyä ainakin osittain (Peccolo, 1962; Razmjou ja Kjellberg, 1992; Daanen, Vliert ja Huang, 2003; Niemelä ym., 2002; Gaoua ym., 2011), olevan suorituskyyvyn kannalta yhdentekeviä (Chiles, 1958; Nunneley ym., 1979; Tikuisis ym., 2002; Vasmatzidis, Schlegel ja Hancock, 2002; Kahl, 2005) tai jopa parantavan suoritustasoa (Hancock, 1983; Meese ym., 1984; Reilly ja Parker, 1988; Wright, Hull ja Czeisler, 2002).

Seppänen ym. (2003) on julkaissut pohjoismaissa hyvin tunnetun karkean mallin, jonka perusteella lämpötilan 25 °C yläpuolella työsuoritus alkaa heikentyä (kuva 1.1). Malli perustuu 9 alkuperäistutkimukseen, joissa on tarkasteltu erilaisia työympäristöjä (vaatetehtas, puhelinkeskus jne.), erilaisia työtehtäviä (ompeleminen, puhelinneuvonta, morsetus, tieteellisten termien opiskelua jne.) sekä myös kokeellisia laboratoriotutkimuksia. Mallissa on huomioitu myös Wyonin (1996) tekemä meta-analyysi hänen aikaisemmista tutkimuksistaan. Mallissa on huomioitu vain sellaisia tutkimuksia, joissa korkean lämpötilan on todettu vaikuttavan negatiivisesti suoriutumiseen. Malli näyttäisi erilaiselta, jos aineistossa olisi huomioitu myös tutkimukset, joissa lämpötilan vaikutusta ei ole havaittu. Lisäksi malli ei huomioi sitä, että lämpötila saattaa vaikuttaa eri toimintoihin ja tehtävätyyppeihin eri tavalla. Mallia ei siten voida suoraan soveltaa esimerkiksi toimistotyöhön. Mallin testaaminen otettiin yhdeksi tämän kokeen tavoitteeksi.



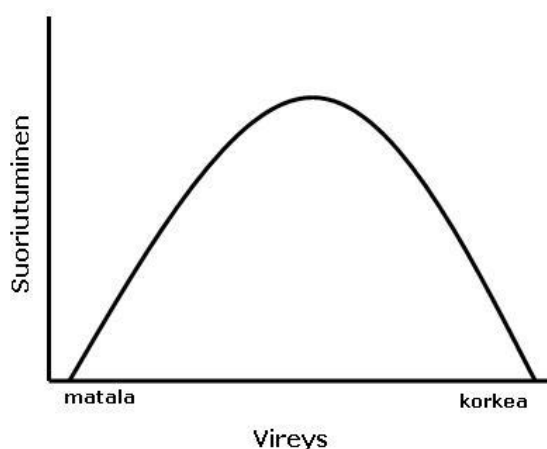
Kuva 1.1. Seppänen ym. (2003) julkaisema malli lämpötilan vaikutuksesta työsuorittamiseen.

Tutkimuskentän hajanaisuuteen vaikuttaa suurelta osin lämpöolotutkimuksen edellyttämien kontrolloitavien muuttujien monipuolisuus. Koehenkilöiden sukupuoli (Parsons, 2002; Pellerin ja Candas, 2003), ikä (Shoenfeld ym., 1978; Armstrong ja Kenney, 1993), fyysinen kunto (Leibowitz ym., 1972; Parsons, 2002), nesteytys (Cian ym., 2000; Szinnai ym., 2005), ravinto (Ramsey, Halcomb ja Kassouny, 1972), vaatetus (Haldane, 1905; Wyon ym., 1975), taitotaso (Hancock, 1982; Enander, 1989), väsymys (Vernon ja Warner, 1932; Beshir ja Ramsey, 1981), motivaatio (Givoni ja Rim, 1962; Epstein ym., 1980) ja mahdollisesti myös persoonallisuustekijät (Griffit ja Veitch, 1971; Matthews, Davies ja Lees, 1990) säätelevät osaltaan lämpötilavaikutuksia.

Niin ikään on huomioitava vuodenaika ja ilmastotekijät, pitkäaikainen ja lyhytaikainen sopeutuminen eli akklimatisaatio, käytetyt tehtävätyypit, tehtävien kesto, tutkitut lämpötilat ja vertailulämpötila, lämpötilan mittausten menetelmä, lämpöaltistuksen mittausten menetelmät, lämpöaltistuksen kesto ja aiheuttamistapa (esimerkiksi passiivisesti lämpimällä väliaineella kuten ilmalla vs. aktiivisesti koehenkilöiden liikerasituksen tuottamalla lämmöllä), koehenkilöiden aktiivisuustaso, ilman virtausnopeus, turbulenssi ja kosteus, lämpötilan subjektiivinen kontrolloitavuus sekä tutkimusasetelma, käytetyt tilastolliset menetelmät ja niistä tehdyt tulokset. Tutkimusmetodologioiden kirjallisuus vaikeuttaa tulosten vertailua, ja harva tutkimus raportoi kaikkia tutkimuksen luokittelukseksi tai toistamiseksi tarvittavia tekijöitä. Lisäksi merkittävä osa

tutkimuksista koostuu myös teknisistä raporteista, joiden vertaisarvioinnista on mahdotonta varmistua.

Lämpöolotutkimusten teoriaperusta on myös hajanainen. Lämpötilan psykologisia vaikutuksia voidaan selittää erilaisilla vireystilamalleilla (Spence, 1951; Easterbrook, 1959) (kuva 1.1), resurssimalleilla (Baddeley, 1972; Kahneman, 1973; Wickens, 1991), prosessoinnin säätelymalleilla (Sanders, 1983; Gaillard, 2001), kognitiivisen arvioinnin ja selviytymiskeinojen malleilla (Lazarus, 1966; Matthews, 2001) tai näiden yhdistelmillä (Hancock ja Warm, 1989). Empiirinen tutkimus ei toistaiseksi suoraan puolla mitään näistä malleista yksin. Psykologisiin selitysmalleihin on lisäksi integroitu vaihtelevasti erilaisia fysiologisia tai neurologisia mekanismiperustoja, jotka tarjoavat empiiriselle todentamiselle tiukempia reunaehtoja mutta eivät itsessään useimmissa tapauksissa ole välttämätön ja kiinteä osa teorian psykologista puolta.



Kuva 1.1. Yerkes–Dodson-vireystilamalli on kirjallisuudessa käytetyin lämpölovaikutusten selitysmalli. Sen empiirinen perusta on hatara ja selitysarvo kyseenalainen. Alkuperäiset tutkijat Yerkes ja Dodson (1908) eivät käyttäneet malliaan vireyden ja suorituskyyvyn yhteyden tarkasteluun.

Vaikka lämpötilojen vaikutuksesta suorituskyyvyn on ilmestynyt vuosikymmenten varrella useita erilaisia ja hyviä, kokonaisnäkemykseen pyrkiviä laadullisia vertailuja sekä katsauksia, toistaiseksi metodologisesti luotettavimman kokonaiskuvan tarjoavat Pilcherin, Nadlerin ja Bushin (2002) sekä Hancockin, Rossin ja Szalman (2007) kvantitatiiviset meta-analyysit. Näistä ensiksi mainittu kattaa 23 ja jälkimmäinen 49, osin edellisen kanssa päällekkäistä, tutkimusta.

Tämä tutkimus tarkastelee kuitenkin kokonaan aiempien meta-analyysien ulkopuolelle jääviä ja muutoinkin vähemmän tutkittuja, toimistoympäristöissä tavattavia neutraalimpia lämpötiloja (23°C ja 29°C). Tällä lämpötila-alueella lyhytaikaisen suorituskyyvyn ei ole aiemmissa tutkimuksissa yleensä havaittu muuttuvan. Viihtyvyyden ja työntekijöiden subjektiivisten kokemusten kannalta normaaleja optimaalisia huoneenlämpötiloja lämpimämmät olosuhteet ovat kuitenkin osoittautuneet järjestelmällisesti epäedullisiksi (Hygge ja Knez, 2001; Witterseh, Wyon ja Clausen, 2004; Tanabe ja Nishihara, 2004; Fang ym., 2004; Lan ym., 2011). Vaikka nämä tulokset

todentavaa tutkimusaineistoa on alkanut 2000-luvulla johdonmukaisesti kertyä, metodologisesti kontrolloitujen tutkimusten määrä etenkin monipuolisen kognitiivisen suoriutumisen osalta on varsin niukka.

Työterveyslaitoksen aiemmassa tutkimuksessa korkean lämpötilan (29 °C) havaittiin muun muassa heikentävän erittäin merkittävästi suoriutumista N-back-muistitehtävässä verrattuna 21 °C lämpötilaan (Hägglom ym. 2011). Havaittu heikennys oli kuitenkin voimakkuudeltaan pieni.

1.2 Tavoite

Tavoitteena oli tutkia laaja-alaisesti kognitiivista suoriutumista, työskentelyn kuormittavuutta, viihtyvyyttä ja somaattista oireilua (kuten päänsärkyä, hengitysteiden kuivumista tai silmien ärtymistä) neutraalin 23 °C ja lämpimän 29 °C olosuhteen välillä. Tavoitteena oli selvittää, soveltuuko Seppäsen malli (kuva 1.1) toimistoympäristöihin, kun tarkastellaan paikallaan tapahtuvaa yksilötyötä.

Tutkimus toteutettiin mahdollisimman aidossa avotoimistotyöympäristössä, jossa muut ympäristötekijät paitsi lämpötila pidettiin vakioina ja hyvinä. Normaalia työpäivää vastaavia työskentelyolosuhteita tavoiteltiin käyttämällä 4 tunnin altistusaikaa.

2 TUTKIMUSASETELMA JA MENETELMÄT

2.1 Koehenkilöt

Tutkimukseen osallistui 33 vapaaehtoista koehenkilöä (16 naista ja 17 miestä). Koehenkilöt olivat 19–30-vuotiaita (mediaani 23) suomenkielisiä korkeakouluopiskelijoita Turun yliopiston viidestä eri tiedekunnasta. Koehenkilöt saivat kaksipäiväisestä osallistumisestaan 70 euron verollisen palkkion ja halutessaan persoonallisuuskyselynsä tulokset.

Koehenkilöt ohjeistettiin nukkumaan mahdollisuuksiensa mukaan koetta edeltävä yö normaalisti, syömään kokeen keston nähden riittävä aamupala ja käymään ennen kokeen alkua wc:ssä. Kahvia sai nauttia ennen koetta oman normaalin tavan mukaisesti.

Vaatetus pyrittiin vakioimaan siten, että vaatteiden lämmöneristävyyden olisi työtuoli huomioiden 0.83 clo (Liite 1). Vaatetuksiksi ohjeistettiin pitkät housut, t-paita, pitkähihainen ohut päällyspaita ja lyhytvartiset kengät. Ennen kokeen alkua vaatetuksen sopivuus tarkastettiin pintapuolisesti. Elimistön arvioitu lämmöntuotto koetilanteeseen sisältyvissä tehtävissä oli 1.1 met (65 W/m²).

Koehenkilöt eivät saaneet kokeen aikana säädellä lämpötuntemustaan ja -viihtyvyyttään liikkumalla tai vaatetustaan säätämällä tai kenkiä riisumalla.

2.2 Tutkimusasetelma

Tutkittavia koetilanteita oli kaksi: 23 °C ja 29 °C. Tutkimus toteutettiin toistettujen mittausten asetelmana eli jokainen koehenkilö suoritti tehtävät molemmissa lämpötiloissa. Tällaisella asetelmalla voidaan vähentää riskiä, että yksilöiden väliset lähtökohtaiset erot vaikuttavat vääristävästi tutkimustuloksiin, sillä koehenkilöt toimivat itse itsensä verrokkeina.

Lämpötilojen järjestys oli vastabalansoitu koehenkilöiden välillä eli puolet henkilöistä aloitti lämpötilasta 23 °C ja puolet lämpötilasta 29 °C. Näin pyrittiin kontrolloimaan lämpötilojen esitysjärjestykseen, koetilanteeseen tottumiseen ja tehtävien oppimiseen liittyviä mahdollisia virhelähteitä. Taulukossa 2.1 on esitetty lämpötilojen vastabalansoinnin toteutuminen käytännössä.

Koehenkilöt saapuivat toiseen koetilanteeseen noin viikon kuluttua ensimmäisestä. Kokeet järjestettiin aina samaan aikaan aamupäivisin.

Tehtävistä oli käytössä yhtä monta versiota kuin tehtävän suorituskertoja yhteensä oli (N-back 4 versiota, muut 2 versiota). Kaikissa tehtävissä eri versioiden esitysjärjestykset vastabalansoitiin oppimis- ja järjestysvaikutusten kontrolloimiseksi. Poikkeuksena oli N-back-tehtävä, jossa käytettiin tasapainotetun latinalaisen neliön 4 x 4 mallia. Tämä vastabalansointi tehtiin riippumattomana erillisestä lämpötilojen vastabalansoinnista.

Tutkimuksessa käytettyjen lämpötilojen ero on sinänsä selvästi havaittavissa, mutta tutkittavia pyydettiin kokeessa käytetyissä kyselyissä arvioimaan myös monia muita työympäristöä ja itseään koskevia seikkoja, jotta he eivät arvaisi lämpötilan olevan ainoa tutkittava tekijä. Näin pyrittiin välttämään, että koehenkilöt antaisivat tietoisesti tai tiedostamattaan lämpöeron vaikutusta liioittelevia vastauksia.

Taulukko 2.1. Lämpötilojen vastabalansointi.

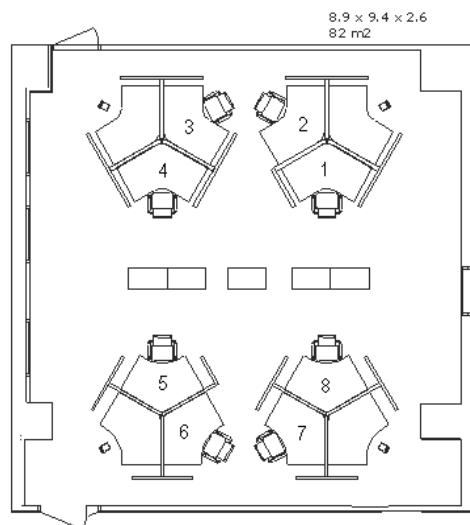
	Ma	Ti	Ke	To	Pe	
Viikko 19		1. ryhmä I koepvä	2. ryhmä I koepvä	3. ryhmä I koepvä		23 C
Viikko 20		1. ryhmä II koepvä	2. ryhmä II koepvä	3. ryhmä II koepvä		29 C
Viikko 21		4. ryhmä I koepvä	5. ryhmä I koepvä	6. ryhmä I koepvä		29 C
Viikko 22		4. ryhmä II koepvä	5. ryhmä II koepvä	Helatorstai	6. ryhmä II koepvä	23 C

Taulukko 2.2. Koehenkilöiden määrä kussakin ryhmässä.

Ryhmä	Tutkittavia
1.	5
2.	6
3.	6
4.	6
5.	6
6.	4

2.3 Tutkimustila ja sisäympäristön hallinta

Koe toteutettiin Työterveyslaitoksen Turun toimipisteen avotoimistolaboratoriossa toukokuussa 2011 (kuva 2.1). Laboratorion kahdeksasta työpisteestä käytettiin kerrallaan korkeintaan kuutta. Työpisteiden välillä oli 1.3 m korkeat sermit, jotka peittivät suoran näköyhteyden toisiin tutkittaviin. Tilan yhdellä seinustalla oli kolme kaihtimin peitettyä valeikkunaa. Laboratorio rakennettiin markkinoilla olevilla tuotteilla mahdollisimman aitoa avotoimistotilaa vastaavaksi.



Experiment May 2011

Kuva 2.1. Avotoimistolaboratorion kalusteasettelu kokeen aikana. Sisäänkäynti tapahtui alareunan ovesta. Tauon aikana käytettiin WC:tä, joka sijaitsi laboratorihuoneen ulkopuolella 5 m päässä yläreunan ovelta. Nurkkatyöpisteissä olevat kaiuttimet liittyvät huoneakustikkakokeeseen eikä niistä tuotettu ääntä kokeen aikana. Paikkoja 1, 4, 5 ja 8 käytettiin ensisijaisina paikkoina. Viides ja kuudes koehenkilö istuivat joko paikkoihin 2 ja 6 tai paikkoihin 3 ja 7.



Kuva 2.2. Valokuva avotoimistolaboratoriosta pilottikokeen aikana. Varsinaisissa kokeissa kaapistot (5 kpl keskellä) sijoitettiin kuvan 2.1. mukaan.

Taulukossa 2.3 on esitetty tutkimuksen sisäympäristön olosuhteet. Olosuhteet suunniteltiin siten, että vain lämpötilaa muuteltiin. Muut olosuhteet pysyivät vakiona ja suositusten mukaisella hyvällä tasolla. Tutkimusajankohdan toukokuun ulkoilman keskilämpötila oli 9,3 °C (Ilmatieteen laitos 2011).

Taulukko 2.3. Mitattujen sisäympäristötekijöiden keskiarvot tutkituissa lämpötiloissa 23 ja 29 °C. Keskihajonnat on merkitty sulkuihin.

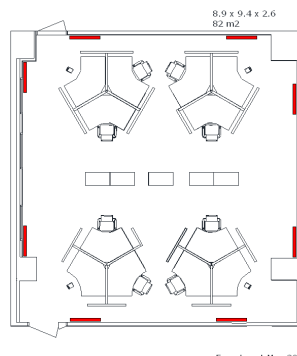
Nimelliset lämpötilat [°C]	23	29
Ilman lämpötilan keskiarvo [°C]	23.5 (0.17)	29.5 (0.04)
Vetoriski [%] kaikissa työpisteissä	4 - 8 (1.3)	0 - 4 (1.4)
Suhteellinen kosteus [%]	34 (7.3)	21 (2.7)
Ulkoilmavirta [l/s henkilö]	17 (1.5)	17 (0.1)
Hiilidioksidipitoisuus [ppm]	704 (36.4)	687 (23.9)

Huoneen lämpötiloja kontrolloitiin lämmönlähteillä ja jäähdytyspalkeilla. Avotoimistolaboratorion suurimpia lämmönlähteitä olivat tietokoneet ja näytöt (520 W), valaistus (1120 W/m²) sekä ihmiset (525 W).

Lämpötilassa 29 °C huonetta lämmitettiin 8 sähkölämmittimellä (kokonaisteho 5300 W). Lämmittimet oli sijoitettu työpisteisiin nähden siten, ettei niiden aiheuttama lämpösäteily tai -virtaus kohdistunut koehenkilöihin. Valokuva lämmittimestä ja kaavio paikoista on esitetty kuvassa 2.3. Lämmittimet eivät olleet huoneessa lämpötilan 23 °C aikana.

Koetilanteessa 23 °C huoneen lämpötehot olivat yhteensä 26 W/m² ja koetilanteessa 29 °C 91 W/m².

Kaikissa koetilanteissa koehenkilöiden käyttämän WC:n sekä siihen johtavan lyhyen käytävän lämpötilat olivat lähellä avotoimistolaboratorion lämpötilaa.



Kuva 2.3. Lämmönlähteen valokuva ja lämmönlähteiden sijainnit.

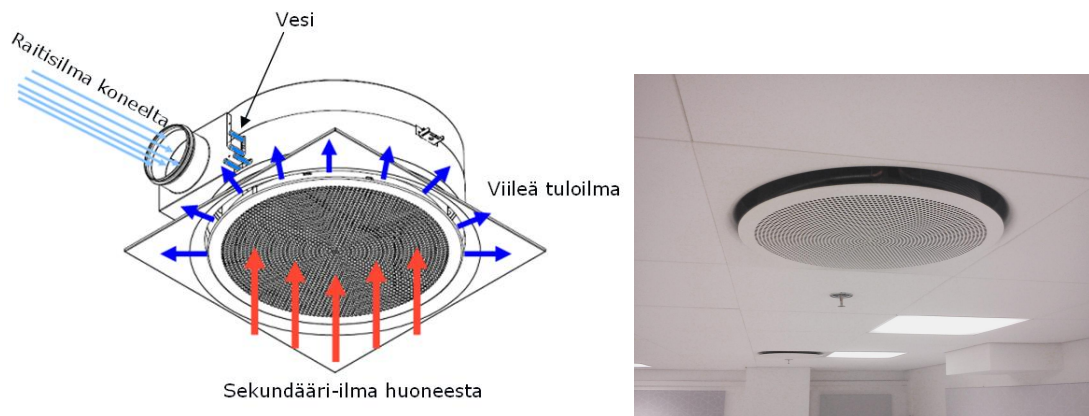
Tuloilma tuotiin huoneen kattoon asennetuilla kuudella Haltonin CSW pyörreilmavirtayksiköllä (kuvat 2.4 ja 2.5). Ilman virtauskuvio visualisoitiin savulla molemmissa lämpötiloissa, jotta voitiin varmistaa, ettei tuloilmasuihku missään tilanteessa putoa suoraan työpisteelle.

Ulkoilmavirta kuvaa raikkaan tuloilman määrää. Se säädettiin sisäilmastoluokituksen S1 mukaiselle tasolle.

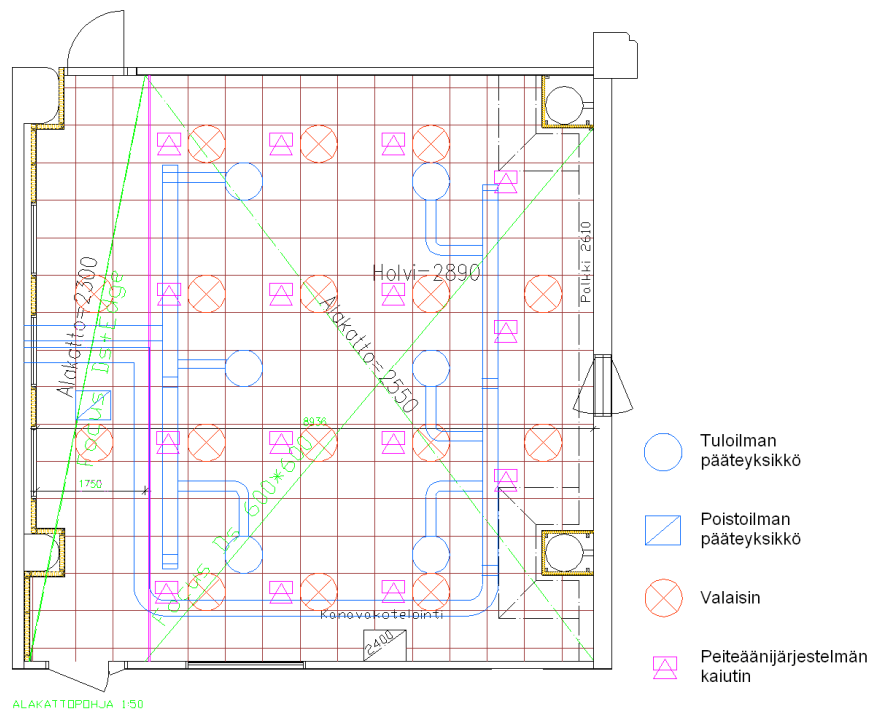
Huoneen ilman lämpötilaa mitattiin nurkkatyöpisteissä 1.1 m korkeudella. Lisäksi mitattiin huoneen pintojen lämpötiloja, joiden avulla

voidaan arvioida operatiivinen lämpötila. Operatiivinen lämpötila ei poikennut merkittävästi huoneilman lämpötilasta.

Vetoriski (DR) mitattiin jokaisessa työpisteessä kummassakin lämpötilassa ilman koehenkilöitä. Vetoriski ennakoiki kuinka iso osa suuresta joukosta ihmisiä mahdollisesti kokisi vetoa kyseisissä olosuhteissa. Vedon tunne aiheutuu ihon paikallisesta liian voimakkaasta jäähtymisestä. Vedon tunteeseen vaikuttavat ilman lämpötila, liikenopeus, turbulentsisuus ja pinnoista säteilemällä tapahtuva lämmönsiirto. Vetoa ei työpisteissä havaittu. Ilmavirtausmittausten tulokset on esitetty liitteessä 2.



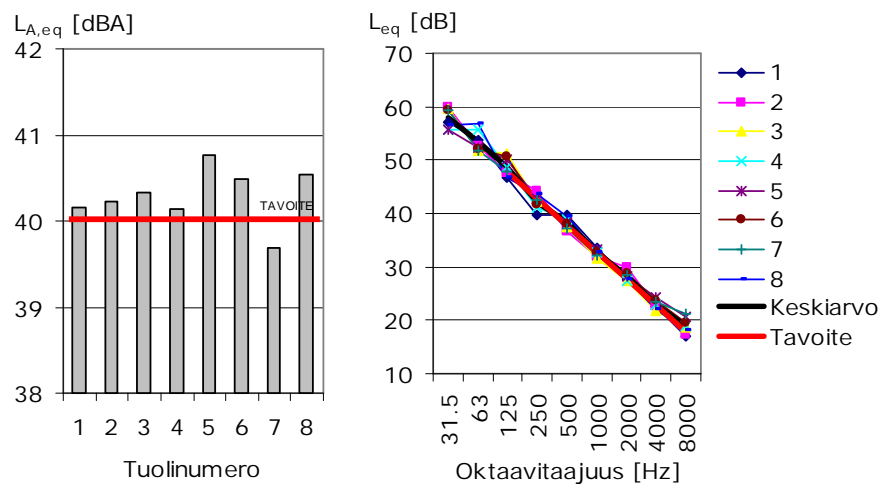
Kuva 2.4. Haltonin CSW pyöreilmavirtayksikkö ja sen toimintaperiaate.



Kuva 2.5. Tulo- ja poistoilman pääteyksiköt sekä valaisimet.

Ilmastoinnin, peiteäänien ja tietokoneiden aiheuttama taustäänitaso huoneessa säädettiin tasolle $L_{A,eq}=40$ dB. Sama äänitaso kaikkiin työpisteisiin tuotettiin puheenpeittoäänijärjestelmällä. Kuvassa 2.6 on esitetty työpisteissä mitattujen melutasojen spektrit. Taustäänitaso edustaa standardin SFS 590:2004 ohjearvoa avotoimistoille. Taustäänitaso haluttiin pitää kohtuullisella tasolla eikä minimaalisen alhaisena, jotta muiden koehenkilöiden työn äänet eivät muodostuisi häiriömuuttujaksi.

Valaistusvoimakkuus säädettiin työpisteissä siten, että vaakapinnoilla se oli 730 lx ja pystypinnoilla 390 lx. Arvot ovat standardin EN 12464-1 mukaiset. Tilassa oli kolme valeikkunaa, joiden takaa kajasti hieman hajavaloa. Tällä ei ollut vaikutusta valaistustasoon työpisteissä eikä valo aiheuttanut havaittavaa häikäisyä.

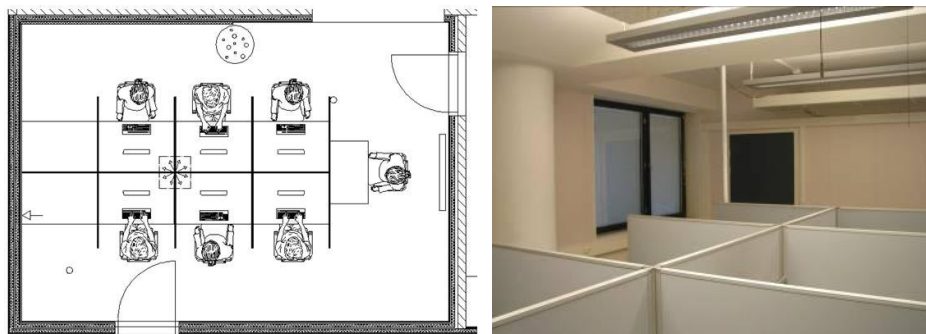


Kuva 2.6. Taustäänitaso työpisteissä 1-8. Vasemmalla A-painotettu kokonaisäänitaso ja oikealla lineaarisen äänenpainetason taajuusjakauma.

2.4 Koetilanteiden kulku

Varsinaisen koetilanteen pituus oli molemmissa lämpötiloissa 3,5 tuntia. Alkutoimet ja siirtymiset mukaan luettuna kumpikin tutkimuspäivä kesti noin 4 tuntia.

Ensimmäinen puoli tuntia vietettiin pienessä avotoimistolaboratoriossa (kuva 2.7). Se sisälsi ohjeistuksen päivän kulkuun, alkutehtävän sekä alkukyselyn. Alkutehtävässä mitattiin koehenkilöiden työmuistikapasiteetti, jotta koehenkilöiden väliset lähtökohtaiset erot tiedonkäsittelykyvyissä voitaisiin tarvittaessa ottaa tulosten analysoinnissa huomioon. Tehtävä oli muokattu versio "sanat ja laskut"-tehtävästä (ks. luku 2.5).



Kuva 2.7. Pienempi avotoimistolaboratorio, 31 m².

Alkutehtävän ja -kyselyn jälkeen siirryttiin tekemään tehtäviä varsinaiseen avotoimistolaboratorioon (kuva 2.1). Ensimmäisenä koepäivänä ensimmäinen tunti käytettiin tehtävien harjoitteluun kokeenjohtajan ohjaamana. Ensimmäisen tunnin tarkoituksena oli myös totuttaa koehenkilöt lämpötilaan ennen varsinaisten suoritusmittausten rekisteröintiä. Koehenkilöille ei kerrottu tästä.

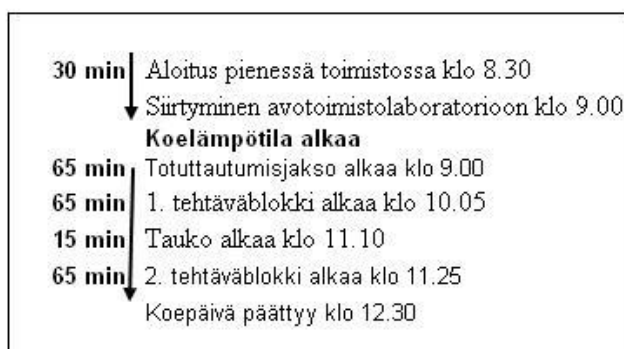
Toisena koepäivänä tehtävistä tehtiin lyhyemmät kertausversiot, jotta tehtävien ohjeet palautuivat mieleen. Lisäksi toisena päivänä tehtiin kokeen alussa persoonallisuuskysely sekä täytetehtävä (tiedonhaku), jotta suoritusmittauksia edeltävä totuttamisaika saatiin molemmissa koetilanteissa suunnilleen yhtä pitkäksi.

Kokeenjohtaja valvoi ja ohjeisti tehtävien aloittamista ja lopettamista koko koepäivän ajan. Työskentely koepäivän aikana tapahtui itsenäisesti ilman koehenkilöiden välistä kommunikaatiota.

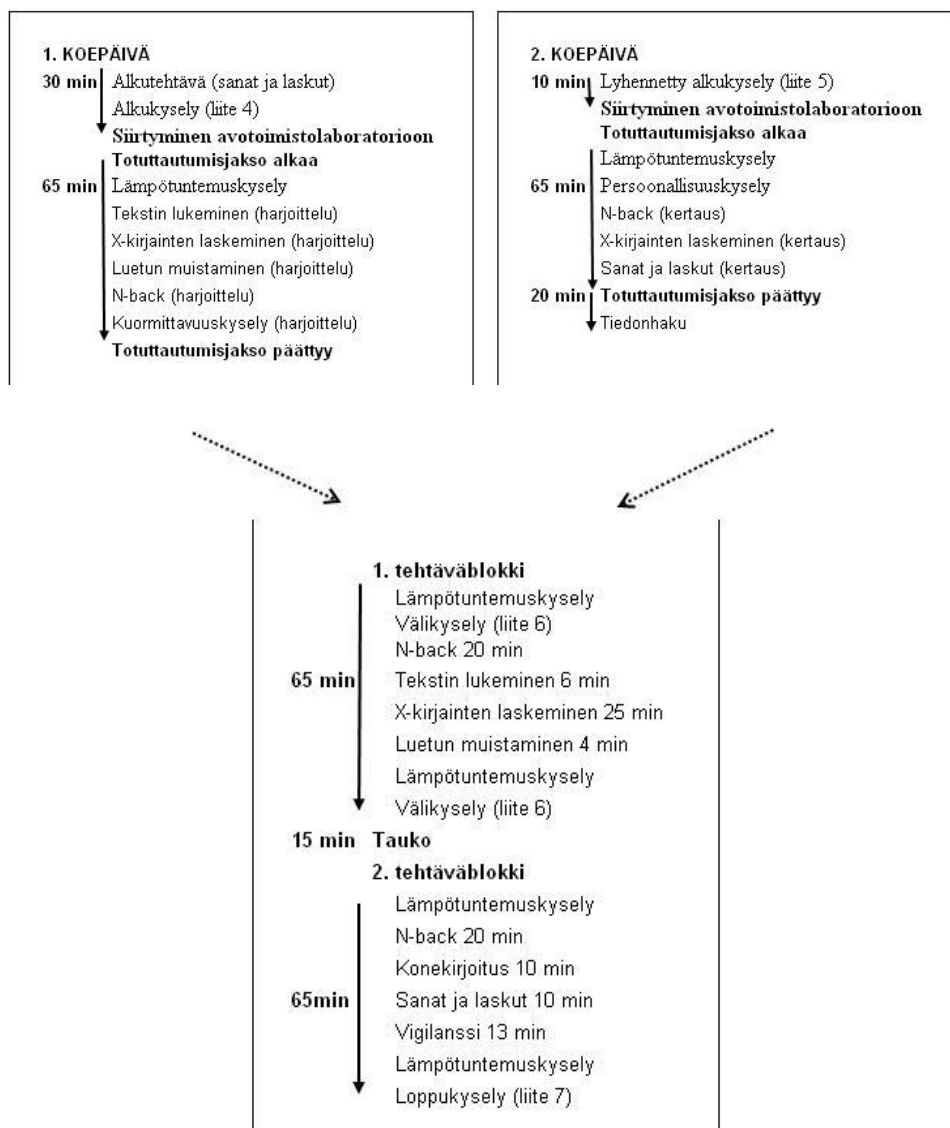
Kokeen aikana pidettiin yksi lyhyt tauko, jonka aikana koehenkilöt voivat vettä ja saivat käydä vessassa. Näin pyrittiin kontrolloimaan mahdolliset nestetasapainomuutokset tutkimuksen kohteena olevista puhtaista lämpötilavaikutuksista.

Tauon aikana ei sallittu ylimääräisiä keskusteluja, koska tämä olisi saattanut vaikuttaa vireystilaan, joka oli yksi tutkittavista muuttujista.

Kokeen kulku on tiivistetty kuviin 2.8 ja 2.9.



Kuva 2.8. Tutkimuksen koepäivien proseduurin päivävaiheet.



Kuva 2.9. Tutkimuksen koepäivien proseduurin vaiheet yksityiskohtaisesti.

2.5 Työsuoriutumista mittaavat tehtävät

Työsuoriutumista seurattiin seitsemällä tehtävällä, jotka mittaavat laaja-alaisesti toimistotyössä tyypillisesti vaadittavia kykyjä (taulukko 2.5).

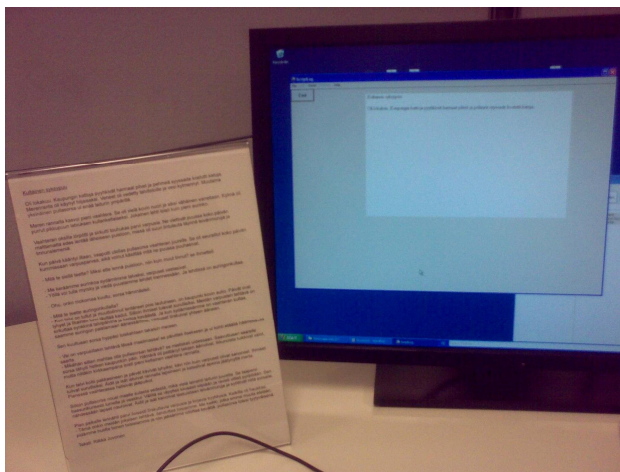
Taulukko 2.5. Tehtävät ja niiden pääasiallinen mittauskohde.

Tehtävä	Mittauskohde
Konekirjoitus	Psykomotoriikka
Vigilanssi	Tarkkaavaisuus
X-kirjainten laskeminen	Tarkkaavaisuus
Sanat ja laskut	Työmuisti
N-back	Työmuisti
Tiedonhaku	Työmuisti
Luetun muistaminen	Pitkäkestoinen muisti

2.5.1 Konekirjoitus

Konekirjoitustehtävässä yhdistyvät havaitsemisen, kognition ja motoriikan erilaiset osatoiminnot (Rumelhart ja Norman, 1982; Salthouse, 1986; Crump ja Logan, 2010).

Tehtävässä (kuva 2.10) koehenkilöiden tuli kopioida saamansa teksti tietokoneelle näppäimistöllä kirjoittaen. Teksti tuli kirjoittaa mahdollisimman nopeasti mutta samalla virheitä välttäen. Tekstinä oli sanastoltaan rikas, juonellisesti etenevä, yhdelle A4:lle kirjoitettu satu (Juvonen, 2011a, 2011b). Teksti laitettiin pystyssä hieman kaltevasti olevaan lukutelineeseen, jonka koehenkilöt saattoivat sijoitella vapaasti suhteessa näppäimistöön ja näyttöön. Koehenkilöiden tuli jäljentää teksti sellaisenaan ja heitä ohjeistettiin korjaamaan tekemänsä mahdolliset omat näppäilyvirheet. Aikaraja tehtävässä oli kymmenen minuuttia.



Kuva 2.10. Konekirjoitustehtävä.

Taitotaso ja strategiset erot tehtävän suorittamisessa (esim. kymmensormijärjestelmä) voivat vaikuttaa huomattavasti tarkkaavaisuuden jakamiseen samanaikaisen lukemisen ja kirjoittamisen välillä. Mahdollisia muutoksia koehenkilöiden tarkkaavaisuudessa ja strategiassa voitiin kontrolloida mittaamalla kirjoittamisessa tapahtuneiden lyhyiden taukojen pituutta.

Tutkimusdatan keräämisessä hyödynnettiin Scriptlog-ohjelmistoa (Jostein Tollaksen, Lesesenteret, Stavangerin yliopisto, Norja). Tekstiin jääneiden virheiden tarkastamisen tukena online-ohjelmaa Text compare! (<http://www.text-compare.com/>).

Suorituksista mitattiin nopeutta (näppäinpainallusten kokonaismäärä, lopullisen tuotoksen merkkien määrä, sanansisäisen kirjoittamisen mediaaninopeus), tarkkuutta (korjattujen virheiden määrä ja huomaamatta jääneiden virheiden määrä) ja kirjoittamisessa tapahtuneiden lyhyiden taukojen pituutta.

2.5.2 Vigilanssi

Tarkkaavaisuus- eli vigilanssitehtävä mittaa valppautta sekä tarkkaavaisuuden säätelyä ja ylläpitoa.

Koehenkilöt tarkkailivat tietokoneen näytölle ilmestyviä yksittäisiä kirjaimia ja reagoivat painamalla tiettyä näppäintä aina, kun ilmestynyt kirjain oli 'x' (kriittinen signaali).

Tehtävätyyppi vaikuttaa ulkoisesti yksinkertaiselta, mutta sen on havaittu olevan varsin kuormittava. Kuormitus kasvaa, jos kriittisiä signaaleja on vähemmän tai signaalitiheys kasvaa, joskin toisissa tutkimuksissa kuormitusvaikutukset eivät ole riippuneet siitä, onko käytetty signaalitiheys ollut matala (5/min) vai korkea (40/min) (Galinsky ym., 1993; Warm, Parasuraman ja Mathews, 2008).

Tutkimuksessa käytettiin korkeahkoa signaalitiheyttä 30 signaalia/minuutti ja alhaista kriittisten signaalien eli x-kirjainten määrää (kriittisten signaalien suhde neutraaleihin signaaleihin 7:33).

Kirjaimet ilmestyivät ruudun keskelle yksitellen. Kirjaimen näyttöaika oli 1500 ms, minkä jälkeen oli 500 ms tauko ennen seuraavaa kirjainta. Yhteensä kirjaimia oli 440 ja tehtävä kesti noin 13 minuuttia. Ohjeena oli reagoida x-kirjaimiin mahdollisimman nopeasti mutta virheitä välttämällä.

Vigilanssitehtävissä tapahtuu tyypillisesti suorituskyvyn lasku 15 minuutin kuluessa tehtävän aloittamisesta, mutta tehtävän vaatimustason ollessa korkea suorituskyky voi laskea jo ensimmäisen 5 minuutin aikana (Teichner, 1974; Temple ym., 2000).

Tehtävä ohjelmoitiin E-prime 2.0 -ohjelmistolla (Psychology Software Tools Inc.). Suorituksista mitattiin tarkkuutta ja nopeutta.

2.5.3 X-kirjainten laskeminen

X-kirjainten laskeminen mittaa tarkkaavaisuutta. X-kirjainten laskemistehtävä perustuu de Jongin ja Das-Smaalin kehittämään Star Counting Testiin. Tehtävä on alunperin kehitetty lapsien tarkkaavaisuusongelmien havaitsemista varten (de Jong ja Das-Smaal, 1990; de Jong, 1995), mutta siitä on kehitetty myös nuoria aikuisia varten vaikeampi versio (Das-Smaal, de Jong ja Koopmans, 1993).

Tehtävässä koehenkilöt laskivat ruudulla olevia X-kirjaimia. Jokainen lasku koostui aloitusluvusta sekä kolmelle riville jaetusta X-kirjainten ja plus- sekä miinusmerkkien muodostamasta kuviosta (kuva 2.11). Koehenkilöt laskivat aloitusluvusta aloittaen X-kirjaimia plus-merkin jälkeen ylöspäin (esim. 26, 27, 28, 29) ja miinusmerkin jälkeen alaspäin (esim. 28, 27, 26, 25). Tehtävän vastaus oli viimeisen X:n kohdalla saavutettu luku.

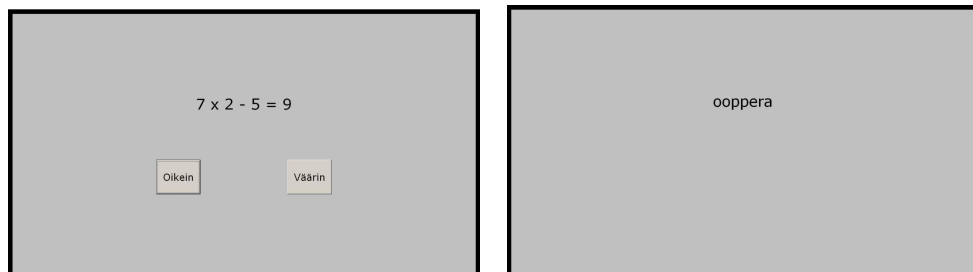
Tehtävä oli jaettu kahteen yhtä pitkään osioon, joista jälkimmäisessä plus- ja miinusmerkit olivat merkitykseltään päinvastaiset intuitiivisesta laskusuunnasta poiketen (ts. plusmerkin jälkeen oli laskettava alaspäin ja miinusmerkin jälkeen ylöspäin). Kumpikin osio koostui 9 vaikeustasoltaan vaihtelevasta laskusta, joiden esitysjärjestys osion

Puolet laskuista koostuivat yhdistetystä kerto- ja pluslaskusta, puolet yhdistetystä kerto- ja miinuslaskusta. Muistettavat sanat valikoitiin WordMill-ohjelmalla käyttäen kriteereinä 5–7 yksikön kirjainpituutta, 2–3 yksikön tavupituutta ja esiintymisfrekvenssiä välillä 50–999.

Tulosten analysoinnissa käytettiin laskuoperaatioiden osalta Conwayn ym. (2005) suosittelemaa 85 %:n onnistumisrajaa. Koehenkilöt saivat palautetta laskusuorituksestaan tehtävän aikana ja heidät ohjeistettiin pyrkimään onnistumisrajan ylittävään tulokseen. Varsinainen mitattava tekijä oli kuitenkin sanojen muistaminen.

Tehtävä ohjelmoitiin Visual Basic 6 -ohjelmistolla (Microsoft).

Sanat ja laskut -tehtävää sovellettiin myös alkutehtävänä, jonka tuloksia käytettiin tiedonhakutehtävän tulosten mahdollisten ryhmien välisten työmuistikapasiteetin erojen kontrollointiin.



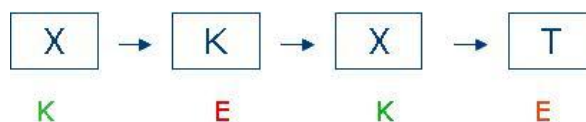
Kuva 2.12. Sanat ja laskut.

2.5.5 N-back

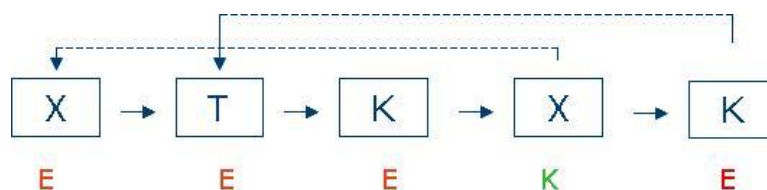
N-back-tehtävä (Gray, Chabris ja Braver, 2003) mittaa työmuistia ja tarkkaavaisuuden ylläpitoa. 1-back, 2-back ja 3-back-tasolla tehtävän suorittaminen edellyttää työmuistia, etenkin työmuistin eksekutiivisia toimintoja (mm. reaaliaikainen monitorointi, muistisisällön jatkuva päivittäminen). 0-back-taso on yksinkertaisempi valintareaktio-tehtävä, joka mittaa tarkkaavaisuuden ylläpitoa. Visuaaliset ja motoriset tehtävävaatimukset säilyvät kaikilla vaikeustasoilla samoina, ainoastaan työmuistin kuormitusta vaihdellaan. Eri tasojen väliset erot tuloksissa selittyvät siten työmuistin toiminnoilla.

Tehtävässä koehenkilöille esitettiin tietokoneruudulla yksitellen kirjaimia. Kutakin kirjainta näytettiin 500 ms ajan ja kirjainten välillä oli 2500 ms tauko. Koehenkilöiden tuli reagoida kirjaimiin mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. Reaktioissa käytettiin kahta näppäintä, joista "kyllä"-näppäin oli oikean käden etusormen ja "ei"-näppäin oikean käden keskisormen kohdalla.

Helpoimmalla, 0-back-tasolla koehenkilön piti painaa "kyllä" x-kirjainten kohdalla ja "ei" kaikkien muiden kirjainten kohdalla (kuva 2.13). 1-back-tasolla piti painaa "kyllä", mikäli kirjain oli sama kuin edellä esiintynyt kirjain, ja muulloin "ei". 2-back-tasolla piti vastaavasti painaa "kyllä", mikäli kirjain oli sama kuin toiseksi edellinen kirjain, ja 3-back-tasolla, mikäli kirjain oli sama kuin kolmanneksi edellinen kirjain (kuva 2.14).



Kuva 2.13. N-back-tehtävä, 0-back-taso. (K="kyllä", E="ei")



Kuva 2.14. N-back-tehtävä, 3-back-taso.

Kutakin tasoa esitettiin kerrallaan 40 kirjaimen sarja. Yhdestä sarjasta 12 kirjainta (30 %) edellytti "kyllä"-vastausta. Kirjainten esitystavassa vaihdeltiin isoja ja pieniä kirjaimia, jotta koehenkilö ei pystynyt suorittamaan tehtävää pelkästään visuaaliseen tunnistukseen nojaten, vaan joutui prosessoimaan kirjaimia myös semanttisella tasolla. Kaikki tasot tehtiin yhdellä suorituskerralla kaksi kertaa (4x40x2=320 kirjainta) ja koepäivän aikana suorituskertoja oli kaksi (yht. 640 kirjainta). Yhteen suoritukseen kului aikaa noin 20 minuuttia, yhteensä siis 40 minuuttia.

Tutkimusasetelman mukaisesti tehtävästä laadittiin kahdeksan eri versiota, joissa kirjaimet olivat eri järjestyksessä. Tasojen esitysjärjestykset toteutettiin koehenkilöiden välillä tasapainotetun latinalaisen neliön (*balanced Latin square*) mallin mukaisesti. Tehtävän eri versiot oli vastabalansoitu lämpötilan ja testikerran (1./2. koepäivä) välillä.

Tehtävä ohjelmoitiin E-prime 2.0 -ohjelmistolla (Psychology Software Tools Inc.).

Tehtävässä mitattiin reaktioaikaa ja oikeiden vastausten määrää.

2.5.6 Tiedonhaku

Tiedonhaku mittaa työmuistia, tarkkaavaisuutta ja toiminnan strategista ohjausta. Tiedonhaku perustuu Jahncken ja Halinin (2011 julkaistavaksi jätetty käsikirjoitus) kehittämään, alunperin ruotsinkieliseen tehtävään. Tehtävässä koehenkilöiden piti vastata esitettyyn kysymykseen hakemalla oikea tieto tietokoneen näytöllä olevasta taulukosta (kuva 2.15). Vastausaikaa oli jokaista kysymystä kohden yksi minuutti. Kysymykset tehtiin kieliopillisesti vakiorakenteisiksi, vaikka muotoilu ei ole suomenkielessä luonnollisin. Näin kuitenkin varmistettiin, että koehenkilön oli mahdollista nopeasti hahmottaa kunkin kysymyksen olennaiset osat rajatussa ajassa. Tehtävässä oli yhteensä 28 kysymystä, joista ensimmäiset 14 koski yhtä taulukkoa (maat) ja toiset 14 toista taulukkoa (työntekijät). Harjoitteluvaiheessa käytettiin vielä eri taulukkoa (vihannekset).

Tehtävä ohjelmoitiin Visual Basic 6 -ohjelmistolla (Microsoft).

Tehtävässä mitattiin oikeiden vastausten määrää.

Maa	Asukas- määrä (milj.)	Moni- kielisyys	Pinta-ala (km ²)	Valtiomuoto	BKT (mrd \$)	Enemmistö- uskonto	Korkein pinnankohta (m)
1	12.26	Ei	449 964	Monarkia	1046	Protestanttinen	2104
2	4.79	Kyllä	385 199	Monarkia	207	Katolinen	2002
3	62.20	Ei	357 104	Tasavalta	2583	Protestanttinen	896
4	10.58	Kyllä	30 528	Monarkia	387	Katolinen	1007
5	61.54	Ei	551 695	Tasavalta	1953	Protestanttinen	2028
6	7.52	Kyllä	41 258	Tasavalta	309	Katolinen	875
7	16.49	Ei	41 526	Monarkia	625	Protestanttinen	2200
8	58.13	Ei	301 230	Tasavalta	1809	Katolinen	2541
9	10.61	Ei	92 391	Monarkia	203	Katolinen	788
10	5.32	Kyllä	338 145	Tasavalta	367	Protestanttinen	902
11	3.32	Ei	103 125	Tasavalta	215	Katolinen	756
12	56.16	Kyllä	504 782	Monarkia	1029	Katolinen	1009
13	3.05	Kyllä	39 250	Tasavalta	1121	Protestanttinen	802
14	4.40	Kyllä	38 316	Tasavalta	255	Katolinen	2225
15	5.51	Ei	43 094	Monarkia	212	Protestanttinen	668
16	28.15	Kyllä	499 352	Monarkia	2355	Protestanttinen	1725
17	8.45	Kyllä	68 752	Monarkia	1479	Katolinen	907
18	48.29	Kyllä	30 575	Tasavalta	2566	Protestanttinen	1655
19	3.07	Ei	537 625	Tasavalta	218	Katolinen	640
20	6.10	Ei	62 258	Monarkia	1209	Protestanttinen	725

KYSYMYYS 1: Millä maalla, joka on monikielinen ja jonka korkein pinnankohta on yli 1000 m, on eniten asukkaita?

Kuva 2.15. Esimerkki tiedonhakutehtävästä ja yhdestä kysymyksestä (taulukko: maat).

2.5.7 Luetun muistaminen

Luetun muistamisen tehtävä mittaa pitkäkestoiseen semanttiseen muistiin tallettamista ja muistista hakua, luetun ymmärtämistä ja oppimista.

Luetun muistamisen tehtävä perustuu Johanna Kaakisen (Turun yliopisto) kehittämään tehtävään. Tehtävässä koehenkilöt lukivat asiapitoisen kolmesivuisen tekstin, joka käsitteli joko erilaisia uhanalaisia kasvilajeja, harvinaisia sairauksia tai etäisiä pikkuvaltioita. Käsitellyt kasvit, sairaudet ja valtiot ovat yleisesti tuntemattomia, jotta tehtävä todella mittaisi uuden tiedon prosessointia eikä aiempaa tietoa voisi hyödyntää. Koehenkilöt ohjeistettiin lukemaan teksti ja painamaan mieleensä mahdollisimman monta asiaa etukäteen ilmoitettua kasvilajia, sairautta tai valtiota koskien. Myöhemmin he saivat palauttaa mieleensä ja kirjoittaa näppäimistöllä tekstinkäsittelyohjelmaan (Wordpad, Microsoft) kaiken mitä ko. kasvilajista, sairaudesta tai valtiosta tekstin perusteella muistivat.

Lukemiseen annettiin aikaa 6 minuuttia ja palautusvaiheen kirjoittamiseen 4 minuuttia. Mieleen painamisen ja palauttamisen välillä oli aikaa noin 27 minuuttia, ja se käytettiin prosessointia kuormittavaan tehtävään (x-kirjainten laskeminen). Näin varmistettiin, etteivät koehenkilöt pystyneet aktiivisesti kertaamaan ja ylläpitämään luettua materiaalia lyhytkestoisessa muistissa lukemisen ja palautuksen välillä, vaan muistipalautus perustui pitkäkestoisen muistin hyödyntämiseen.

Suorituksista analysoitiin muistettujen kohdelauseiden määrä niin, että maksimipistemäärä oli 10.

2.6 Kyselyt

Koehenkilöt vastasivat kyselyihin ennen lämpöaltistuksen alkua, lämpöaltistuksen alussa, totuttautumisen jälkeen, ennen taukoa, tauon jälkeen ja tutkimuksen lopussa. Näin kartoitettiin koehenkilöiden olotilassa tapahtuvia mahdollisia muutoksia lämpöaltistuksen jatkuessa. Kyselyissä käytettyjä elementtejä (ks. alla) yhdistettiin eri vaiheissa. Osaa kysymyksistä toistettiin kokeen aikana, jotta saataisiin tietoa ajallisista vaihteluista olotilassa.

Kyselyt on persoonallisuuskyselyä lukuun ottamatta esitetty kokonaisuudessaan liitteissä 4–7. Lämpötuntemuskysely tehtiin paperisena ja kaikki muut kyselyt toteutettiin tietokoneella nettikyselyinä (Digium).

Lämpötuntemusta mitattiin kokonaistuntemuksena (kuva 2.16) seitsenportaisella jatkuvalla asteikolla: kylmä, viileä, hieman viileä, neutraali, hieman lämmin, lämmin ja kuuma (ISO 7730; Fanger, 1973). Lisäksi lämpötuntemusta kysyttiin paikallisesti eri kehonosittain seitsenportaisella asteikolla (asteikon tasojen nimitykset samat kuin edellä).

Väsymistä kartoitettiin muokatulla SOFI-kyselyllä (kuva 2.17), josta käytettiin henkistä työtä tyypittäviä faktoreita vireystila (uneliaisuus), energian puute ja motivaation puute (Åhsberg, Gamberale ja Kjellberg, 1995; Åhsberg, Gamberale ja Gustafsson, 1998). Kustakin faktorista käytettiin kolmea muuttujaa. Tulosten analyysistä jätettiin pois sellaiset koehenkilöt, jotka olivat arvioineet nukkuneensa jommankumman koepäivän edellä riittävästi mutta toisen edellä liian vähän. Näin varmistettiin, etteivät altistusta edeltävät alkuarvot eri koetilanteissa poikenneet liiaksi toisistaan.

Päivämäärä _____ Koehenkilönumero _____

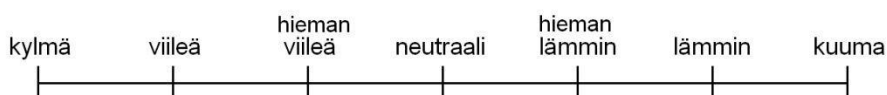
1

Vastaa alla olevaan kysymykseen piirtämällä pystyviiva asteikolle. Viiva voi olla myös pykälien välissä esimerkin mukaisesti.

Esim.



Onko olosi tällä hetkellä



Kuva 2.16. Lämpötuntemuskysely, jossa käytettiin jatkuvaa asteikkoa.

Arvioi tämänhetkistä oloasi:

	Ei lainkaan	Vähän	Jonkin verran	Melko paljon	Paljon
unelias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
loppuunkulunut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
innoton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
haukotuttava	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
uupunut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
piittaamaton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
raukea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
väsähtänyt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
passiivinen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kuva 2.17. Muokattu SOFI-kysely.

Työn kuormittavuutta mitattiin tehtäväkohtaisesti kuuden osion NASA-TLX (Task Load Index) -kyselyllä ilman erillisiä merkityksellisyyspainokertoimia (Hart ja Staveland, 1988; Moroney, Biers ja Eggemeier, 1995). Kuusi mitattavaa osiota ovat työtehtävän henkinen vaativuus, fyysinen vaativuus, ajallinen vaativuus, suoriutuminen, tarvittava ponnistelu ja turhautuminen (kuva 2.18).

Oireiden osalta mitattiin päänsärkyä, nenän vuotamista tai tukkoisuutta, kurkun kuivumista ja silmien kuivumista tai ärtymistä. Oireiden analyysien osalta siitepöly- tms. allergiasta kärsineet koehenkilöt jätettiin pois. Lisäksi kysyttiin koehenkilöiden hikoilusta koepäivän kuluessa. Työympäristön olosuhteiden häiritsevyyttä kartoitettiin muun muassa lämpötilan, vetoisuuden, ilman tunkkaisuuden ja kuivuuden, valaistuksen, hajujen, äänien sekä ergonomian osalta.

Lisäksi kysyttiin tehtävien haasteellisuudesta ja mielenkiintoisuudesta, motivaatiosta tehtävien tekemiseen, olosuhteiden sopivuudesta kokonaisuudessaan, keskittymisestä ja valmiudesta työskennellä pitkiä aikoja tehokkaasti vastaavissa olosuhteissa.

Persoonallisuutta mitattiin viiden suuren persoonallisuuspiirteen teoriaan perustuvalla 60 muuttujan Short Five (S5) -kyselyllä (kuva 2.19; Lönnqvist, Verkasalo, Leikas, 2008; Konstabel ym, 2011). Persoonallisuusmittaus ei liittynyt suoranaisesti tutkittaviin lämpöoloihin, vaan se tehtiin, jotta voitaisiin tutkia samalla mahdollista neuroottisuuspiirteen yhteyttä yleiseen meluherkkyyteen. Koehenkilöiden meluherkkyyttä kartoitettiin lyhennetyin NOISE-Q-kyselyn työfaktorilla, joka sisälsi neljä muuttujaa (Schutte ym., 2007).

Tutkittavilta kysyttiin lisäksi hikoilu- ja kylmäherkkyyttä kymmenellä kysymyksellä sekä lämpötilan liian ilmeisen korostamisen välttämiseksi muutamia muita olosuhteita, kuten vetoa tai valaistusta, koskevia herkkyyksikysymyksiä (ns. "dummy"-kysymykset).

1. Oliko tehtävä helppo ja yksinkertainen vai vaativa ja monimutkainen.
Kuinka paljon tehtävä vaati päätöksentekoa, ajattelua, etsimistä, muistamista, laskemista jne.?

HENKINEN VAATIMUSTASO



2. Kuinka paljon tehtävä vaati fyysistä toimintaa esim. kantamista, nappien painamista jne.?

FYYSINEN VAATIMUSTASO



3. Oliko tehtävä hidas-, sopiva- vai nopearytmisen?

AJALLINEN VAATIMUSTASO



4. Kuinka hyvin mielestäsi suoriuduit tehtävästä?

SUORITUS



5. Kuinka paljon sinun täytyi ponnistella henkisesti ja fyysisesti suorituksen aikana?

PONNISTELU



6. Olitko rasittunut ja turhautunut vai rentoutunut ja tyytyväinen tehtävän suorituksen aikana?

TURHAUTUMINEN



Kuva 2.18. Kuormittavuuskysely NASA-TLX.

Arvioi, missä määrin seuraavat väitteet pätevät sinuun. Valitse sopivin vastausvaihtoehto.

	Kuvaus on täysin väärä.	Kuvaus on enimmäkseen väärä.	Kuvaus on enemmän väärä kuin oikea.	En tiedä, en osaa sanoa.	Kuvaus on enemmän oikea kuin väärä.	Kuvaus on enimmäkseen oikea.	Kuvaus on täysin oikea.
Olen usein hermostunut, tunnen levottomuutta ja pelkoa sekä olen huolissani siitä, että asiat voivat mennä vikaan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pidän ihmisistä; ystäväystyn helposti ja olen ystävällinen ja avoin myös seurustellessani vieraiden kanssa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Minulla on vilkas mielikuvitus. Pidän kuvittelemisesta ja annan mielelläni ajatusteni vaeltaa vapaasti.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kuva 2.19. Esimerkki persoonallisuuskysely S5:n kysymyksistä.

2.7 Tilastolliset analyysit

Tutkimuksessa kerätty data analysoitiin PASW-ohjelmalla (PASW Statistics 18, SPSS Inc). Parametristen menetelmien edellyttämän normaalijakaumaoletuksen toteutuminen testattiin Shapiro–Wilkillä ja jakaumien sijaintia verrattiin toistettujen mittausten t-testillä (esim. yksi mitta-arvo koehenkilöltä kummassakin lämpötilassa) tai toistettujen mittausten varianssianalyysillä (esim. useampia mitta-arvoja eri aikoina kummassakin lämpötilassa) tai tarvittaessa niiden epäparametrisilla vastineilla, Wilcoxonin ja Friedmanin testeillä. Toistettujen mittausten varianssianalyysin osalta muuttujan eri tasojen (esim. eri mittausajankohtien) erotusten varianssien homogeenisuus tarkistettiin Mauchlyn sfäärisyystestillä. Mikäli varianssit poikkesivat merkittävästi, tuloksiin tehtiin tilastollista virhepäätelmän todennäköisyyttä vähentävä vapausasteiden korjaus (Greenhouse–Geisser). Jatkovertailuille suoritettiin Benjamini-Hochberg -korjaukset.

Tiedonhakutehtävän osalta tarkastelut suoritettiin tutkimusasetelmasta johtuen ryhmien välisenä käyttäen riippumattomien otosten t-testiä (varianssien homogeenisuustarkistus Levenen testillä) ja epäparametrista Mann–Whitneyn U-testiä.

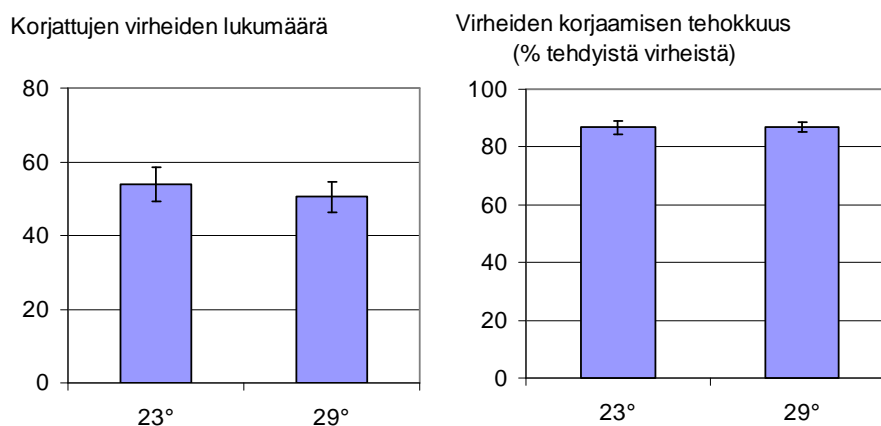
Kaikissa merkitsevyytestauksissa kriteerinä käytettiin p-arvoa 0.05.

3 TULOKSET

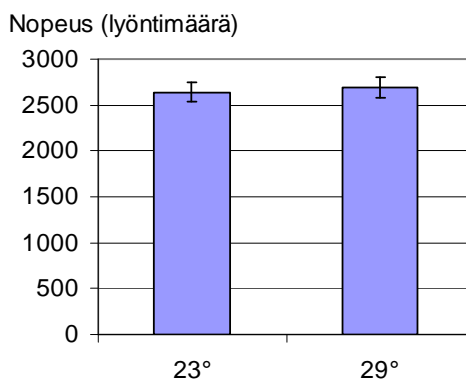
3.1 Objektiivinen työsuoriutuminen

3.1.1 Konekirjoitus

Lämpötilalla ei ollut vaikutusta konekirjoitustehtävään kokonaisuutena. Lämpötilalla oli vaikutusta, kun katsottiin pelkästään tehtyjen kirjoitusvirheiden korjaamista ($t(32)=2.44$, $p<.05$). Neutraalissa lämpötilassa korjattiin enemmän virheitä kuin lämpimässä (Kuva 3.1). Tämä näyttäisi kuitenkin johtuvan siitä, että neutraalissa lämpötilassa myös tehtiin hieman enemmän virheitä kuin lämpimässä ($t(32)=1.89$, $p=.07$). Jos tarkastellaan virheiden korjaamista virheiden määrään suhteutettuna, ei lämpötiloilla ole eroa ($p=.98$), vaan molemmissa korjattiin noin 87 % tehdyistä kirjoitusvirheistä. Erot lämpötilojen välillä heijastavat siis eroa suoritusstrategiassa, mutta ei suorituksen lopputuloksessa. Motoriseen kirjoitusnopeuteen lämpötilan ei todettu vaikuttavan tilastollisesti merkitsevästi (Kuva 3.2.).



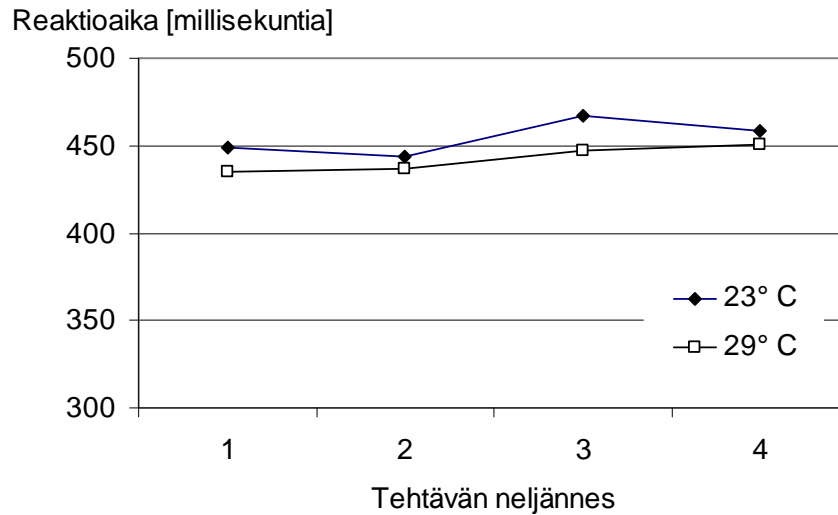
Kuva 3.1. Korjattujen lyöntivirheiden lukumäärä (vas.) sekä virheiden korjaaminen suhteutettuna tehtyjen virheiden määrään (oik.) konekirjoitustehtävässä. Keskiarvot ja niiden keskivirheet.



Kuva 3.2. Lyöntien määrä konekirjoitustehtävässä. Keskiarvot ja keskivirheet.

3.1.2 Vigilanssi

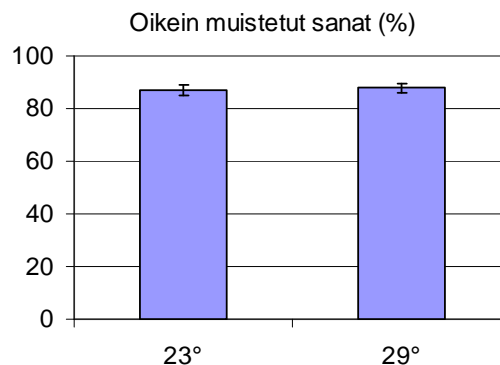
Vigilanssitehtävässä lämpötilan vaikutukset olivat vähäisiä. Vigilanssitehtävässä reaktioajat nopeutuivat lämpimässä, mutta kyseessä oli ainoastaan keskimäärin 12 millisekunnin parannus, joka ei ole tilastollisesti ($p=.21$) eikä käytännöllisesti merkitsevä (Kuva 3.3). Onnistumisprosentti oli molemmissa lämpötiloissa lähes 100 %.



Kuva 3.3. Keskimääräiset reaktioajat vigilanssitehtävän neljäsosittain. Tehtävän kokonaiskesto 13 minuuttia.

3.1.3 Sanat ja laskut

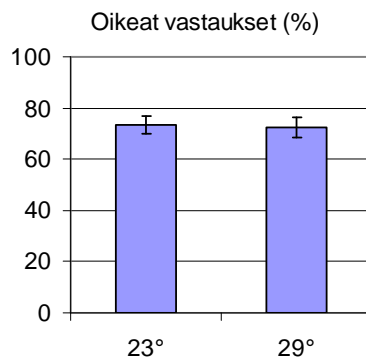
Sanat ja laskut tehtävässä lämpötilan vaikutukset olivat vähäisiä. Sanat ja laskut -tehtävän laskut osoittautuivat koehenkilöille liian vaikeiksi. Laskutehtäviä koskeva 85 %:n onnistumiskriteeri pudotti peräti puolet (16) koehenkilöistä pois tulosanalyysistä. Analyysissä käytettiin siksi maltillisempaa 75 % onnistumiskriteeriä, mikä pudotti enää 6 henkilöä pois analyysistä. Sanojen muistamisessa ei todettu merkitsevää eroa lämpötilojen välillä ($p=.52$; Kuva 3.4).



Kuva 3.4. Oikein muistetut sanat Sanat ja laskut -tehtävässä. Keskiarvot ja niiden keskivirheet.

3.1.4 X-kirjainten laskeminen

X-kirjainten laskemisessa ei havaittu lämpötilan vaikutusta ($p=.67$; Kuva 3.5).



Kuva 3.5. Oikeat vastaukset X-kirjainten laskemisessa. Keskiarvot ja niiden keskivirheet.

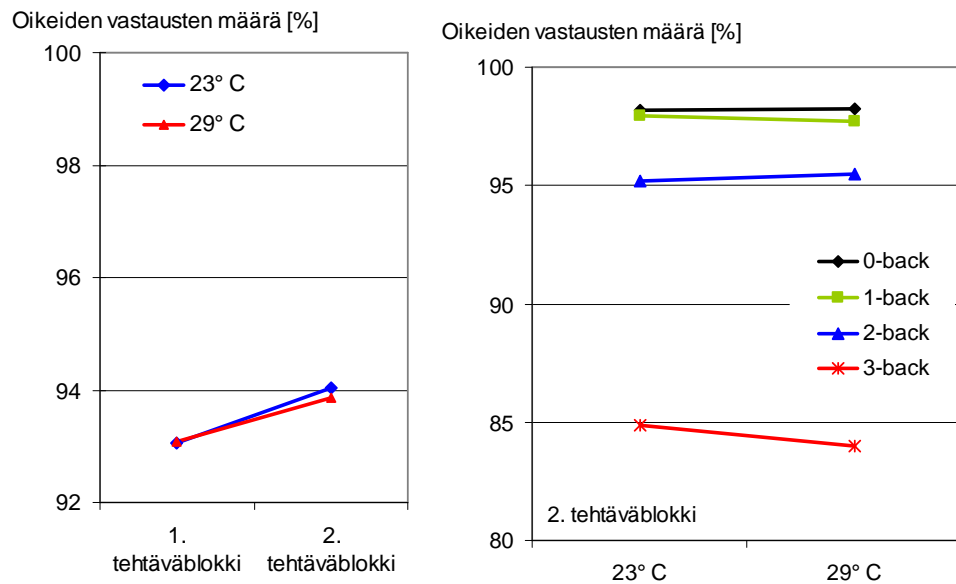
3.1.5 N-back

N-back -tehtävän analyysi oli monimutkainen, koska tehtävästä analysoitiin erikseen tarkkuutta ja reaktioaikoja. Lämpötilan lisäksi huomioitiin 4 vaativuustasoa (0-3-back) ja ajan vaikutus (tehtävä suoritettiin 2 kertaa koepäivän aikana). Lisäksi analyysiin sisällytettiin lämpötilojen suoritusjärjestys, koska tehtävässä todettiin merkittäviä oppimisvaikutuksia ajan suhteen. [Toistettujen mittausten varianssianalyysi 2 (lämpötila) x 2 (suoritus alussa vs lopussa) x 4 (N-back -tasot) x 2 (lämpötilajärjestys, ryhmien välinen muuttuja)]. N-back-tehtävän analyysistä poistettiin 3 poikkeavaa henkilöä.

3.1.5.1 Tarkkuus

Lämpötilalla ei ollut suoraa vaikutusta tarkkuuteen ($p=.14$). Lämpötilalla ja altistusajalla oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevä yhteisvaikutus tarkkuuteen siten, että kokeen alkupuolella lämpötilalla ei ollut vaikutusta, mutta kokeen loppupuolella suoriutuminen oli hieman parempaa lämpötilassa 23 °C kuin lämpötilassa 29 °C ($F_{1,28}=19.31$, $p<.001$; Kuva 3.6). Tarkkuuden ero lämpötilojen välillä on kuitenkin niin pieni (noin 0,2 %), ettei sillä ole käytännön merkitystä.

Lämpötilalla ja N-back-tasolla ei ollut yhteisvaikutusta eli eri vaikeustasoista suoriuduttiin samalla tavalla molemmissa lämpötiloissa ($p=.28$). Lämpötilalla, altistusajalla ja N-back-tasolla oli kuitenkin yhteisvaikutus ($F_{1,34}=28.20$, $p<.001$), jonka tarkempi tarkastelu osoitti, että lämpötilan vaikutus eri N-back-tasoihin tuli esiin vasta kokeen loppupuolella ($p<.001$) altistusajan oltua pitempi. 0-back ja 2-back -tasoilla suoriutuminen oli hieman heikompaa lämpötilassa 23 °C ($p<.01$), kun taas 1-back- ja 3-back-tasojen suorittaminen oli heikompaa lämpötilassa 29 °C ($p<.001$). Kaikki erot olivat kuitenkin yhden prosenttiyksikön sisällä eli varsin pieniä.



Kuva 3.6. Vasemmalla suoriutumisen tarkkuus koko N-back tehtävässä koepäivän alku- ja loppupuolella (tehtäväblokki 1 ja 2) eri lämpötiloissa. Oikealla lämpötilan vaikutus tehtävän eri vaikeustasoilla kokeen loppupuolella.

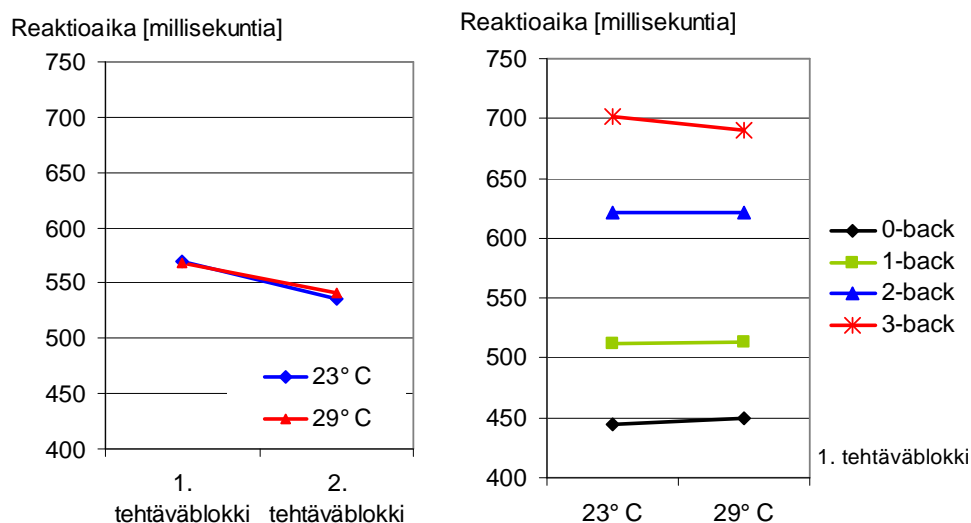
3.1.5.2 Reaktioaika

Lämpötilalla ei ollut suoraa vaikutusta N-back-tehtävän reaktioaikoihin ($p=.10$). Sen sijaan lämpötilalla oli yhteisvaikutus altistusajan kanssa ($F_{1,28}=13.43$, $p=.001$, Kuva 3.7).

Molemmassa lämpötiloissa tapahtui reaktioaikojen nopeutumista eli tehtäväsuorituksen parantumista kokeen aikana. Tarkempi tarkastelu osoitti, että reaktioajat eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi kokeen alkupuolella ($p=.39$), mutta kokeen loppupuolella reaktioajat olivat nopeampia lämpötilassa 23 °C kuin lämpötilassa 29 °C ($p<.001$). Toisin sanoen lämpötilassa 23 °C tehtävän oppiminen oli tehokkaampaa. Erot reaktioajoissa ovat kuitenkin ajallisesti pieniä.

Lämpötilan ja N-back -tason yhteisvaikutus reaktioaikoihin oli lähellä merkitsevää ($p=.08$; Kuva 3.8). Lämpötilalla, altistusajalla ja N-back-tasolla oli yhteisvaikutus ($F_{1,35}=7.82$, $p=.005$), josta ilmeni että toisin kuin tarkkuuden kohdalla, lämpötilalla oli vaikutusta N-back-tasojen reaktioaikoihin kokeen alussa ($p<.001$), mutta ei enää kokeen loppupuolella ($p=.27$). Alkupuolen suorituksessa 0-backin reaktioajat olivat nopeampia lämpötilassa 23 °C ($p<.001$), kun taas 3-back-tasolla reaktioajat olivat nopeampia lämpötilassa 29 °C ($p<.01$). Lämpötilojen välillä ei ollut eroa 1- ja 2-back-tasoilla.

Reaktioaikojen mittaluokan arvioimiseksi todettakoon, että ihmisen keskimääräinen reaktioaika yksinkertaiseen ärsykkeeseen on noin 200 ms. Reaktioaikatutkimuksissa jo alle 50 ms mittaluokassa olevat muutokset ovat usein merkittäviä indikaattoreita kognitiivisen suoriutumisen kuormittumisesta tai tehtävän vaativuudesta.



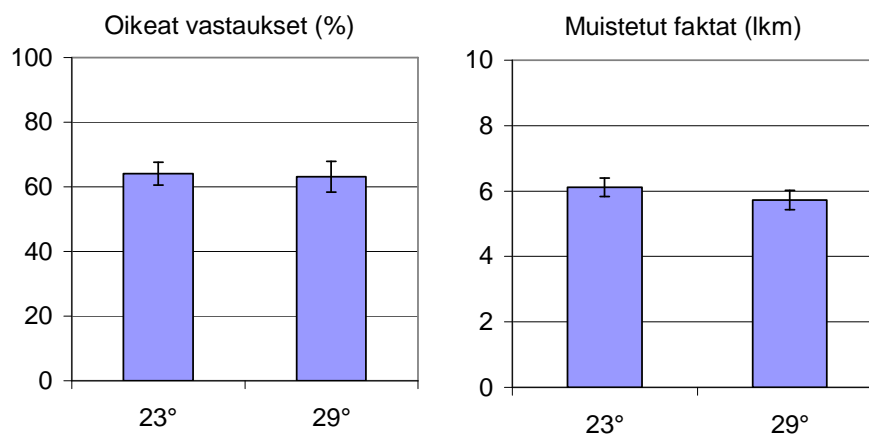
Kuva 3.7. Keskimääräiset reaktioajat N-back -tehtävässä. Vasemmalla reaktioajat eri lämpötiloissa kokeen alku- ja loppupuolella (1. ja 2. tehtäväblokki). Oikealla reaktioajat tehtävän eri vaikeustasoilla kokeen alkupuolella.

3.1.6 Tiedonhaku

Tiedonhakutehtävässä ($p=.87$) ei havaittu lämpötilan vaikutuksia (Kuva 3.8). Tiedonhaussa oli mahdollista käyttää ainoastaan 28 koehenkilön tuloksia yhdelle ryhmälle sattuneesta ohjelmahäiriöstä johtuen. Tehtävässä ei tosin odotettukaan merkittäviä lämpötilan vaikutuksia. Tehtävää käytettiin lähinnä täytetehtävänä lämpötilaan totuttautumisvaiheessa toisena testipäivänä. Analyysimenetelmä oli ryhmien välinen.

3.1.7 Luetun muistaminen

Luetun muistamistehtävässä ($p=.28$) ei havaittu lämpötilan vaikutuksia (Kuva 3.8).



Kuva 3.8. Suoriutuminen tiedonhakutehtävässä (vas.) ja luetun muistamisessa (oik.). Keskiarvot ja niiden keskivirheet.

3.2 Itsearvioitu työsuoriutuminen ja kuormittuminen

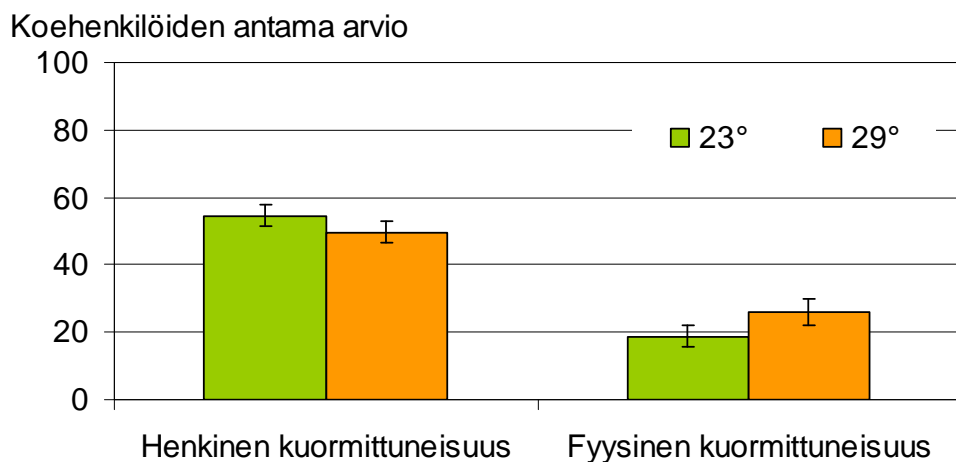
Lämpötilalla oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus arvioon koepäivän fyysisestä kuormittavuudesta ($Z=-2.118$, $p=.034$; Kuva 3.9). Kuormittavuusarviot kasvoivat keskimäärin noin 40 % verrattuna 23 °C lämpötilaan.

Henkisen kuormittumisen ($p=.09$) tai itsearvioitun suoriutumistason ($p=.21$) osalta lämpötilojen välillä ei ollut eroa (Kuvat 3.9 ja 3.10).

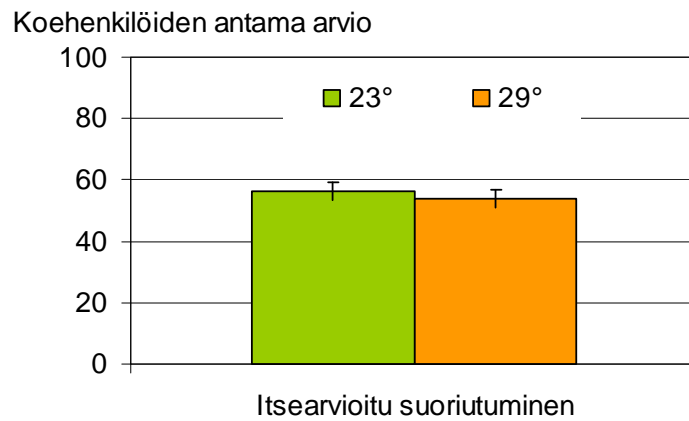
Tehtäväkohtaisessa tarkastelussa lämpötilalla oli vaikutusta koettuun kuormittavuuteen ainoastaan luetun muistamistehtävän lukemisvaiheessa ($Z=-2.475$, $p=.013$; Kuva 3.11). Lämpimissä olosuhteissa koehenkilöt kokivat, että lukemisessa joutui kiirehtimään ($p=.046$) ja ponnistelemaan ($p=.029$) enemmän.

Arviot tehtävien haasteellisuudesta ja mielenkiintoisuudesta tai tyytyväisyys omaan suoritukseen eivät riippuneet lämpötilasta.

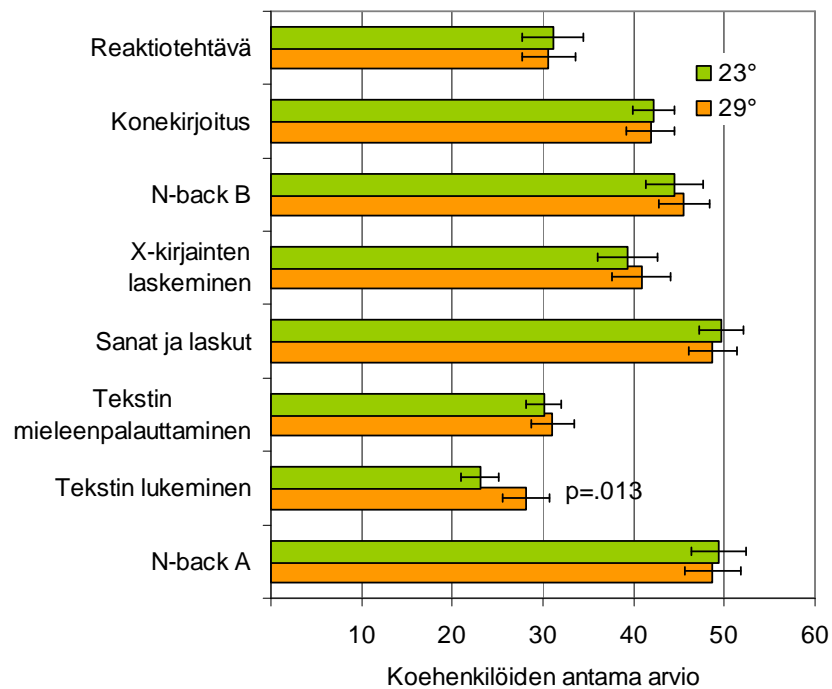
Keskittymisvaikeudet lisääntyivät lämpimässä altistusajan pidentyessä siten, että 2,0 tunnin ja 3,5 tunnin altistuksen jälkeen keskittymisvaikeuksia oli enemmän kuin kokeen alussa ($p=.01$). Kahden tunnin jälkeen keskittymisvaikeudet pysyivät kuitenkin samalla tasolla. Viileämmässä lämpötilassa altistusajalla ei ollut vaikutusta keskittymiseen. (Kuva 3.12.)



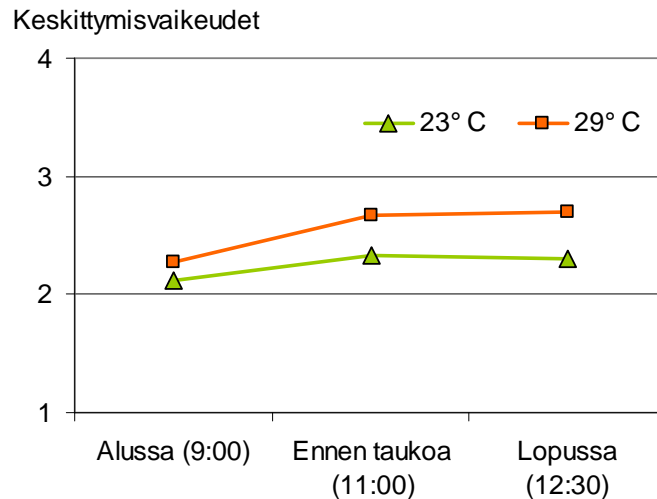
Kuva 3.9. Henkinen ja fyysinen kuormittuneisuus koko koepäivän osalta lämpötiloittain. Keskiarvot ja niiden keskivirheet. Arvion asteikko oli 0 - 100.



Kuva 3.10. Itsearvioitu suoriutuminen koko koepäivän osalta lämpötiloittain. Keskiarvot ja niiden keskivirheet. Arvion asteikko: 0 erittäin huonosti, 100 erittäin hyvin.



Kuva 3.11. Tehtäväkohtainen kokonaiskuormittuneisuus lämpötiloittain NASA-TLX mittarin mukaan. Keskiarvot ja niiden keskivirheet. Muiden paitsi tekstin lukemisen kohdalla erot eivät olleet merkitseviä. Arvion (summamuuttuja) asteikko 0 - 100.



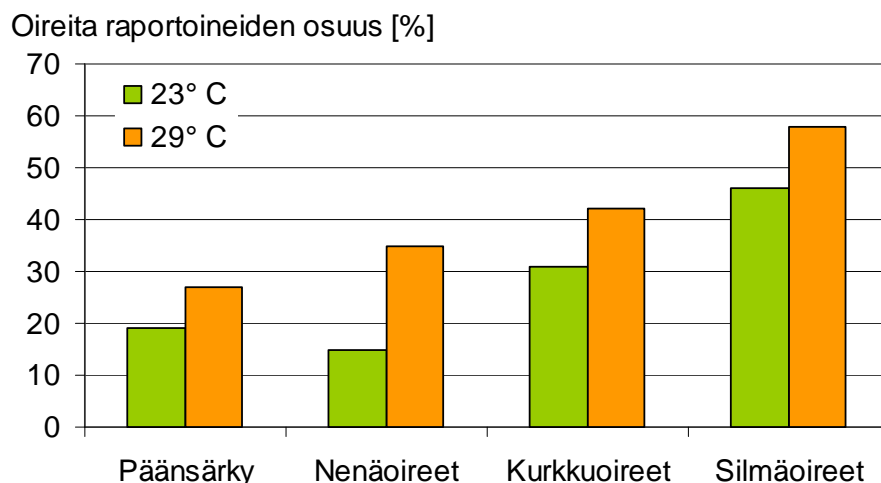
Kuva 3.12. Itsearviot vaikeudesta keskittyä tehtäviin eri ajankohtina ja eri lämpötiloissa. Asteikko: 1 täysin eri mieltä, 4 täysin samaa mieltä.

3.3 Koetut oireet ja hikoilu

Päänsärkyä sekä nenä-, silmä- ja kurkkuoireita esiintyi pääosin hyvin lievinä molemmissa lämpötiloissa. Koetilanteiden lopussa oireilua ilmeni hieman enemmän korkeammassa lämpötilassa, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (Kuva 3.13). Nenäoireiden esiintymisessä oli lähes tilastollisesti merkitsevä ero ($p=.06$) ja oireita raportoivien määrä yli kaksinkertaistui lämpimämmässä lämpötilassa. Suurin osa näistäkin oireista oli lieviä, sijoittuen "vain vähän" -vastausvaihtoehtoon. Analyyseistä poistettiin allergioita taustatiedoissa raportoineet henkilöt, jotta tulos kuvaisi mahdollisimman luotettavasti lämpötilan vaikutusta.

Oireiden analyysissä kontrolloitiin alkukyselyn avulla myös se, oliko koehenkilöillä oireita jo ennen koetilanteen alkua, muista syistä johtuen. Alku- ja loppukyselyn tuloksia verrattaessa ilmeni, että kurkun kuivuminen lisääntyi koetilanteen aikana korkeammassa lämpötilassa ($p=.03$), mutta ei viileämmässä. Silmäoireet lisääntyivät molemmissa lämpötiloissa kokeen aikana ($p<.05$). Tämä saattoi johtua esim. intensiivisestä näyttöpäätetyöskentelystä. Päänsärky lisääntyminen kokeen aikana oli lähes tilastollisesti merkitsevää lämpimässä ($p=.06$), kun taas viileämmässä lämpötilassa päänsärky ei lisääntynyt kokeen aikana. Nenäoireissa ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia, kun alkutilanne otettiin huomioon.

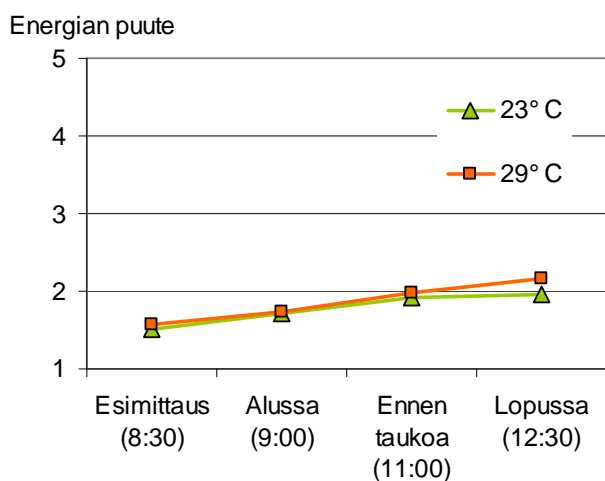
Koehenkilöt hikoilivat merkitsevästi enemmän lämpimässä ($p<.001$). Hikoilu kasvoi lämpimään totuttauduttaessa ensimmäisen 65 minuutin aikana ($p<.001$) mutta pysyi sen jälkeen tasaisena. Tämän pohjalta voidaan ajatella, että fysiologisen lämpötilaan sopeutumisen kannalta valittu totuttautumisaika (1 tuntia) ja kokeen kokonaiskesto (4 tuntia) olivat riittävän pitkiä.



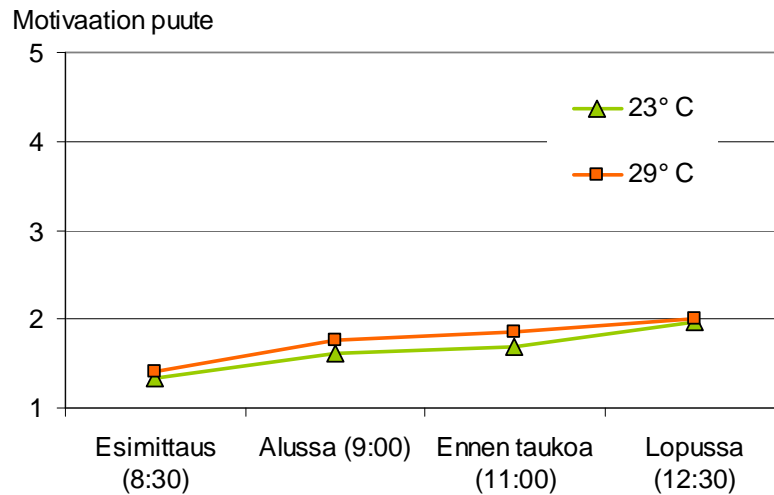
Kuva 3.13. Oireita raportoineiden koehenkilöiden osuus [%] lämpötiloittain koetilanteen lopussa (N=26). Taulukosta on poistettu allergioita taustatiedoissa raportoineet henkilöt. Oireilu oli pääosin hyvin lievää. Lämpötilojen välillä ei ole tilastollisesti merkitseviä eroja.

3.4 Väsymys ja motivaatio

Väsymyksen osatekijöitä tarkasteltiin SOFIN avulla. Lämpötilat eivät eronneet kokonaisväsymyksessä eivätkä millään kolmesta pääfaktorista (motivaatio, energisyys, vireys). Altistusajalla oli kuitenkin lämpimässä voimakkaampi vaikutus koettuun energisyyteen: Koettu energisyys väheni molemmissa lämpötiloissa ($p < .05$), mutta 23 asteessa energiatason lasku pysähtyi 2 tunnin altistuksen jälkeen, kun taas 29 asteessa energiataso laski koko kokeen ajan (Kuva 3.14). Myös motivaatio laski kokeen aikana, mutta ilmiö oli samanlainen molemmissa lämpötiloissa (Kuva 3.15).



Kuva 3.14. Energian puute lämpötiloittain koepäivän kuluessa. Asteikko 1 ei lainkaan, 5 erittäin paljon.



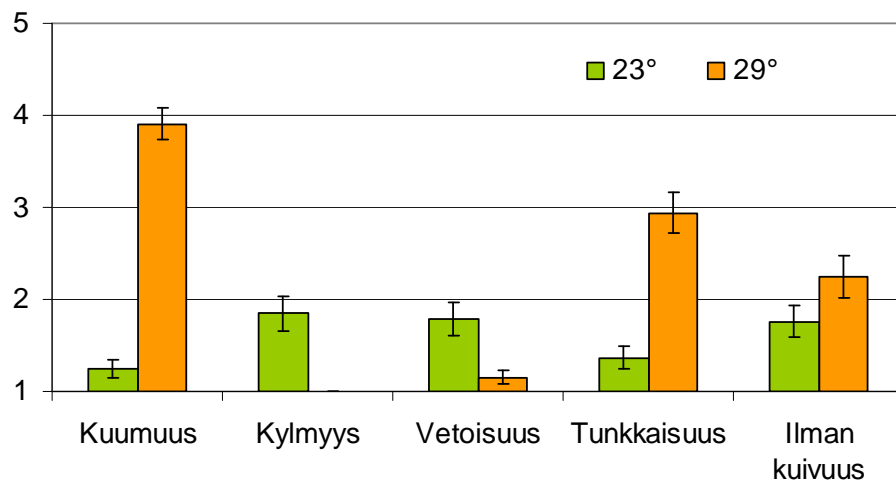
Kuva 3.15. Motivaation puute lämpötiloittain koepäivän kuluessa. Asteikko 1 ei lainkaan, 5 paljon.

3.4 Koetut työskentelyolosuhteet

Kokeen lopussa koehenkilöt arvioivat eri sisäympäristötekijöiden häiritsevyyttä koko koepäivän osalta. Kuumuus ja tunkkaisuus ($p < .001$) sekä ilman kuivuus ($p < .05$) häiritsivät merkittävästi enemmän lämpimässä. Kylmyyttä ($p < .001$) ja vetoisuutta ($p < .01$) koettiin sen sijaan merkittävästi enemmän 23 asteessa, joskin niiden häiritsevyys oli siinäkin varsin alhaisella tasolla. (Kuva 3.16.)

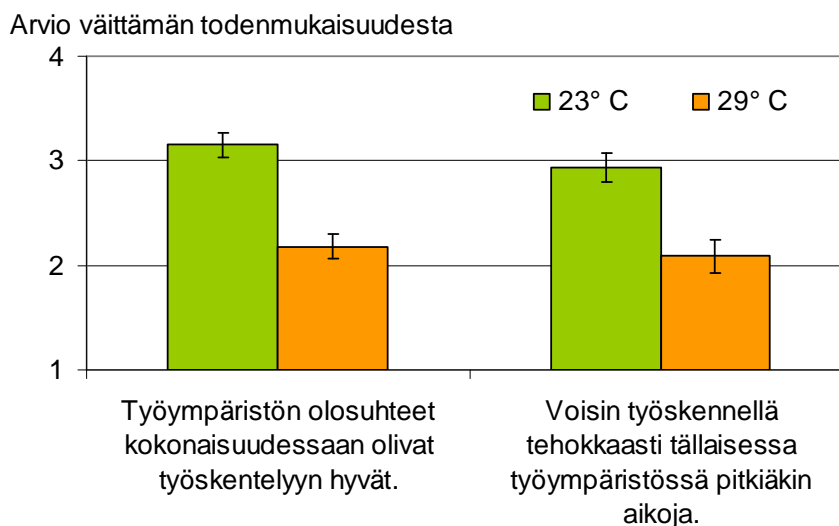
Arviot valaistuksen, melun, hajujen, ergonomian tai toisten ihmisten läsnäolon häiritsevyydestä eivät eronneet eri lämpötiloissa ja olivat keskimäärin hyvin alhaisia.

Koettu häiritsevyys kokeen aikana



Kuva 3.16. Huoneilman eri tekijöiden arvioitu häiritsevyys eri lämpötiloissa kokeen lopussa. Keskiarvot ja niiden keskivirheet. Kaikki erot ovat tilastollisesti merkitseviä. Asteikko: 1 Ei lainkaan, 5 Erittäin paljon.

Kokonaisuudessaan työskentelyolosuhteet arvioitiin 23 asteessa lämpötilassa merkitsevästi paremmiksi ($Z=-4.590$, $p<.001$): 84.8 % tutkittavista piti olosuhteita hyvinä 23 asteessa, kun 29 asteessa ainoastaan 27.3 % katsoi ne hyväksi. Olosuhteet arvioitiin 23 asteessa myös merkitsevästi paremmiksi pitkäkestoiseen työskentelyyn ($Z=-4.007$, $p<.001$). (Kuva 3.17)



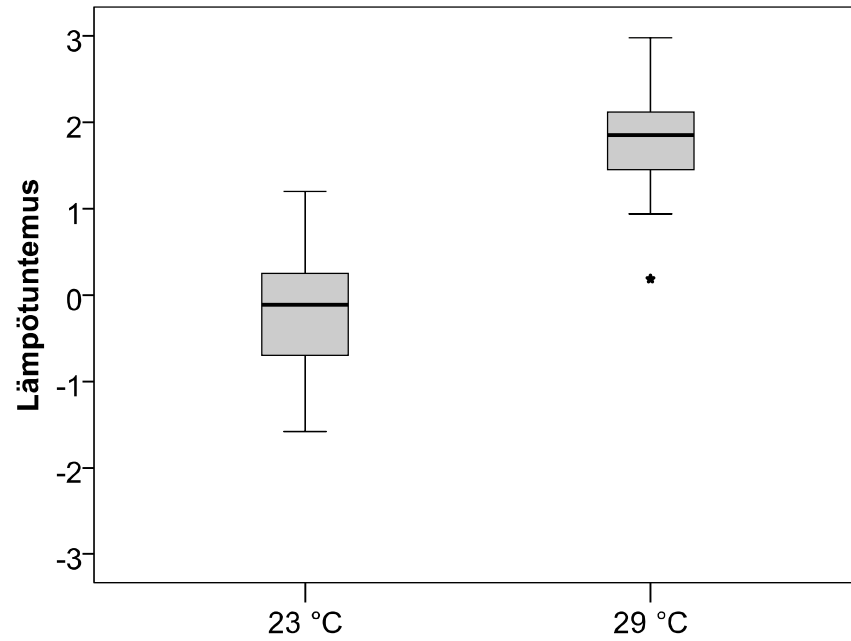
Kuva 3.17. Tyytyväisyys työskentelyolosuhteisiin eri lämpötiloissa. Keskiarvot ja niiden keskivirheet. Kaikki erot ovat tilastollisesti merkitseviä. Asteikko: 1 Täysin eri mieltä, 4 Täysin samaa mieltä.

3.5 Lämpötuntemukset

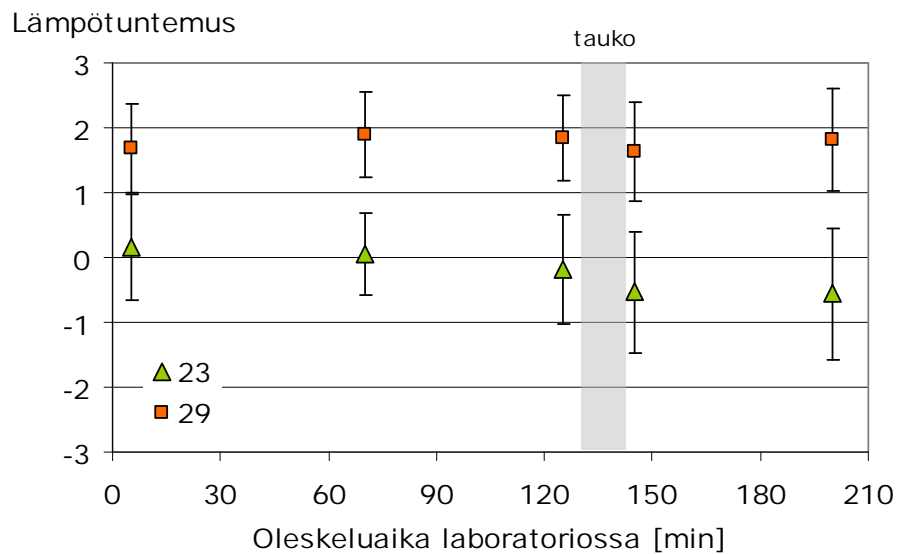
Koehenkilöiden lämpötuntemus erosi merkitsevästi eri lämpötiloissa: 23 °C koettiin keskimäärin neutraaliksi ja 29 °C lämpimäksi ($F_{1,32}=224.49$, $p<.001$, kuva 3.18).

Lämpötuntemuksen mittausajankohdalla ja lämpötilalla oli yhteisvaikutus ($F_{2,69}=6.24$, $p=.003$). Lämpötuntemus muuttui altistusajan myötä eri tavalla eri lämpötiloissa (kuva 3.19). Lämpötuntemus pysyi tasaisena 29 asteessa ($p>.05$), mutta laski loppua kohden 23 asteessa ($p<.001$). Jatkovertailut osoittivat, että tilastollisesti merkitsevä muutos tapahtui 3. ja 4. lämpöviihtyvyykselyn välillä eli tauon aikana, minkä jälkeen tuntemus pysyi tasaisena. Toisin sanoen noin 4 tunnin kokeessa 23 asteen lämpötila koettiin viimeisen tunnin aikana aavistuksen viileämmäksi kuin edeltävien tuntien aikana.

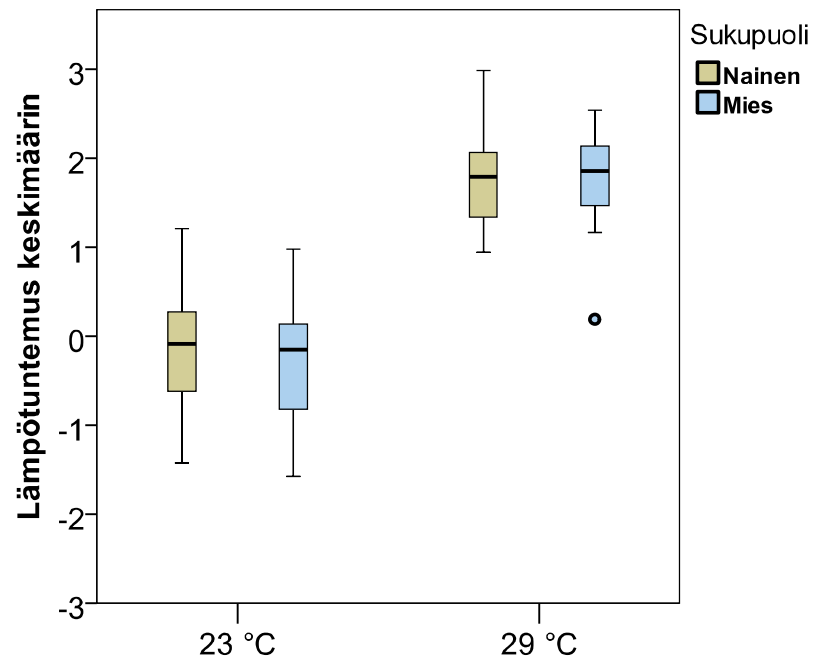
Sukupuolen ja lämpöviihtyvyyden välillä todettiin yhteisvaikutus ($F_{1,31}=9.37$, $p=.005$): molemmat sukupuolet kokivat 29 asteen lämpötilan yhtä lämpimäksi, mutta naiset kokivat 23 °C lämpötilan viileämmäksi kuin miehet ($p=.004$, kuva 3.20). Sukupuolen päävaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p=.09$) eli sukupuolella ei ollut merkitystä molemmissa lämpötiloissa. Loppukyselyssä 56 % naisista ja 82 % miehistä piti 23 °C:n lämpötilaa sopivana. Lämpimämpää piti sopivana vain 6 % naisista ja 12 % miehistä.



Kuva 3.18. Lämpötuntemus keskimäärin koko kokeen aikana eri koelämpötiloissa. Jatkuva asteikko: -3 kylmä, -2 viileä, -1 hieman viileä, 0 neutraali, 1 hieman lämmin, 2 lämmin ja 3 kuuma.



Kuva 3.19. Lämpötuntemus ajan funktiona eri koelämpötiloissa. Asteikko kuten kuvassa 3.18. Jatkuva asteikko: -3 kylmä, -2 viileä, -1 hieman viileä, 0 neutraali, 1 hieman lämmin, 2 lämmin ja 3 kuuma.



Kuva 3.20. Sukupuolten ero lämpötuntemuksessa keskimäärin koko kokeen aikana eri koelämpötiloissa. Jatkuva asteikko: -3 kylmä, -2 viileä, -1 hieman viileä, 0 neutraali, 1 hieman lämmin, 2 lämmin ja 3 kuuma.

4 POHDIINTA

Lämpötilalla oli odotettua vähemmän vaikutusta kognitiiviseen suoriutumiseen. Konekirjoitustehtävässä ilmeni yllättävä ero tehtävän suoritustavassa, sillä viileämmässä lämpötilassa tehtiin enemmän kirjoitusvirheitä kuin lämpimämmässä lämpötilassa. Virheiden korjaaminen oli kuitenkin yhtä tehokasta eikä varsinaisessa lopputuloksessa ollut eroa. Toisin sanoen, ero tuli esille motorisissa, ei niinkään tarkkaavaisuuteen liittyvissä toiminnoissa.

Tarkkuudesta vigilanssitehtävässä ei voi tehdä tarkkaavaisuutta koskevia päätelmiä, sillä koehenkilöt suoriutuivat lähellä maksimaalista tasoa. Tehtävä ei siis ollut heille kyllin haastava, vaan reaktiota edellyttävän signaalin havaitseminen oli todennäköisesti liian helppoa. Myös tehtävän suhteellisen lyhyellä kestolla saattoi olla merkitystä.

Muistisuoriutumisen osalta N-back-tehtävä antaa viitteitä työmuistin kuormittumisesta lämpimässä lämpötilassa. Lämpötilalla ei kuitenkaan ollut suoraa vaikutusta suoritukseen, vaan vaikutus tuli esille vasta, kun lämpötilaa ja altistusajaa tarkasteltiin yhdessä. Sekä suorituksen tarkkuudessa että reaktioajoissa todettiin lievää heikentymistä lämpimämmässä lämpötilassa, kun tehtävä suoritettiin reilun 2 tunnin altistuksen jälkeen, mutta ei kokeen alkupuolella. N-back-tehtävässä havaitut suorituskyvyn laskut ovat kokonaisuudessaan kuitenkin sen verran vähäisiä, ettei niillä juuri ole käytännöllistä merkitystä.

Muut muistitehtävät eivät tue N-back-tehtävästä saatuja tuloksia korkeamman lämpötilan haitallisista vaikutuksista. Todennäköisesti 29 °C lämpötilan vaikutukset muistitoimintoihin ovat vähäisiä. Pitkäkestoiseen muistiin ja luetun oppimiseen testatuilla lämpötiloilla ei havaittu olevan vaikutusta ($p=.28$).

Tehtävien ominaisuudet saattavat osittain selittää tuloksia. X-kirjainten laskemisen tehtävässä koehenkilöiden suorituksissa oli runsaasti hajontaa: jotkut koehenkilöt paransivat suoritustaan huomattavasti lämpimässä, jotkut puolestaan viileässä. Kyseessä ei ollut oppimisvaikutus, sillä tulosten paraneminen ei liittynyt systemaattisesti koepäivän järjestykseen. Tämä voi viitata siihen, että yhdenmukaisesta ohjeistuksesta huolimatta koehenkilöiden laskustrategia muuttui eri tehtäväkerroilla. Suoritustaso tehtävässä on hyvin riippuvainen valitusta strategiasta. Toinen mahdollinen selitys on, että suoriutuminen tässä tehtävässä on altista joillekin sellaisille tuntemattomille satunnaistekijöille, joita tutkimuksessa ei pystytty kontrolloimaan. Toisin sanoen, muut tekijät saattoivat vaikuttaa tehtävän suoritukseen enemmän kuin lämpötila, estäen lämpötilan mahdollisen vaikutuksen havaitsemisen.

Tiedonhakutehtävä oli tässä kokeessa tilastolliselta voimaltaan liian heikko, jotta tuloksista voisi tehdä vakuuttavia päätelmiä suuntaan tai toiseen. Tutkimusasetelmasta johtuen tiedonhaun tulokset oli analysoitava ryhmien välisin menetelmin, jolloin otoskoko jäi pieneksi. Lisäksi tehtävä tehtiin aivan kokeen alussa harjoittelujakson jälkeen, jolloin lämpötila-altistus oli ajallisesti vähäisempi kuin muissa tehtävissä.

Koehenkilöiden oma arvio suoriutumisestaan vastasi objektiivisten tehtävien antamia tuloksia: koehenkilöt arvioivat suoritustasonsa pysyneen samana testatuissa olosuhteissa. He kuitenkin kokivat koepäivän lämpimässä kokonaisuudessaan fyysisesti kuormittavammaksi. Sen sijaan yksittäisten tehtävien kuormittavuudessa he eivät arvioineet olevan muutoksia lukemista lukuun ottamatta. Koska tulos on näin poikkeuksellisen yksittäinen, saattaa kyse olla pelkästä satunnaistuloksesta (tilastolliseen merkitsevyydestäukseen sisältyy aina virheen mahdollisuus; käytetyllä merkitsevyydellä $p=.05$ tällaisen virheen todennäköisyys on 5 %).

Tutkimuksessa käytetty tehtäväkohtainen kuormittavuuskysely, NASA-TLX, ei välttämättä ole paras mittari olosuhteiden kuormittavuuden vertailuun, sillä se on kehitetty mittaamaan ensisijaisesti tehtävien tai tehtävätyyppien välistä kuormituseroa. Olosuhteiden kuormittavuutta tulisi lähinnä kysyä koko päivän ajalta eikä erikseen jokaisen tehtävän jälkeen.

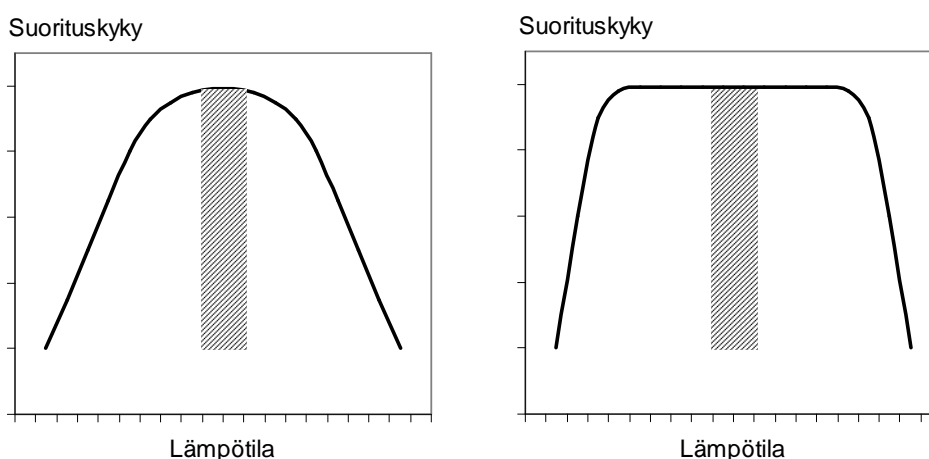
Subjektivistä viihtyvyyttä ja oireita mittaavista kysymyksistä saatiin jonkin verran viitteitä lämpimämmän lämpötilan haittavaikutuksista. Vaikka oireita esiintyi pääosin hyvin lievinä, on merkittävää, että jo 3,5 tunnin altistusajalla havaittiin päänsäryn ja nenäoireiden lisääntymistä.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Korkealla lämpötilalla (29 °C) ei ollut merkittävää vaikutusta työsuorittamiseen 4 tunnin tarkastelujaksolla. Tulokset eivät tue Seppäsen ym. (2003) mallia, jonka mukaan 29 asteessa työsuoritus on selvästi alhaisempi verrattuna neutraaliin 23 asteen lämpötilaan.

Korkeamman lämpötilan vaikutus koettuun viihtyvyyteen oli suuri. Vain kymmenesosa tutkittavista koki korkeamman lämpötilan sopivaksi. Korkeampi lämpötila koettiin myös fyysisesti kuormittavammaksi. Lämpötilalla oli vaikutusta myös somaattiseen oireiluun, mikä ilmeni päänsäryn ja nenäoireiden lievänä lisääntymisenä. Korkeampi lämpötila osoittautui myös hienoisesti väsyttävämmäksi. Koehenkilöt itse arvioivat korkeamman lämpötilan olosuhteet sopimattomiksi pitkäaikaiseen tehokkaaseen työskentelyyn.

Tutkimustulokset tukevat Yerkes-Dodsonin mallin sijaan (kuva 1.2) maksimaalisen sopeutumisen mallia lämpötilavälillä 23-29 °C (*Maximal Adaptability Model*, Hancock & Vasmatazidis 1998; Kuva 5.1). Mallin mukaan optimilämpötilan ulkopuolella psyykkisiä resursseja käytetään stressivaikutusten kompensoimiseen, mikä mahdollistaa suoriutumisen ylläpitämisen optimitasolla. Sopeutumiseen käytetty energia heijastuu tällöin ensisijassa subjektiivisiin kuormittuneisuutta mittaviin mittareihin. Sopeutuminen on mahdollista tiettyyn lämpötilan raja-arvoon asti, jonka ulkopuolella myös objektiivinen suoriutuminen romahtaa nopeasti. Tässä kokeessa käytetty lämpötila 29 °C oli todennäköisesti tätä raja-arvoa alempana, koska suoriutuminen ei muuttunut neutraaliin lämpötilaan nähden. Subjektiivisissa mittareissa nähdyt viihtyvyyden ja kuormittuneisuuden muutokset kuitenkin viittaavat siihen, että suoriutumisen osalta lämpötila ei ollut optimialueella, vaan edellytti psyykkisten resurssien käyttöä lämpötilan stressivaikutusten kompensoimiseen.



Kuva 5.1. Vasemmalla vireystilamalli (Yerkes-Dodson, 1908) ja oikealla maksimaalisen sopeutumisen malli (Hancock & Vasmatazidis 1998). Optimaalinen lämpötila on merkitty harmaalla.

Voidaan perustellusti ajatella, että lämpötilan vaikutukset ovat yhteydessä altistusaikaan. Mitä korkeampi lämpötila on, sitä lyhyemmän aikaa ihminen voi pinnistelemällä ylläpitää optimaalista suoritustasoaan. Tietojemme mukaan kirjallisuudessa ei ole esitetty mallia, joka pyrkisi täsmentämään lämpötilan työsuoritusvaikutuksia yhdistettynä altistusaikaan.

Kokeessa käytettiin puolikasta työpäivää vastaavaa tutkimusaikaa, joka on laboratoriokoeasetelmia ajatellen pitkä. Korkean lämpötilan vaikutukset luultavasti kasvavat altistusajan kasvaessa. On mahdollista, että täyspitkän työpäivän kuluessa olosuhteiden vaikutus näkyisi suoriutumisessakin. Korkean lämpötilan jatkuessa useiden työpäivien ajan on mahdollista, että subjektiivisesti koettu rasitus ja epämiellyttävyys välittyy lopulta myös varsinaiseen työtehoon, työmotivaatioon, taukojen pitämiseen sen ollessa mahdollista tai poissaoloihin. Lisäksi on mahdollista, että lämpöoloihin liittyvät oireet pääsevät pidemmällä aikavälillä kehittymään siten, että niillä on subjektiivista ja terveydellistä haittaa.

On merkillepantavaa, että eri sisäympäristötekijät vaikuttavat työsuoriutumiseen eri mekanismien kautta. Esimerkiksi toimistojen puhemelun negatiiviset vaikutukset työmuistin toimintaan ilmenevät välittömästi. Lämpötilan kohdalla puolestaan altistusajalla vaikuttaisi olevan keskeinen merkitys eikä lämpötilan haittavaikutus ole samalla tavoin täsmennettävissä yhdentyypisiin kognitiivisiin toimintoihin.

6 KIITOKSET

Kiitämme Johanna Kaakista Turun yliopiston käyttäytymistieteiden ja filosofian laitokselta materiaalien antamisesta pitkäkestoisen muistin tehtävään, PST Jan-Erik Lönnqvistiä sekä FT Markku Verkasaloa Helsingin yliopiston käyttäytymistieteiden laitokselta Short Five (S5) -kyselystä ja tohtorikoulutettava Helena Jahnckeä Gävlen yliopistosta tiedonhakutehtävän alkuperäisistä materiaaleista. Lisäksi kiitämme pilottikokeisiin osallistuneita työtisläisiä.

KIRJALLISUUS

- Allen, M. A., & Fischer, G. J. (1978). Ambient temperature effects on paired associate learning. *Ergonomics*, 21, 95-101.
- Alm, O., Witterseh, T., Clausen, G., Toftum, J., & Fanger, P. O. (1999). The impact on human perception of simultaneous exposure to thermal load, low-frequency ventilation noise and indoor air pollution. *Proceedings of 8th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*, 270-275.
- Armstrong, C. G., & Kenney, W. L. (1993). Effects of age and acclimation on responses to passive heat exposure. *Journal of Applied Physiology*, 75, 2162-2167.
- Baddeley, A. D. (1972). Selective attention and performance in dangerous environments. *British Journal of Psychology*, 63, 537-546.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. Teoksessa Bower, G. H. (toim.). *The Psychology of learning and motivation*. Academic Press, New York.
- Bedford, T. (1936). The warmth factor in comfort at work: A physiological study of heating and ventilation. *Medical Research Council's Industrial Health Research Board Report 76*.
- Berglund L, Gonzales R, Gagge A. (1990). Predicted human performance decrement from thermal discomfort and ET*. *Proceedings of the fifth international conference on indoor air quality and climate, Toronto, Canada, vol 1:215-220*.
- Beshir, M. Y., & Ramsey, J. D. (1981). Comparison between male and female subjective estimates of thermal effects and sensations. *Applied Ergonomics*, 12, 29-33.
- Blagden, C. (1775). Experiments and observations in a heated room. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 65, 111-123.
- Chiles, W. D. (1958). Effects of elevated temperatures on performance of a complex mental task. *Ergonomics*, 2, 89-96.
- Cian, C., Koulmann, N., Barraud, P. A., Raphel, C., Jimenez, C., & Melin, B. (2000). Influences of variations in body hydration on cognitive function: Effect of hyperhydration, heat stress, and exercise-induced dehydration. *Journal of Psychophysiology*, 14, 29-36.
- Clausen, G., Carrick, L, Fanger, P. O., Kim, S. W., Poulsen, T., & Rindel, J. H. (1993). A comparative study of discomfort caused by indoor air pollution, thermal load and noise. *Indoor Air*, 3, 255-262.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks. A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 769-786.
- Crump, M. J. C., & Logan, G. D. (2010). Hierarchical control and skilled typing: Evidence for word-level control over the execution of individual keystrokes. *Journal of Experimental Psychology*, 36, 1369-1380.
- Daanen, H. A. M., Vliert, E. van de, & Huang, X. (2003). Driving performance in cold, warm, and thermoneutral environments. *Applied Ergonomics*, 34, 597-602.
- Das-Smaal, E. A., de Jong, P. F., & Koopmans, J. R. (1993). Working memory, attentional regulation and the star counting test. *Personality and Individual Differences*, 14, 815-824.
- de Jong, P. F. & Das-Smaal, E. A. (1990). The star counting test: An attention test for children. *Personality and Individual Differences*, 11, 597-604.
- de Jong, P. F. (1995). Assessment of Attention: Further validation of the star counting test. *European Journal of Psychological Assessment*, 11, 89-97.
- Easterbrook, J. A. (1959). The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. *Psychological Review*, 66, 187-201.
- Enander, A. E. (1989). Effects of thermal stress on human performance. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 15, 27-33.
- Epstein, Y., Keren, G., Moisseiev, J., Gasko, O., & Yachin, S. (1980). Psychomotor deterioration during exposure to heat. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 51, 607-610.
- Faerevik, H., & Reinertsen, R. E. (2003). Effects of wearing aircrew protective clothing on physiological and cognitive responses under various ambient conditions. *Ergonomics*, 46, 780-799.
- Fang, L., Wyon, D. P., Clausen, G., & Fanger, P. O. (2004). Impact of indoor air temperature and humidity in an office on perceived air quality, SBS symptoms and performance. *Indoor Air*, 14, 74-81.

Fanger, P. O. (1973). Assessment of man's thermal comfort in practice. *British Journal of Industrial Medicine*, 30, 313-324.

Federspiel C. Liu, G. Lahiff. M. et al. (2002). Worker performance and ventilation: of individual data for call-center workers. *Proceeding of Indoor Air 2002*, pp. 796-801.

Gaillard, A. W. K. (2001). Stress, workload, and fatigue as three biobehavioral states. A general overview. Teoksessa Hancock, P. A., & Desmond, P. A. (toim.). *Stress, workload, and fatigue*. L. Erlbaum Associates, Mahwah New Jersey.

Galinsky, T. L., Rosa, R. R., Warm, J. S., & Dember, W. N. (1993). Psychophysical determinants of stress in sustained attention. *Human Factors*, 35, 603-614.

Gaoua, N., Racinais, S., Grantham, J., & Massioui, F. El (2011). Alterations in cognitive performance during passive hyperthermia are task dependent. *International Journal of Hyperthermia*, 27, 1-9.

Givoni, B., & Rim, Y. (1962). Effect of the thermal environment and psychological factors upon subjects' responses and performance of mental work. *Ergonomics*, 5, 99-114.

Gray, J. R., Chabris, C. F., & Braver, T. S. (2003). Neural mechanisms of general fluid intelligence. *Nature Neuroscience*, 6, 316-322.

Griffit, W., & Veitch, R. (1971). Hot and crowded: Influence of population density and temperature on interpersonal affective behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17, 92-98.

Haldane, J. S. (1905). The influence of high air temperatures. *The Journal of Hygiene*, 5, 494-513.

Hancock P. A. (1982). Mitigation of performance decrement in transient extreme heat. *Proceedings of the Human Factors Society*, 26, 137-141.

Hancock, P. A. (1983). The effect of an induced selective increase in head temperature upon performance of a simple mental task. *Human Factors*, 25, 441-448.

Hancock, P. A., & Warm, J. S. (1989). A dynamic model of stress and sustained attention. *Human Factors*, 31, 519-537.

Hancock, P. A., Ross, J. M., & Szalma, J. L. (2007). A meta-analysis of performance response under thermal stressors. *Human Factors*, 49, 851-877.

Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (task load index). Results of empirical and theoretical research. Teoksessa Hancock, P. A., & Meshkati, N. (toim.) *Human Mental Workload*. North Holland Press, Amsterdam.

Hygge, S., & Knez, I. (2001). Effects of noise, heat and indoor lighting on cognitive performance and self-reported affect. *Journal of Environmental Psychology*, 21, 291-299.

Häggblom, H., Hongisto, V., Haapakangas, A., & Koskela, H. (2011). Lämpötilan vaikutus työsuorittamiseen toimisto-olosuhteissa - laboratoriotutkimus. Sisäympäristölaboratorio, Turku, Työterveyslaitos, Helsinki.

ISO 7730 (2005). Ergonomics of the thermal environment. Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. International Organisation for Standardisation, Genève.

Jaakkola, J. J. K., Heinonen, O. P., & Seppänen, O. (1989). Sick building syndrome, sensation of dryness and thermal comfort in relation to room temperature in an office building: Need for individual control of temperature. *Environment International*, 15, 163-168.

Jahncke, H., & Halin, N. (2011 julkaistavaksi jätetty käsikirjoitus). Performance, fatigue and stress in open-plan offices. The effects of noise and restoration on hearing impaired and normal hearing individuals.

Johansson C. (1975). Mental and perceptual performance in heat. Report D4:1975. Building research council. Sweden. 283 p.

Juvonen, R (2011a). Pieni Merihevonen. www.lastenmaa.net/00010594-pieni-merihevonen 15.4.2011.

Juvonen, R (2011b). Kultainen syksypuu. www.lastenmaa.net/00010592-kultainen-syksypuu 15.4.2011.

Kahl, J. K. (2005). Room temperature and task effects on arousal, comfort and performance. *University of Wisconsin-La Crosse Journal of Undergraduate Research*, 8.

Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Prentice-Hall, Englewood Cliff New Jersey.

Karjalainen, S. (2007). Gender differences in thermal comfort and use of thermostats in everyday thermal environments. *Building and Environment*, 42, 1594-1603.

Konstabel, K., Lönnqvist, J.-E., Walkowitz, G., Konstabel, K., & Verkasalo, M. (2011). The 'Short Five' (S5). Measuring personality traits using comprehensive single items. *European Journal of Personality*. Artikkelijulkaisu ensin sähköisenä 17.2.2011.

- Lan, L., Wargocki, P., Wyon, D. P., Lian, Z. (2011). Effects of thermal discomfort in an office on perceived air quality, SBS symptoms, physiological responses, and human performance. *Indoor Air*. Artikkelijulkaisu ensin sähköisenä 18.4.2011.
- Lazarus, R.S. (1966). *Psychological stress and the coping process*. McGraw-Hill, New York.
- Leibowitz, H. W., Abernethy, C. N., Buskirk, E. R., Bar-or, O., & Hennessy, R. T. (1972). The effect of heat stress on reaction time to centrally and peripherally presented stimuli. *Human Factors*, 14, 155-160.
- Link J, Pepler R. (1970). Associated fluctuations in daily temperature, productivity and absenteeism. No 2167 RP-57, ASHRAE Transactions 1970. Vol 76, Part II, pp. 326-337.
- Lönnqvist, J.-E., Verkasalo, M., & Leikas, S. (2008). Viiden suuren persoonallisuusfaktorin 10, 60, ja 300 osion julkiset mittarit. *Psykologia*, 43, 328-341.
- Mackworth, N. H. (1946) Effects of heat on wireless telegraphy operators hearing and recording morse messages. *British Journal of Industrial Medicine*, 3, 143-158.
- Matthews, G. (2001). Levels of transaction. A cognitive science framework for operator stress. Teoksessa Hancock, P. A., & Desmond, P. A. (toim.). *Stress, workload, and fatigue*. L. Erlbaum Associates, Mahwah New Jersey.
- Matthews, G., Davies, D. R., & Lees, J. L. (1990). Arousal, extraversion and individual differences in resource availability. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59, 150-168.
- Meese G, Kok R, Lewis M, Wyon D. (1984). A laboratory study of the effects of moderate thermal stress on the performance of factory workers. *Ergonomics*, vol 27, 1:19-43.
- Meese, G. B., Lewis, M. I., Wyon, D. P., & Kok, R. (1984). A laboratory study of the effects of moderate thermal stress on the performance of factory workers. *Ergonomics*, 27, 19-43.
- Mendell, M. J., & Mirer, A. G. (2009). Indoor thermal factors and symptoms in office workers: Findings from the US EPA BASE study. *Indoor Air*, 19, 291-302.
- Moroney, W. F., Biers, D. W., & Eggemeier, F. T. (1995). Some measurement and methodological considerations in the application of subjective workload measurement techniques. *The International Journal of Aviation Psychology*, 5, 87-106.
- Niemelä R, Hannula M, Rautio S, Reijula K, Railio J. (2002). The effect of indoor air temperature on labour productivity in call centers - a case study. *Energy and Buildings*. 34:759-764.
- Niemelä R, Railio J, Hannula M, Rautio S, Reijula K. (2001). Assessing the effect of indoor environment on productivity. *Proceedings of Clima 2000 Conference in Napoli*.
- Niemelä, R., Hannula, M., Rautio, S., Reijula, K., & Railio, J. (2002). The effect of air temperature on labour productivity in call centres - a case study. *Energy and Buildings*, 34, 759-764.
- Nunneley, S. A., Dowd, P. J., Myhre, L. G., Stribley, R. F., & McNee, R. C. (1979). Tracking-task performance during heat stress simulating cockpit conditions in high-performance aircraft. *Ergonomics*, 22, 549-555.
- Pardo-Vasquez, J. L., & Fernandez-Rey, J. (2008). External validation of the computerized, group administrable adaptation of the "operation span task". *Behavior Research Methods*, 40, 46-54.
- Parsons, K. C. (2002). The effects of gender, acclimation state, the opportunity to adjust clothing and physical disability on requirements for thermal comfort. *Energy and Buildings*, 34, 593-599.
- Peccolo, C. (1962). The effect of thermal environment on learning: A pilot study. Väitöskirja. University of Iowa, Iowa.
- Pellerin, N., & Candas, V. (2003). Combined effects of temperature and noise on human discomfort. *Physiology & Behavior*, 78, 99-106.
- Pepler R, Warner R. (1968). Temperature and Learning: An experimental study. Paper No 2089. Transactions of ASHRAE annual meeting, Lacey Placid, 1967, pp. 211-219.
- Pilcher, J. J., Nadler, E., & Busch, C. (2002). Effects of hot and cold temperature exposure on performance: A meta-analytic review. *Ergonomics*, 45, 682-698.
- Ramsey, J. D., Halcomb, C. G., & Kassouny, M. (1972). Effects of cyclical temperature on vigilance performance. Texas Tech University, Lubbock.
- Razmjou, S. (1996). Mental workload in heat: Toward a framework for analyses of stress states. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 67, 530-538.
- Razmjou, S., & Kjellberg, A. (1992). Sustained attention and serial responding in heat: Mental effort in the control of performance. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 63, 594-601.

- Reilly, R. E., & Parker, J. F. Jr. (1988). Effect of heat stress and prolonged activity on perceptual-motor performance. NASA CR-1153. Arlington, Virginia.
- Rumelhart, D. E., & Norman D. A. (1982). Simulating a skilled typist: A study of skilled cognitive-motor performance. *Cognitive Science* 6, 1-36.
- Salthouse, T. A. (1986). Perceptual, cognitive, and motoric aspects of transcription typing. *Psychological Bulletin*, 99, 303-319.
- Sanders, A. F. (1983). Towards a model of stress and human performance. *Acta Psychologica*, 53, 61-97.
- Schutte, M., Marks, A., Wenning, E., & Griefahn B. (2007). The development of the noise sensitivity questionnaire. *Noise Health*, 9, 15-24.
- Seppänen O, Fisk WJ, Faulkner D. (2003). Cost benefit analysis of the night-time ventilative cooling. In: *Proceedings of the Healthy Buildings 2003 Conference, Singapore 2003*.
- Shoenfeld, Y., Udassin, R., Shapiro, Y., Ohri, A., & Sohar, E. (1978). Age and sex difference in response to short exposure to extreme dry heat. *Journal of Applied Physiology*, 44, 1-4.
- Spence, K. W. (1951). Theoretical interpretations of learning. Teoksessa Stevens, S. S. (toim.). *Handbook of experimental psychology*. Wiley, New York.
- Szinnai, G., Schachinger, H., Arnaud, M. J., Linder, L., & Keller, U. (2005). Effect of water deprivation on cognitive-motor performance in healthy men and women. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 289, R275-R280.
- Tanabe, S., & Nishihara, N. (2004). Productivity and fatigue. *Indoor Air*, 14, 126-133.
- Tanaka, M., Ohnaka, T., Yamazaki, S., & Tochihara, Y. (1987). The effects of different vertical air temperatures on mental performance. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 48, 494-498.
- Teichner, W. H. (1974). The detection of a simple visual signal as a function of time of watch. *Human Factors*, 16, 339-353.
- Temple, J. G., Warm, J. S., Dember, W. N., Jones, K. S., Lagrange, C. M., & Matthews, G. (2000). The effects of signal salience and caffeine on performance, workload, and stress in an abbreviated vigilance task. *Human Factors*, 42, 183-194.
- Tikusis, P., Keefe, A. A., Keillor, J., Grant, S. & Johnson, R. F. (2002). Investigation of rifle marksmanship on simulated targets during thermal discomfort. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 73, 1176-1183.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.
- Unsworth, N., Heitz, R. P., Schrock, J. C., & Engle, R. W. (2005). An automated version of the operation span task. *Behavior Research Methods*, 37, 498-505.
- Warm, J. S., Parasuraman, R., & Matthews, G. (2008). Vigilance requires hard mental work and is stressful. *Human Factors*, 50, 433-441.
- Vasmatzidis, I., Schlegel, R. E., & Hancock, P. A. (2002). An investigation of heat stress effects on time-sharing performance. *Ergonomics*, 45, 218-239.
- Vernon, H. M., & Warner, C. G. (1932) The influence of the humidity of the air on capacity for work at high temperatures. *Journal of Hygiene*, 32, 431-462.
- Wickens, C.D. (1991). Processing resources and attention. Teoksessa Damos, D. L. (toim.). *Multiple-task performance*. Taylor & Francis, Washington DC.
- Witterseh, T., Wyon, D. P., & Clausen, G. (2004). The effects of moderate heat stress and open-plan office noise distraction on SBS symptoms and on the performance of office work. *Indoor Air*, 14, 30-40.
- Wright, K. P. Jr., Hull, J. T., & Czeisler, C. A. (2002). Relationship between alertness, performance, and body temperature in humans. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 283, R1370-R1377.
- Wyon DP. (1996). Individual microclimate control: Required range, probable benefits and current feasibility. *Proceedings of 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Indoor Air '96*. Nagoya, Japan, Vol 2, pp. 27-36.
- Wyon, D. P., Fanger, P. O., Olesen, B. W., & Pedersen, C. J. (1975). The mental performance of subjects clothed for comfort at two different air temperatures. *Ergonomics*, 18, 359-374.
- Yerkes, R. M., & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology of Psychology*, 18, 459-482.

Zukowska, D., Melikov, A. and Popiolek, Z. (2007) Thermal plume above a simulated sitting person with different complexity of body geometry, Proceedings of the 10th International Conference on Air Distribution in Rooms - Roomvent 2007, June 2007, Helsinki, Finland, Vol. 3, p. 191-198

Åhsberg, E., Gamberale, F., & Gustafsson, K. (1998) Upplevd trötthet efter mentalt arbete. En experimentell utvärdering av ett mätinstrument. *Arbete och Hälsa*, 1998:8.

Åhsberg, E., Gamberale, F., & Kjellberg, A. (1995). Upplevd trötthetskvalitet vid olika arbetsuppgifter. Utveckling av ett mätinstrument. *Arbete och Hälsa*, 1995:20.

LIITE 1. PMV- JA PPD -MALLI

L1.1. Mallien kuvaus ja tavoite

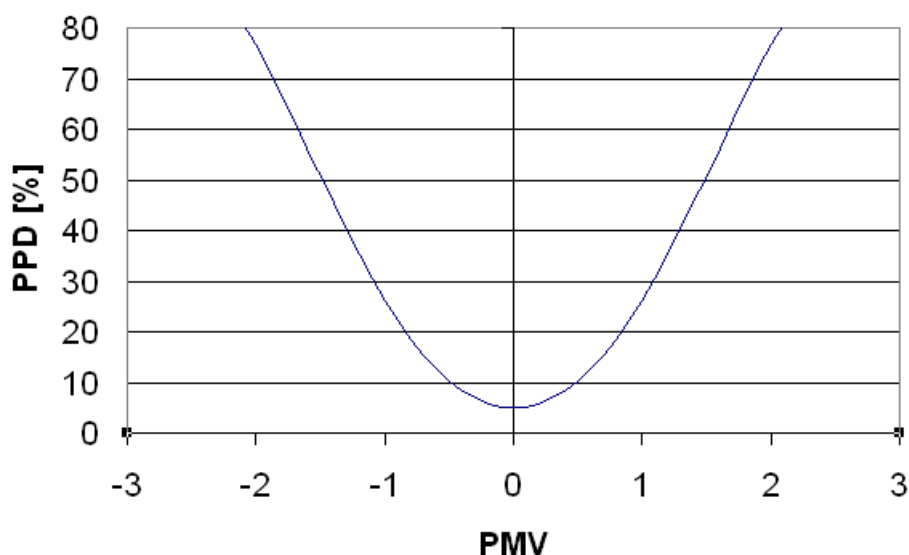
Tutkimuksessa käytettyjä kahta lämpötilaa arvioitiin etukäteen ISO 7730 -standardin PMV (*predicted mean vote*) -mallin avulla. Yhtälöitä ei esitetä tässä raportissa. Mallin avulla voidaan laskea väestön keskimääräinen lämpötuntemus 7-portaisella asteikolla (-3 = kylmä, -2 = viileä, -1 = hieman viileä, 0 = neutraali, 1 = melko lämmin, 2 = lämmin ja 3 = kuuma). PMV -malli huomioi huoneen ilman lämpötilan (°C), pintojen lämpötilat (°C), suhteellisen kosteuden (%), ilman liikkeen (m/s), henkilön vaatteiden lämmöneristävyyden (clo, 1 clo = 0,155 m²C/W) ja henkilön lämmöntuoton (met, 1 met = 58,2 W/m²). Mallissa oletetaan, että lämpöympäristö ei ole muuttuvassa tilassa.

PMV-mallin mukaan huoneilman lämpötila 23 °C koettaisiin neutraalina, kun henkilön lämmöntuotto on 1.1 met ja vaatteiden lämmöneristävyys on 0.83 clo. Lämpötila 29 °C koettaisiin hieman lämpimänä.

Standardissa ISO 7730 esitellään myös PPD-malli (*predicted percentage dissatisfied*), jolla voidaan laskea lämpöympäristöön tyytymättömien osuus [%], kun PMV tunnetaan:

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0,03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 \cdot PMV^2) \quad (1)$$

Kuvassa L1.1 on esitetty yhtälön (1) muoto. Mallin mukaan 100 % tyytyväisyysastetta ei voida saavuttaa missään lämpötilassa. Pienimmillään PPD on 5 % PMV:n ollessa 0 eli neutraali. PPD-mallin mukaan tyytymättömiä olisi 38 % koetilanteessa 29 °C.



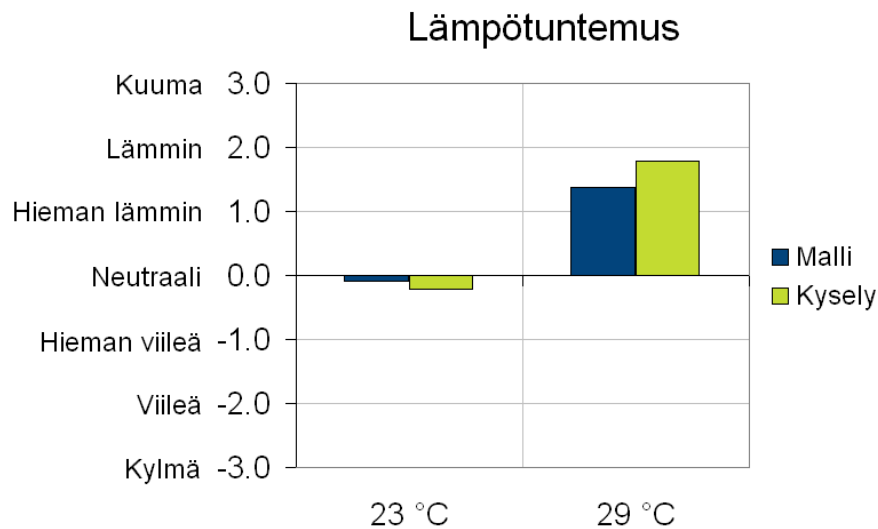
Kuva L1.1 Tyytymättömien osuus [%] laskennallisesti arvioidun keskimääräisen lämpötuntemusarvion (PMV) funktiona (ISO 7730).

Tavoitteena oli vertailla yhtälön (1) esittämän lämpöviihtyvyyssmallin tuloksia kyselytutkimuksesta saatuihin tuloksiin ja arvioida standardin mallin toimivuutta.

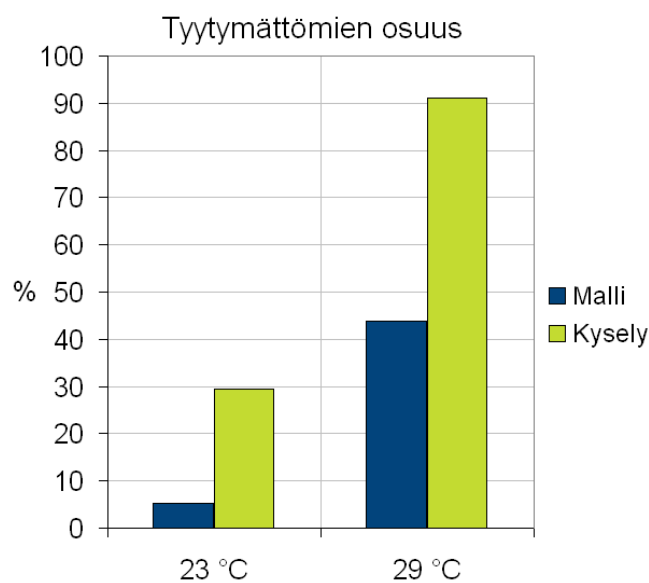
L1.2. Tulokset

Lämpötilat koettiin lämpötuntemuskyselyn mukaan voimakkaammin kuin PMV-malli ennusti (kuva L1.2). 23 °C koettiin viileämpänä ja 29 °C koettiin lämpimämpänä kuin PMV -malli ennusti.

Yhtälön (1) malli ei ennustanut tyytymättömien määrää hyvin (kuva L1.3). Molemmissa lämpötiloissa tyytymättömiä oli huomattavasti enemmän kuin mallin ennusti.



Kuva L1.2 PMV-mallilla lasketun ja kyselystä saadun keskimääräisen lämpötuntemuksen vertailu 7 -portaisessa asteikossa koetilanteiden lämpöoloissa.



Kuva L1.3 PPD-mallilla lasketun kyselytutkimuksesta saadun tyytymättömien määrän vertailu eri lämpötiloissa koetilanteiden lämpöoloissa.

L1.3 Pohdinta

PMV -mallista saadut lämpötuntemuksen arvot poikkeavat kyselystä saatujen äänien keskiarvosta (kuva L1.2). Eroa on kuitenkin vain vähän. Kuvaajien trendi on sama, mutta tutkittavien keskimääräinen lämpötuntemus poikkeaa arvosta 0 (neutraali) voimakkaammin kuin PMV malli ennustaa. Myös koetilanteessa 29 °C tutkittavien keskimääräinen lämpötuntemus poikkeaa neutraalista enemmän kuin PMV ennustaa. Tässä tutkimuksessa PMV-mallin avulla onnistuttiin arvioimaan oikeat lämpötilat haetuille lämpötuntemuksille. Mallia voi jatkossakin soveltaa tutkimusten lämpöolojen suunnittelussa.

Tutkittavien aktiivisuustasoa ja vaatetuksen lämmöneristävyttä ei mitattu fyysikaalisin mittauksin, vaan ne arvioitiin standardin (ASHRAE 2004) perusteella. Tämä on saattanut aiheuttaa virhettä PMV-mallin lähtöarvoissa. Saattaa myös olla, että suuremmalla tutkittavamäärällä päästäisiin lähemmäs mallin ennustamia arvoja.

Tyytymättömiä oli huomattavasti enemmän kummassakin lämpötilassa, kuin yhtälön 1 PPD-malli ennusti (kuva L1.3). Myös aikaisemmassa tutkimuksessa lämpötuntemuksen ollessa lähellä neutraalia tyytymättömien osuus oli noin kolmasosa tutkittavista (Hägglom ym., 2011). Toisin kuin aiemmassa tutkimuksessa, tässä ulkoilman lämpötila ei poikennut merkitsevästi koehuoneen lämpötilasta ja kysely toteutettiin jatkuvalla vastauskaalalla. Vaikka PPD-mallin trendi oli sama kyselytutkimuksen tulosten kanssa, lämpöoloja ei kannata suunnitella pelkän PPD-mallin perusteella. Sitä voi kuitenkin hyvin käyttää jatkossakin suunnittelun tukena.

LIITE 2. ILMAVIRTAUSMITTAUKSET

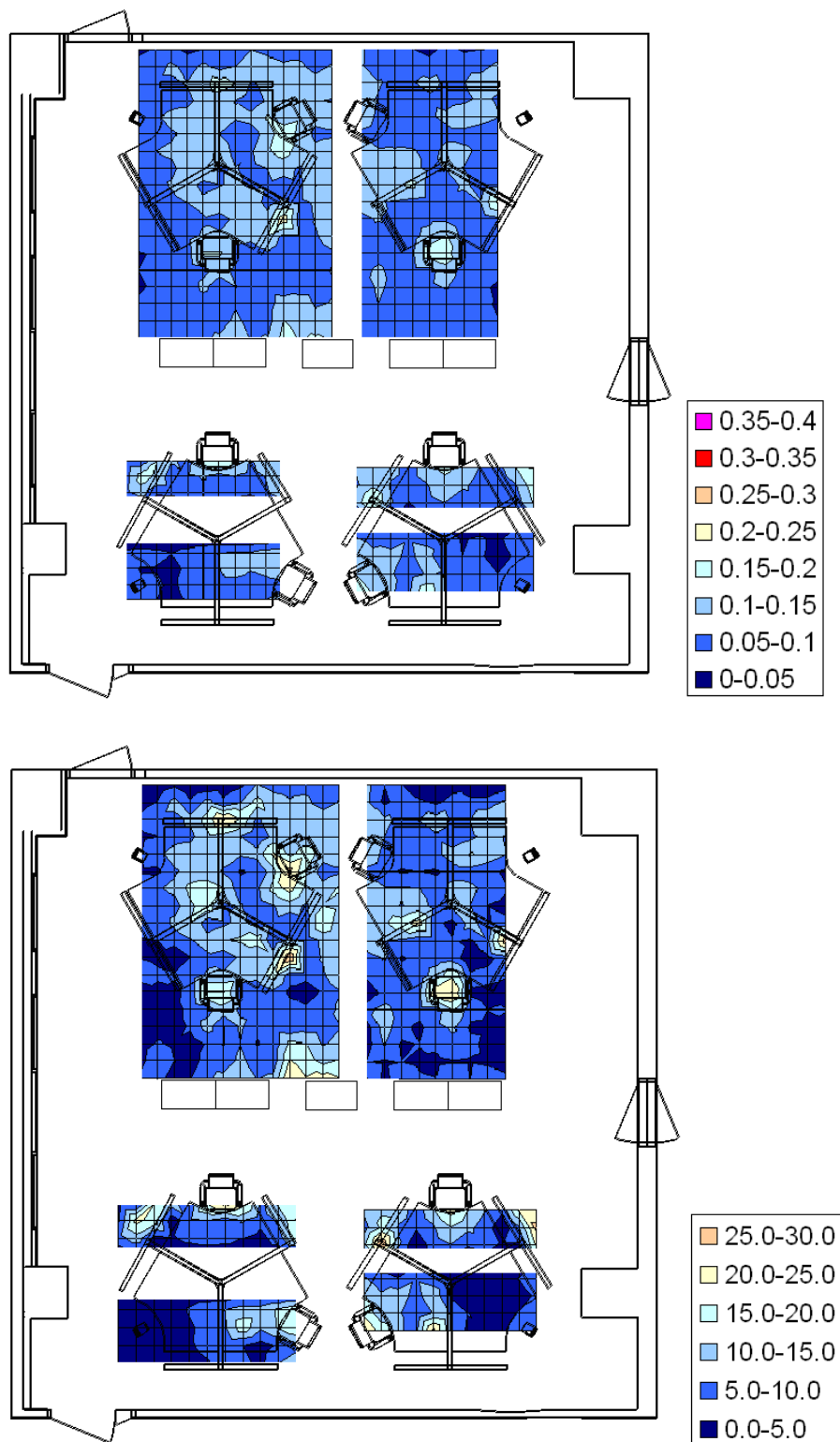
Ilmavirtauksien mittauksista nähdään aiheuttaako jäähdytyspalkkien tuloilmasuihkut paikallisia alueita, joissa saattaisi olla suuri vectoriski. Mittausten aikana koehenkilöiden tilalla oli lämmönlähteenä ihmisen malliset dummyt (Kuva L2.1). Niiden aiheuttama konvektiovirtaus (pluumi) on hyvin lähellä ihmisen pluumia (Zukowska ym., 2007)

Ilman virtausnopeudet mitattiin omnidirektionaalisesti kuumapalloanemometrillä (kuvat x.3-x.5). Mittaukset suoritettiin lämpötilassa 23 °C vaakatasomittauksina 0.1 m ja 1.4 m korkeuksilta työpisteiltä ja niiden läheisyydestä. Mittaustiheys oli 20 cm x 20 cm ja mittauksissa käytettiin 60 s keskiarvoistusaikaa. Virtauksen suunta katsottiin savulla. Mittauksien avulla laskettiin mittauspaiikkojen vectoriski (Kuvat L2.2-4).

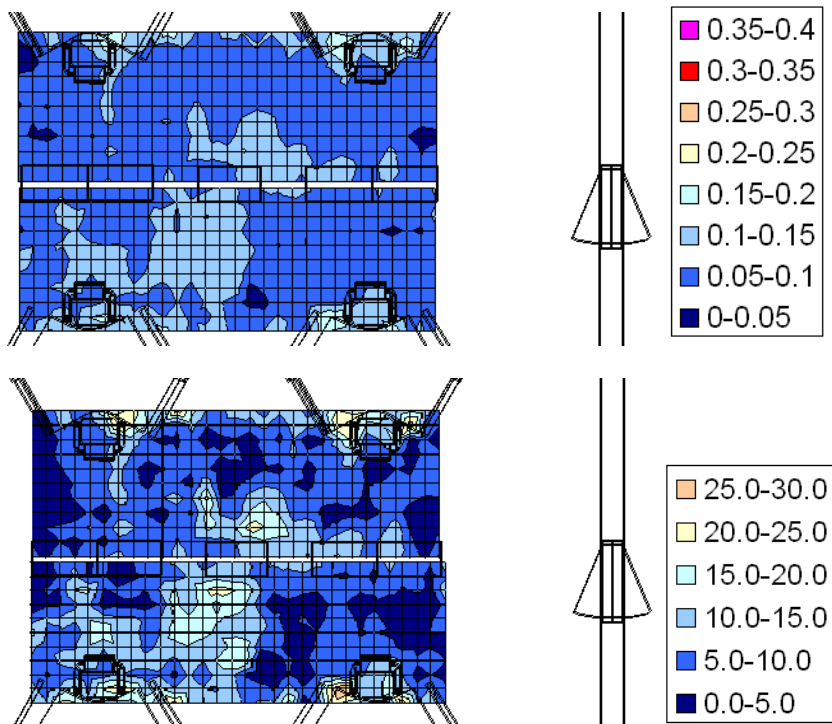
Mittauksissa ei havaittu suuria nopeuksia työpisteillä tai käytävällä. Paikoittain vectoriski oli yli 25 %. Näissä paikoissa virtausta oli vain pystypintojen läheisyydessä tai se oli lämmönlähteen pluumista aiheutuvaa ylöspäin suuntautunutta virtausta. Mittausten perusteella ilman liike ei aiheuttaisi vetoa tutkittaville.



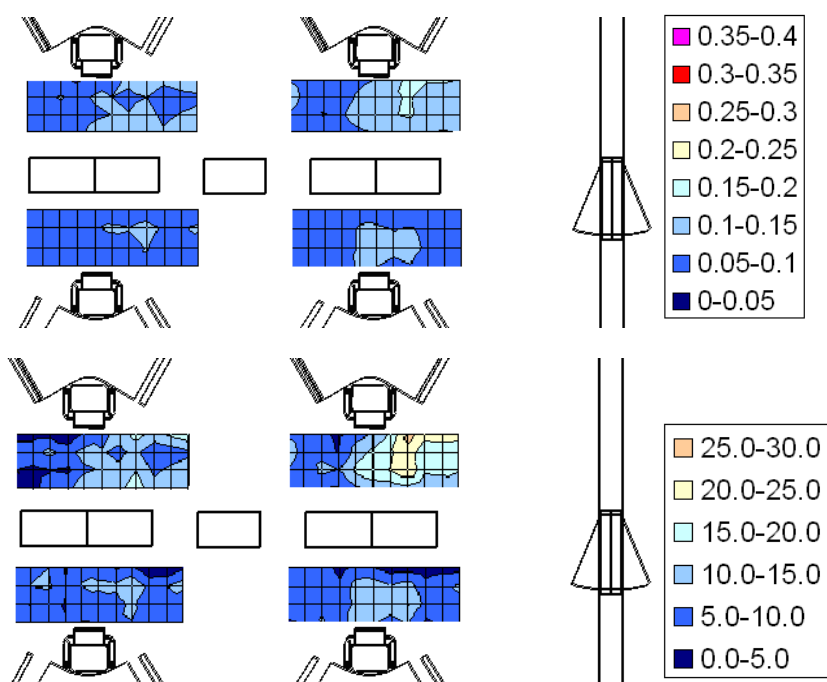
Kuva L2.1. Kuumapalloanemometrit mittaamassa virtausnopeutta käytävällä dummyn takana.



Kuva L2.2. Työpisteiltä korkeudessa 1.4 m mitatut virtausnopeudet [m/s] (ylhäällä) ja lasketut vektorikit [%] (alhaalla).



Kuva L2.3. Käytävältä korkeudessa 1.4 m mitatut virtausnopeudet [m/s] (ylhäällä) ja lasketut vektoriskit [%] (alhaalla).



Kuva L2.4. Käytävältä korkeudessa 0.1 m mitatut virtausnopeudet [m/s] (ylhäällä) ja lasketut vektoriskit [%] (alhaalla).

LIITE 3. PERSOONALLISUUS JA MELUHERKKYYS

Lämpöolojen ohella haluttiin tutkia mahdollista yhteyttä yleisen neuroottisuuden ja meluherkkyyden välillä. Molemmat ominaisuudet edustavat pysyväisluonteisempia piirteitä, joiden oletetaan säilyvän ainakin jossain määrin olosuhteista toisiin ja määrittävän yksilön kokemusta ja toimintaa useissa eri tilanteissa. Koehenkilöiden persoonallisuutta mitattiin S5-kyselyllä ja meluherkkyyttä lyhennetyin NOISE-Q:n työfaktorilla (ks. Menetelmät).

Neuroottisuus persoonallisuuspiirteenä kuvaa muun muassa tunteiden tasapainoisuutta, ahdistuneisuutta, pelokkuutta, epävarmuutta ja huolestuneisuutta. Korkeita pistemääriä saavat ovat tyypillisesti herkempiä stressille ja vastoinkäymisille, ovat useammin huonolla tuulella, vaivaantuvat tai hätääntyvät jännittyneissä tilanteissa helpommin, loukkaantuvat tai katkeroituvat helpommin, syyllistävät itseään enemmän, ovat impulsiivisempia, levottomampia ja huolestuneempia asioista ja tarkkailevat itseään enemmän. Matalia pistemääriä saavat ovat tyypillisesti rauhallisempia ja tasapainoisia, vaikeita suututtaa tai saada tolaltaan, kokevat vähemmän negatiivisia tunteita (eivät välttämättä kuitenkaan enempää positiivisia), hallitsevat mielihalujaan ja ovat yleensä vapautuneita toisten seurassa sekä yleisesti ottaen enimmäkseen tyytyväisiä itseensä.

Neuroottisuuden havaittiin olevan yhteydessä meluherkkyyteen ($r = .35$, $p = .04$). Pelkkä yleinen neuroottisuus selittää 12,5 % koehenkilön yleisestä melualltiudesta: mitä korkeampi neuroottisuuspistemäärä, sitä herkempi yleisesti melun häiritseville vaikutuksille työskentelyn kannalta. Psykologisesti kompleksiset taipumukset, kuten meluherkkyyys, ovat lähes poikkeuksetta lukemattomien erillisten vaikutusten yhteistulosta, joten tämänsuuruista yhteyttä voi pitää voimakkuudeltaan kohtalaisena ja käytännön tasolla merkityksellisenä.

LIITE 4. ALKUKYSELY

Alkukysely A

Koehenkilönumero _____

Ikä (vuosina) _____

Sukupuoli

- nainen
 mies

Kuinka monta tuntia nukuit viime yönä? _____

Miten koet nukkuneesi viime yönä?

- Riittävästi.
 Liian vähän.

Heikentääkö jokin tekijä tällä hetkellä normaalia toimintakykyäsi (esim. siitepölyallergia, flunssa, krapula)?

- Ei.
 Kyllä. Mikä? _____

Onko sinulla nyt...

	Ei lainkaan	Vähän	Jonkin verran	Paljon	Erittäin paljon
hikoilua?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
päänsärkyä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nenän vuotamista tai tukkoisuutta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kurkun kuivumista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
silmien kuivumista tai ärtynoisyyttä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Arvioi tämänhetkistä oloasi:

	Ei lainkaan	Vähän	Jonkin verran	Melko paljon	Paljon
unelias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
loppuunkulunut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
innoton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
haukotuttava	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
uupunut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
piittaamaton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
raukea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
väsähtänyt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
passiivinen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vastaa seuraaviin väittämiin sen mukaan, mitä sinulle tulee ensimmäisenä mieleen. Älä jää miettimään väittämiä pidemmäksi aikaa.

Oma henkilökohtainen mielipiteesi on tärkeä eikä kysymyksiin ole olemassa oikeita tai vääriä vastauksia.

	täysin samaa mieltä	jossain määrin samaa mieltä	jossain määrin eri mieltä	täysin eri mieltä
Totun helposti suurimpaan osaan äänistä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hikoilen helposti, jos rasitan itseäni fyysisesti.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Minua häiritsee herkästi, jos huoneessa on vetoa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Talven pakkaset eivät yleensä haittaa minua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Suoriutumiseni häiriintyy melusta huomattavasti.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En hikoile niin helposti kuin useimmat muut ihmiset.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Huono ilmanlaatu aiheuttaa minulle helposti päänäsärkyä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Olen herkkä tuntemaan vilua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kun ympärilläni on äänekkäitä ihmisiä, en pääse töissäni eteenpäin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hikoiluni häiritsee minua aina väiillä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	täysin samaa mieltä	jossain määrin samaa mieltä	jossain määrin eri mieltä	täysin eri mieltä
Huonekasvit ovat tärkeitä viihtymiselleni ja työmotivaatiolleni.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vältän ulkona oleilua talvisin, koska on niin kylmä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pystyn perehtymään uusiin tehtäviin vain hiljaisissa olosuhteissa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lämpimällä säällä hikoilen joka tapauksessa, vaikken tekisikään mitään erityisen rasittavaa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Väsyn helposti, jos valaistus työtilassa ei ole kirkas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Joudun yleensä pukeutumaan muita lämpimämmin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tarvitsen rauhaa ja hiljaisuutta tehdessäni vaikeita töitä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keskikesän lämpötilat tuntuvat minusta usein epämiellyttävän hiostavalta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Huonosti säädetyt työasennot alkavat helposti kolottaa niskaani tai selkääni.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jalkojani tai käsiäni paleltaa herkästi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

KIITOS VASTAUKSESTASI!

LIITE 5. LYHENNETTY ALKUKYSELY

Alkukysely B1

Koehenkilönumero _____

Ikä (vuosina) _____

Sukupuoli

- nainen
 mies

Kuinka monta tuntia nukuit viime yönä? _____

Miten koet nukkuneesi viime yönä?

- Riittävästi.
 Liian vähän.

Heikentääkö jokin tekijä tällä hetkellä normaalia toimintakykyäsi (esim. siitepölyallergia, flunssa, krapula)?

- Ei.
 Kyllä. Mikä? _____

Onko sinulla nyt...

	Ei lainkaan	Vähän	Jonkin verran	Paljon	Erittäin paljon
hikoilua?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
päänsärkyä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nenän vuotamista tai tukkoisuutta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kurkun kuivumista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
silmien kuivumista tai ärtynoisyyttä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Arvioi tämänhetkistä oloasi:

	Ei lainkaan	Vähän	Jonkin verran	Melko paljon	Paljon
unelias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
loppuunkulunut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
innoton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
haukotuttava	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
uupunut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
piittaamaton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
raukea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
väsähtänyt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
passiivinen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

KIITOS VASTAUKSESTASI!

LIITE 6. VÄLIKYSELY

Välikysely A1

Koehenkilön numero _____

Arvioi tämänhetkistä oloasi:

	Ei lainkaan	Vähän	Jonkin verran	Melko paljon	Paljon
unelias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
loppuunkulunut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
innoton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
haukotuttava	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
uupunut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
piittaamaton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
raukea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
väsähtänyt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
passiivinen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Arvioi tämänhetkisiä lämpöntuntemuksiasi kehosi eri osissa



	Kylmä	Vileää	Hieman vileää	Neutraali	Hieman lämmin	Lämmin	Kuuma
1. Pää	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Keskivartalo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Oikea käsi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Vasen käsi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Oikea reisi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Vasen reisi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Oikea sääri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Vasen sääri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Jalkaterät	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Oliko sinulla äskeisen työskentelyjakson aikana tai nyt...

	Ei lainkaan	Vähän	Jonkin verran	Paljon	Erittäin paljon
hikoilua?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
päänsärkyä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nenän vuotamista tai tukkoisuutta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kurkun kuivumista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
silmien kuivumista tai ärtymistä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Miten hyvin seuraavat väittämät kuvaavat kokemustasi äskeisen työskentelyjakson aikana?

	täysin samaa mieltä	jossain määrin samaa mieltä	jossain määrin eri mieltä	täysin eri mieltä
Työympäristö oli miellyttävä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työpisteen valaistus oli riittävä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työympäristö oli meluisa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työympäristön hajut häiritsivät minua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työympäristön lämpötila oli sopiva.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työpiste oli vetoisa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työympäristön huoneilma oli tunkkainen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työpisteen ergonomia oli hyvä ja työskentelyasentoni tuntui sopivalta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Minun oli vaikea keskittyä tehtäviin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Voisin työskennellä tällaisissa olosuhteissa pitkiäkin aikoja.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

KIITOS VASTAUKSESTASI!

LIITE 7. LOPPUKYSELY

Loppukysely A

Koehenkilönumero _____

Arvioi tämänhetkistä oloasi:

	Ei lainkaan	Vähän	Jonkin verran	Melko paljon	Paljon
unelias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
loppuunkulunut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
innoton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
haukotuttava	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
uupunut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
piittaamaton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
raukea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
väsähtänyt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
passiivinen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Onko olosi tällä hetkellä

kylmä	viileä	hieman viileä	neutraali	hieman lämmin	lämmin	kuuma
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Koetko lämpöolosuhteet tällä hetkellä sopiviksi?

- Kyllä
 En

Arvioi tämänhetkisiä lämpötunteuksiasi kehosi eri osissa



	Kylmä	Viileä	Hieman viileä	Neutraali	Hieman lämmin	Lämmin	Kuuma
1. Pää	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Keskivartalo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Oikea käsi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Vasen käsi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Oikea reisi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Vasen reisi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Oikea sääri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Vasen sääri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Jalkaterät	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Oliko sinulla äskeisen työskentelyjakson aikana tai nyt...

	Ei lainkaan	Vähän	Jonkin verran	Paljon	Erittäin paljon
hikoilua?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
päänsärkyä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nenän vuotamista tai tukkoisuutta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kurkun kuivumista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
silmien kuivumista tai ärtäisyyttä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Miten hyvin seuraavat väittämät kuvaavat kokemustasi äskeisen työskentelyjakson aikana?

	täysin samaa mieltä	jossain määrin samaa mieltä	jossain määrin eri mieltä	täysin eri mieltä
Työympäristö oli miellyttävä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työpisteen valaistus oli riittävä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työympäristö oli meluisa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työympäristön hajut häiritsivät minua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työympäristön lämpötila oli sopiva.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Työpiste oli vetoisa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työympäristön huoneilma oli tunkkainen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työpisteen ergonomia oli hyvä ja työskentelyasentoni tuntui sopivalta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Minun oli vaikea keskittyä tehtäviin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Voisin työskennellä tällaisissa olosuhteissa pitkiäkin aikoja.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Arvioi nyt vielä koko koepäivää kokonaisuudessaan.

Kuinka kuormittava koepäivä kokonaisuudessaan oli henkisesti?

Hyvin vähän Hyvin paljon

Kuinka kuormittava koepäivä kokonaisuudessaan oli fyysisesti?

Hyvin vähän Hyvin paljon

Kuinka mielestäsi kokonaisuudessaan suoriuduit koepäivän tehtävistä?

Erittäin huonosti Erittäin hyvin

Kuinka paljon seuraavat työympäristön tekijät häiritsevät suoriutumistasi koepäivän aikana?

	Ei lainkaan	Vähän	Jonkin verran	Paljon	Erittäin paljon
Valaistuksen puute	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Liika valaistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Liian himmeä näyttö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Liian kirkas näyttö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Häikäisevät valot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Melu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tietokoneen naputteluäänet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ilmastoinnin humina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hajut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kuumuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kylmyys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vetoisuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Huoneilman tunkkaisuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Huoneilman kuivuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työpisteen ergonomia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Toisten ihmisten läsnäolo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Miten hyvin seuraavat väittämät kuvaavat kokemustasi koko koepäivän aikana?

	täysin samaa mieltä	jossain määrin samaa mieltä	jossain määrin eri mieltä	täysin eri mieltä
Tehtävien tekeminen oli mielenkiintoista.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tehtävien ohjeet olivat ymmärrettäviä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tehtävät olivat liian haastavia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pyrin suorittamaan tehtävät mahdollisimman hyvin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Olen tyytyväinen omaan suoritukseeni.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pystyin helposti keskittymään tehtäviini.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Voisin tehdä tällaisia tehtäviä pitkiäkin aikoja.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työympäristön olosuhteet kokonaisuudessaan olivat työskentelyyn hyvät.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työtuoli oli hyvä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sisustuksen värimaailma oli miellyttävä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Toiset työpisteet olivat liian lähellä omaani.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tilassa oli riittävästi näköesteitä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Voisin työskennellä tehokkaasti tällaisessa työympäristössä pitkiäkin aikoja.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mikäli haluat kommentoida koepäivää muuten, voit tehdä sen tähän:

KIITOS VASTAUKSESTASI!

AIKAISEMPIA ALAN KOTIMAI SIA JULKAI SUJA

Hägglom H, Koskela H (2011), Pyörrehajottimen tuloilmasuihkun mallinnus, Sisäympäristölaboratorio, Turku, Työterveyslaitos, Helsinki.

Saarinen P, Ilmastoinnin virtausäänen simulointi, Sisäympäristölaboratorio, Turku, Työterveyslaitos, Helsinki, 2011.

Koskinen V, Hongisto V, Tieliikennemelun taajuusjakauma, Sisäympäristölaboratorio, Turku, Työterveyslaitos, Helsinki, 2011.

Oliva D, Hongisto V, Keränen J, Koskinen V (2011), Measurement of low frequency noise in rooms, Indoor Environment Laboratory, Turku, Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki, Finland.

Hägglom H, Hongisto V, Haapakangas A, Koskela H, Lämpötilan vaikutus työsuoriutumiseen toimistolosuhteissa - laboratoriotutkimus. Sisäympäristölaboratorio, Turku, Työterveyslaitos, Helsinki, 2011.

Oliva D, Hägglom H, Hongisto V, Sound absorption of multi-layer structures - experimental study, Indoor Environment Laboratory, Turku, Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki, Finland, 2010.

Saarinen P, Ilmastoinnin virtausäänen laskenta, Työympäristötutkimuksen raporttisarja 37, Työterveyslaitos, Helsinki, 2009.

Hongisto V, Hägglom H (toim.), Toimistojen mallinnettu ja koettu sisäympäristö - MAKSI hankkeen loppuraportti, Työympäristötutkimuksen raporttisarja 37, Työterveyslaitos, Helsinki, 2009.

Hongisto V, Keränen J, Larm P, Oliva D, Työtilan ääniympäristön havainnollistaminen - Virtual Space 4D ääniympäristöosion loppuraportti, Työympäristötutkimuksen raporttisarja 23, Työterveyslaitos, Helsinki, 2006.

Larm P, Hakala J, Hongisto V, Sound insulation of Finnish building boards, Work Environment Research Report Series 22, Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki, Finland, 2006.

Niemelä R (toim.), Ekrias A, Halonen L, Hongisto V, Koskela H, Lehtovaara J, Niemelä R, Norvasuo M, Sandberg E, Tuomaala P, Viitaniemi J, Sisäympäristön mallintaminen ja havainnollistaminen - Virtual Space 4D Loppuraportti, Työympäristötutkimuksen raporttisarja 20, Työterveyslaitos, Helsinki, 2006.

Hautalampi T, Henriks-Eckerman M-L, Engström K, Koskela H, Saarinen P, Välimaa J, Kemikaalialtistumisen rajoittaminen automaalaamoissa, Työympäristötutkimuksen raporttisarja 18, Työterveyslaitos, Helsinki, 2006.

Kaarlela A, Jokitulppo J, Helenius R, Keskinen E, Hongisto V, Meluhaitat toimistotyössä - pilottitutkimus, Työympäristötutkimuksen raporttisarja 9, Työterveyslaitos, Helsinki, 2004.

Larm P, Keränen J, Helenius R, Hakala J, Hongisto V, Avotoimistojen akustiikka - laboratoriotutkimus, Työympäristötutkimuksen raporttisarja 6, Työterveyslaitos, 2004.

Kaarlela A, Jokitulppo J, Keskinen E, Hongisto V, Toimistojen ääniympäristökysely - menetelmän kehitys, Työympäristötutkimuksen raporttisarja 4, Työterveyslaitos, 2003.

Hongisto V, Monikerroksisen seinärakenteen ääneneristävyyden laskentamalli, Työympäristötutkimuksen raporttisarja 2, Työterveyslaitos, 2003.

Hongisto V, Helenius R, Lindgren M, Kaksinkertaisen seinärakenteen ääneneristävyys - laboratoriotutkimus, Työympäristötutkimuksen raporttisarja 1, Työterveyslaitos, Helsinki, 2002.