

# TYÖYMPÄRISTÖN VAIKUTUS TOIMISTOTYÖNTEKIJÄN TUOTTAVUUTEEN

**Tomas Bågman**

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2012

Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) BÅGMAN, Tomas	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 7.5.2012
	Sivumäärä 56+3	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi TYÖYMPÄRISTÖN VAIKUTUS TOIMISTOTYÖNTEKIJÄN TUOTTAVUUTEEN		
Koulutusohjelma Hyvinvointiteknologia		
Työn ohjaaja(t) HAUTANEN, Juha SIISTONEN, Matti		
Toimeksiantaja(t) Pikval Oy Sami Kähärä		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä tutkittiin fyysisten ympäristötekijöiden vaikutuksia toimistotyötä tekevän työntekijän tuottavuuteen ja suunniteltiin Pikval Oy:n suunnitteluosastolle uusi layout. Työntekijän tuottavuuteen vaikuttavia asioita ympäristön suhteen ovat rakennus, sisäilmasto, akustiset olot, valaistus ja niiden alaosiot. Melu ja keskeytykset osoittautuivat olevan merkittäviä tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä joihin tulisi kiinnittää huomiota toimiston layoutia suunnitellessa. Avoin vai suljettu toimisto -kysymys on tärkeä toimistotyön tuottavuuden osalta eikä sille ole yksiselitteistä vastausta, sillä eri ihmisiin keskeytykset ja äänet vaikuttavat eri tavoin. Puheenerotusindeksi STI on äänenpainetta tarkempi mittari äänen häiritsevyyden tasosta toimistossa. Keskittymistä ja yksityisyyttä vaativa työ vaatii kuitenkin suljetun toimiston. Ilmanlaatu ja valaistus vaikuttavat myös tuottavuuteen. Ilman tulisi vaihtua optimaalisissa olosuhteissa 25 l/s henkilöä kohden. Tietyt kasvit voivat parantaa ilmanlaatua puhdistamalla ilmaa. Lämpötilan tulisi olla kesällä noin 25 °C tai vähemmän, talvella 21-22 °C. Värilämpötilan värisävyosuus on 5500-6500 K ja suositeltu valaistusvoimakkuus 500-1000 lx. Luminanssijakautuma saa olla max. 1:3. Heijastuskertoimen suositeltu arvo on 0,3-0,4 kalusteille ja seinäpinnoille ja värinointoindeksi ei saisi alittaa Ra 80 -arvoa.</p> <p>Pikval Oy:lla toteutettiin suunnitteluprosessi jossa suunnitteluosaston toimistotila mallinnettiin SolidWorks 3D-mallinnusohjelmistolla ja sille tehtiin uusi layoutehdotus. Ehdotus sisälsi uudet työpöydät nostomekanismilla, pöydät suunniteltiin käyttäjälähtöisesti suunnittelutyön toimenkuvaa silmälläpitäen ja yhdestä pöydästä tehtiin myös prototyyppi. Muita ehdotuksia olivat ergonomisempi 3D-hiiri, pystyhiiri, aineistotelineet sekä ergonominen näppäimistö. Layoutin muuttuessa suunniteltiin uudet sermit eli tilanjakajat josta tehtiin myös yksittäisprototyyppi. Työpöydät ja sermit on mahdollista valmistaa osittain Pikval Oy:n tuotannossa. Valmiin layoutin selvittyä laskettiin budjetti ja laskemista varten tehtiin Excel-budjettilaskuri. Mahdollisen tuottavuuden kasvun aiheuttavan taloudellisen hyödyn arvioimiseksi tehtiin tuottavuuslaskuri.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Tuottavuus, ergonomia, Pikval Oy, layout, 3D-mallinnus, valaistus, sisäilmasto, toimisto, akustiikka		
Muut tiedot		



Author(s) BÅGMAN, Tomas	Type of publication Bachelor's	Date 7.5.2012
	Pages 56+3	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title The Effects of the Work Environment on an Office Worker's Productivity		
Degree Programme Wellness Technology		
Tutor(s) HAUTANEN, Juha SIISTONEN, Matti		
Assigned by Pikval Oy Sami Kähärä		
Abstract <p>This thesis studied the factors of the work environment that have an effect on an office worker's productivity. A new office layout for Pikval Oy's designers' office was also made. Factors that affect an office worker's productivity are the building, indoor climate, acoustic properties, lighting and their subdivisions. Noise and interruptions turned out to be crucial factors that affect productivity and they should be taken care of when designing an office layout. The question of an open vs. closed office is an important one that affects productivity but it has no simple answer since different kinds of noise and interruptions have different effects on each individual. The Speech Transmission Index is a more accurate way to meter the disturbance of noise in an office compared to sound pressure. A job description that has a need for focus and privacy should be provided with a closed office. Air quality and lighting have also an effect on productivity. The air should change at a rate of 25 l/s per person. Specific plants are also able to clean the air and so to improve the air quality. The air temperature during the summer should be 25 °C or less and 22 - 21 °C in the winter. The recommended color temperature is 5500 - 6500 K and the recommended lighting rate 500-1000lx. Luminance distribution should be 1:3 at maximum. The recommended value of reflectance for the furniture and walls is 0.3 – 0.4 and the Color Rendering Index should be Ra 80 or more.</p> <p>A design process was done in Pikval Oy in which the designers' office was modeled using SolidWorks 3D-modeling software and a new layout plan was made. The layout plan included new work desks with a lift mechanism. The desks were designed using User Centred Design method by keeping an eye on the job description and a prototype of the desk was also made. Other suggestions included a more ergonomic 3D-mouse, a vertical mouse, paper stands and an ergonomic keyboard. As the layout had changed new panels were designed and a prototype was also made. The work desks and the panels can be at least partially manufactured in Pikval Oy. When the layout plan was completed a budget and a budget calculator in Excel was made. A</p>		
Keywords Productivity, ergonomics, Pikval Oy, layout, lighting, indoor climate, office, acoustics		
Miscellaneous		

## SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>4</b>
1.1 Opinnäytetyön tarve ja tavoite .....	4
<b>2 TOIMISTOTYÖYMPÄRISTÖ JA TUOTTAVUUS .....</b>	<b>8</b>
2.1 Johdanto toimistotyöympäristön vaikutuksesta tuottavuuteen.....	8
2.1 Tuottavuuden mittaaminen toimistotyössä.....	15
2.2 Työntekijät resurssina .....	16
2.3 Avoin vai suljettu toimisto? .....	16
<b>3 TOIMISTOTYÖYMPÄRISTÖN TUOTTAVUUDEN OSATEKIJÖITÄ .....</b>	<b>18</b>
3.1 Sisäilmasto .....	18
3.1.1 Kasvien vaikutus ilmanlaatuun .....	20
3.1.2 Sairas rakennus -oireyhtymä (Sick Building Syndrome).....	21
3.2 Akustiikka.....	21
3.3 Valaistus.....	23
3.4 Toimistoergonomian vaikutus tuottavuuteen .....	25
3.5 Tuottavuuden kasvun arvioiminen .....	26
<b>4 LÄHTÖKOHDAT PIKVAL OY:N SUUNNITTELUOSASTOLLA .....</b>	<b>28</b>
4.1 Pikval Oy:n suunnitteluosaston esittely .....	28
4.2 Suunnittelijan työnkuva Pikval Oy:ssä .....	30
4.3 Työntekijöiden haastattelut.....	31
4.4 Ergonominen tarkastelu ja valoisuusmittaukset .....	33
<b>5 TILAMUUTOSTEN SUUNNITTELUPROSESSI .....</b>	<b>37</b>
5.1 Tila- ja työpistesuunnittelun ohjearvoja .....	37
5.2 Layoutehdotus .....	39
5.2.1 Tilan mallintaminen.....	39
5.2.2 Layoutsuunnitelma.....	40
5.2.3 Työpöytien suunnittelu .....	44
5.2.4 Sermien eli tilanjakajien suunnittelu.....	46
5.2.5 Muut muutoskohteet .....	47

5.2.6 Tuottavuus- ja budjettilaskurit.....	50
<b>6 KEHITYSEHDOTUKSET PIKVAL OY:N SUUNNITTELUOSASTOLLE.....</b>	<b>52</b>
<b>7 TULOKSET .....</b>	<b>52</b>
<b>8 POHDINTA .....</b>	<b>53</b>
<b>LÄHTEET.....</b>	<b>55</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>57</b>
<b>Liite 1. Työpisteen personointi -lomake.....</b>	<b>57</b>
<b>Liite 2. Ideariihi osa 1 .....</b>	<b>58</b>
<b>Liite 3. Ideariihi osa 2 .....</b>	<b>59</b>

## KUVIOT

KUVIO 1. Pikval Oy:n organisaatiokaavio

KUVIO 2. Opinnäytetyön prosessi

KUVIO 3: Tuottavuustekijät

KUVIO 4. Työn tuottavuuden osatekijät

KUVIO 5. Sisäympäristön osatekijät

KUVIO 6. Tuottavuuskolmio

KUVIO 7. Tuottavuussuhteet

KUVIO 8. Pikval Oy:n tilojen toinen kerros

KUVIO 9. Kokonaisarvio asteikolla 4-10

KUVIO 10: Kokonaisindeksi asteikolla 0-100 %

KUVIO 11. Valaistusvoimakkuus ja ergonominen kokonaisindeksi työpisteittäin

KUVIO 12. Toimistosuunnitteluun vaikuttavia tekijöitä tilavaatimusten suhteen

KUVIO 13. Suunnitteluosasto lähtötilanteessa

KUVIO 14. Layoutehdotukset

KUVIO 15. Vanha layout ja uusi ehdotelma

KUVIO 16. Työpöydän prototyyppi

KUVIO 17. Layoutkuva 1

KUVIO 18. Layoutkuva 2

KUVIO 19. Layoutkuva 3

KUVIO 20. Layoutkuva 4

KUVIO 21. Budjettilaskuri

KUVIO 22. Tuottavuuslaskuri

## **TAULUKOT**

TAULUKKO 1. Coding War Games -tutkimuksen työympäristökysely

TAULUKKO 2. Valaistuskäsitteitä

TAULUKKO 3. Tuottavuussuhteet

TAULUKKO 4. Haastattelulomakkeen kysymykset ja haastateltavien vastaukset

TAULUKKO 5. Ergonomiatutkimuksen tuloksia

TAULUKKO 6. Työpöydän jalkatilan mitoitusohjeita erillistapauksessa

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Opinnäytetyön tarve ja tavoite

Opinnäytetyön aihe lähti tarpeesta parantaa Pikval Oy:n suunnittelutyössä toimivien henkilöiden tuottavuutta tekemällä selvitystä tuottavuuden ja työympäristön suhteesta. Työntekijöiden työtilana toimii avotoimisto. Tila oli lähtökohdiltaan pelkistetty, sekalaisista kalusteista kasattu kokonaisuus. Työpöytien ja toimiston yleisen ilmeen lisäksi tietokoneiden oheislaitteissa kuten näytöissä ja näppäimistöissä oli parantamisen varaa. Suunnittelijoiden työssä yksi olennainen työkalu on luovuus, jota lähtötilanteessa oleva työympäristö ei juuri edistänyt: vanhat, tuotteita kuvaavat taulut ja tekokasvit toimivat tilan koristeina.

Myös pölyn määrä ja tunkkaisena ilmana ja hengitystieoireina ilmenevät sisäilmaongelmat antoivat syytä lähteä tutkimaan, miten erilaiset työympäristön tekijät vaikuttavat tuottavuuteen ja miten tuloksia voitaisiin käyttää Pikval Oy:llä työympäristön kehittämiseen ja tuottavuuden kasvattamiseen suunnitteluosastolla. Toimistoon oli sijoitettu paljon kaappeja ja hyllyköitä, joille ei ollut enää juurikaan käyttöä. Nämä keräsivät pölyä ylä- ja alapuolelleen, sillä niiden siivoaminen oli hankalaa tai mahdollonta ilman liikuttelua. Edellä mainitut seikat pätevät suurelta osin myös muihin toimistotiloihin Pikval Oy:ssä joten opinnäytetyössä oli otettava adaptiivisuus huomioon alusta alkaen.

Aluksi tutkittiin sisäympäristöön liittyvää teoriaa ja suunniteltiin uutta layoutia. Valikoiduista teoriamateriaalista ja layoutista tehtiin lopulta tiivistetty esitelmä yritykselle. Tavoitteena oli ergonominen, viihtyisä ja inspiroiva toimisto joka olisi työympäristönä luovuutta ja tuottavuutta edistävä. Tehtävä rajautui suunnitteluosaston toimistotilaan. Teoriapohjaa varten tutustuttiin alan kirjallisuuteen, artikkeleihin ja tutki-

mustuloksiin. Tärkeä osa opinnäytetyötä aloittaessa oli selvittää, mitkä käytännön tekijät fyysisessä työympäristössä vaikuttavat tuottavuuteen, ja mitä voitaisiin tehdä asian kehittämiseksi yrityksessä. Uusien, säätömekanismilla toimivien työpöytien suunnittelu oli olennainen osa opinnäytetyötä. Työn luonteesta johtuen suuri osa päivän työstä suoritetaan istuma-asennossa, ja istumisen ja seisomisen vuorottelu sekä työntekijäkohtainen pöydän säätömahdollisuus oli tärkeä kehityskohde ergonomian kannalta. Suunnitteluosaston pienehkön työntekijämäärän (5-8 henkilöä laskentatavasta riippuen) ansiosta oli mahdollista tehdä yhteistyötä työntekijöiden kanssa suunnitteluprosessin aikana ja toteuttaa näin käyttäjälähtöistä suunnittelua. Työpisteitä oli alun perin kahdeksan ja uudessa layoutsuunnitelmassa määrä pidettiin samana.

Pikval Oy:n tehdasrakennus sijaitsee Jyväskylässä. Toimipiste pitää sisällään niin tuotannon kuin toimihenkilökin, työllistäen n. 109 työntekijää. Yritys valmistaa myymälä- ja julkiskalusteita, päämarkkina-alueinaan Skandinavia, Englanti, Venäjä ja Baltian maat. Vaajakosken tehtaan puu- ja metalliosastoilla valmistetaan suurin osa myytävistä tuotteista, mutta myös alihankkijoita käytetään kapasiteetin ylittyessä tai tapauksissa, joita ei omassa valmistuksessa kyetä tuottamaan, kuten lankatöissä, tai esim. erikoispinnoitustapauksissa, kuten kromauksissa.

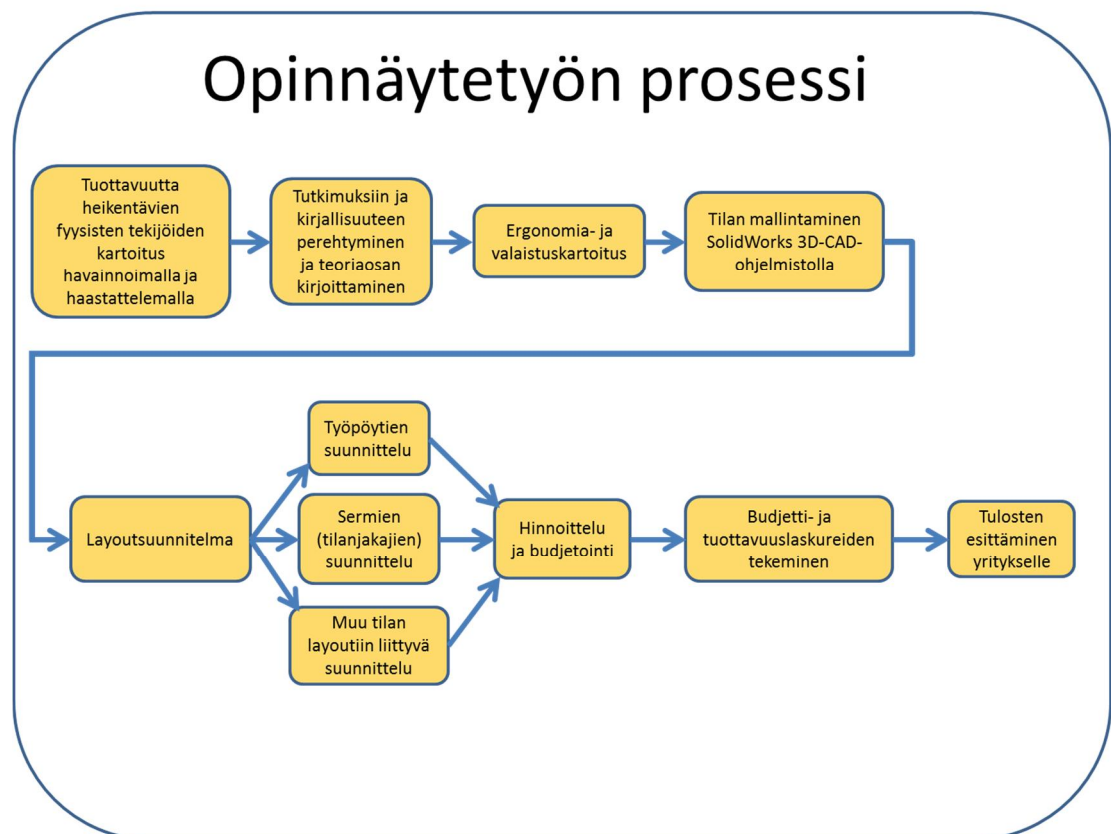
Kuvio 1 havainnollistaa Pikval Oy:n organisaatorakennetta josta on poistettu hallitus, toimitusjohtaja sekä toimitusjohtajan assistentti. Opinnäytetyön kohteena on Tuote-suunnittelu-nimikkeellä oleva henkilöstöosio.



KUVIO 1. Pikval Oy:n organisaatiokaavio (muokattu, alkuperäinen kuvio: Pikval Oy:n organisaatorakenne 2011, vastaanotettu Pikval Oy:ltä)



Opinnäytetyöprosessi eteni kuvion 10 mukaisesti. Työ alkoi opinnäytetyön kohteen tutkimisella ja siellä työskentelevien henkilöiden haastatteluilla jotta saatiin alustavaa subjektiivista tietoa työtilan vaikutuksesta tuottavuuteen. Teoriaosuuden kirjoittaminen tapahtui suurimmalta osin alkuvaiheessa, jolloin etsittiin tietoa tekijöistä jotka vaikuttavat toimistotyöntekijän tuottavuuteen tyypillisessä toimistokontekstissa. Lähteinä käytettiin alan kirjallisuutta ja tutkimustuloksia. Työergonomian arvioimisessa käytettiin Työterveyslaitoksen Näppärä-lomaketta jonka avulla tilanteesta saatiin kvantitatiivista dataa. Valaistuksen riittävyyttä mitattiin valaistusmittarilla kaikilta työpisteiltä kahdelta eri kohdalta. Layoutsuunnitelman avuksi tilasta tehtiin 3D-malli jonka pohjalle mallinnettiin lähtötilanne ja uusi layout.



KUVIO 2. Opinnäytetyön prosessi.

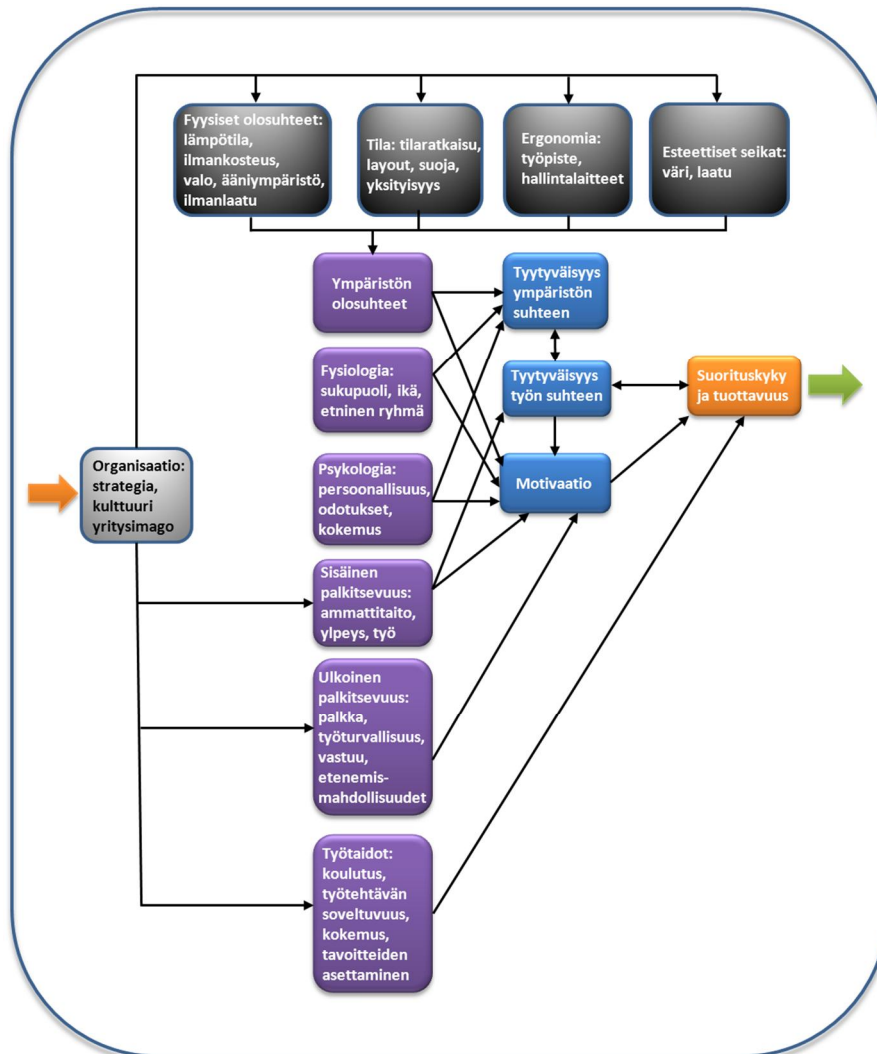
Layoutsuunnitelmia tehtiin useita joista valittiin toimivin vaihtoehto äänestämällä työntekijöiden kesken. Uusi layout vaati lisää sermejä ja ne päätettiin korvata kaikki uusilla. Kustannuksellisista ja käytännöllisistä syistä sermit päätettiin valmistaa mahdollisuuksien mukaan itse toimeksiantajalla ja sermien tekninen suunnitteluprosessi otettiin osaksi opinnäytetyötä, uusien työpöytien ja muun kalustuksen suunnittelun ohkeen. Suunnitteluprosessiin kuului budjetointi ja sen arvioinnin avuksi tehtiin Excel-laskuri jolla kokonaisbudjettia voitiin laskea tuotteiden kappalemääriä ja hintoja muuttamalla. Mahdollisen tuottavuuden kasvun aiheuttaman taloudellisen vaikutuksen laskemiseen kehitettiin myös laskuri. Työn tulokset esiteltiin yritykselle jonka jälkeen opinnäytetyö viimeisteltiin palautettavaksi.

## 2 TOIMISTOTYÖYMPÄRISTÖ JA TUOTTAVUUS

### 2.1 Johdanto toimistotyöympäristön vaikutuksesta tuottavuuteen

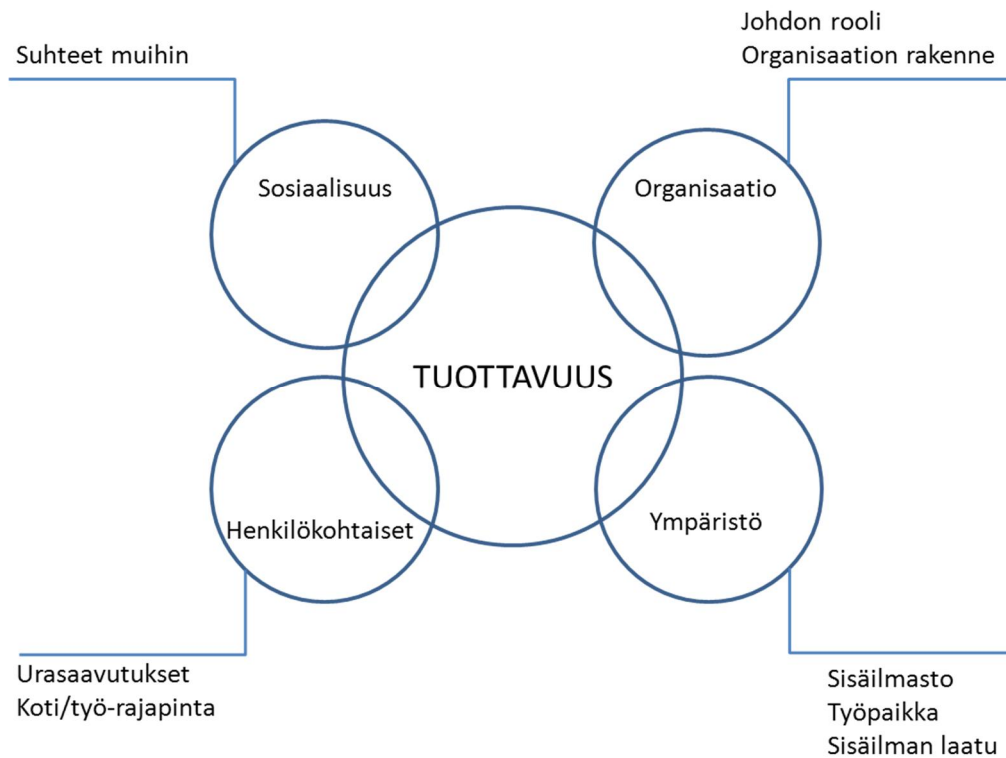
Tuottavuus on panosten ja tuotosten suhde organisaatiossa. Panokset voivat olla työtä, pääomaa tai materiaaleja ja tuotokset palveluja tai tuotteita. (Medeor 2012)

Advanced Workplace Associates:n (2002) julkaisussa todetaan 70 vuoden tutkimusten osoittaneen, ettei työympäristön vaikutuksesta tuottavuuteen ole enää epäilyksiä, vaikkakin sen määrällinen mittaaminen on vaikeaa. Kuvio 2 esittää tekijöitä, jotka vaikuttavat yksilön työtehtävien suorittamiseen:



KUVIO 3: Tuottavuustekijät (Advanced Workplace Associates 2002, 5, muokattu)

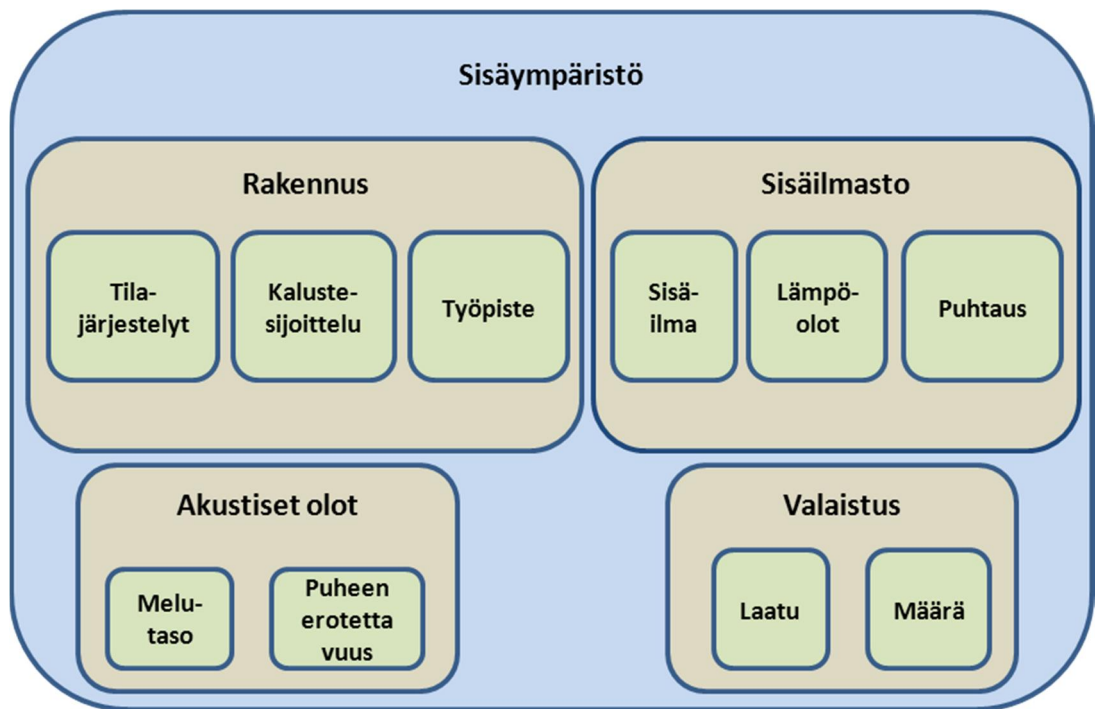
Työn tuottavuutta tutkinut Derek Croome-Gale (1999, 11) esittää työn tuottavuuden riippuvan neljästä tekijästä: sosiaalisista, organisaationalisista, henkilökohtaisista ja ympäristöllisistä tekijöistä, joita hän kuvaa alla olevalla mallilla.



KUVIO 4. Työn tuottavuuden osatekijät. (Alkuperäinen kuvio: Groome-Gale, D. 1999, 11, muokattu).

Tässä opinnäytetyössä tarkastelun kohteena oli fyysisen työympäristön ja tuottavuuden suhde, joten muihin kolmeen Croome-Galen esittämään (sosiaalisuus, organisaatio, henkilökohtaiset) tuottavuustekijään ei syvennytty tämän enempää.

Tuottava toimisto 2005 -raportti esittää vastaavan kuvion hieman eri sanoin ja pienin lisäyksin. Ympäristö-sana on suomennettu sisäympäristöksi, ja sen osatekijöitä on kuvattu kuviossa 3. On huomattava, ettei työasentoihin ja välineisiin liittyvä ergonomia tule esille tässä yhteydessä lainkaan, vaikka sen vaikutukset tuottavuuden kannalta ovat merkittäviä (kts. kappale 3.4).



KUVIO 5. Sisäympäristön osatekijät (Tuottava toimisto 2005, 2004, 6, muokattu)

Samassa raportissa todetaan vuonna 1997 huonojen sisäilmaolosuhteiden aiheuttaneen enemmän kustannuksia kuin lämmittäminen. Huonolaatuinen sisäilma aiheutti tuolloin 9-18 miljardin markan kulut. Summa vastaa n. 1,5-3 miljardia euroa. (Toimiva toimisto 2005, 7.)

Vuonna 1985 yhdysvaltalainen BOSTI (Buffalo Organization for Social and Technological Innovation) julkaisi teoksensa, jonka taustalla olevassa tutkimuksessa pyrittiin löytämään selkeä yhteys toimistosuunnittelun ja työn mielekkyyden sekä työntekijän tuottavuuden välillä. Tutkimus koski noin 10 000:ta työntekijää likimain 80 eri yrityksestä, empiiristä, kvantitatiivista tutkimustapaa käyttäen. Kaksiosainen julkaisu "Using Office Design to Increase Productivity" oli seitsemän vuoden tutkimusohjelman tulos. Uusi tutkimus samasta aiheesta julkaistiin vuonna 2001, jossa vuosien 1994 - 2000 välillä kerättiin tietoa likimain 13 000 työntekijästä noin 40 eri yrityksestä. Brill ym. (2001) esittelevät liiketoiminnan kehityssuuntia ja niiden vaikutuksesta syntyneitä käsitteitä Alternative Officing (tai New Officing). Edellä mainittu on ns.

strategiasetti, jolla pyritään vastaamaan uusiin työelämän tarpeisiin, ja se jakautuu kolmeen strategiaan, joita voidaan sekoittaa keskenään tai toteuttaa yksin:

- 1) radikaali uudelleensuunnittelu (Radical Re-Design)
- 2) etätöskentely (Work from Everywhere)
- 3) hotelliperiaate (Hotelling) (Suomenkielinen termi Ketola 2007, 14).

Radikaalissa uudelleensuunnittelussa toimistoympäristöä ja siellä tehtävää työtä tutkitaan ja näiden tarpeiden perusteella kehitetään uusia fyysisiä ratkaisuja jotka tukevat työtä ja näin kehittävät tuottavuutta. Etätöskentelyperiaate antaa työntekijälle mahdollisuuden tehdä työtään myös muualla kuin perinteisellä fyysisellä työpaikalla. Hotelliperiaate tarkoittaa mallia, jossa omia henkilökohtaisia työpisteitä ei ole lainkaan. Työntekijöiden tehdessä työtään noin 60 % tai enemmän toimiston ulkopuolella tämä strategia voi olla kannattava. Toimistossa on työpisteitä, joita voi varata käyttöön, mutta joita ei voi pitää pysyvästi itsellään. Tarvittavia omia työvälineitä varten on lokerikko, johon ne voi työn jälkeen laittaa talteen. (Brill, Weidemann and the BOSTI Associates 2001, 5-9 ja 11 - 12).

Seuraavilla tekijöillä osoittautui olevan suurin vaikutus työn tuottavuuteen toimistoympäristössä tärkeysjärjestyksessä:

1. *mahdollisuus itsenäisen työn tekemiseen ilman häiriötekijöitä*
2. *tuki spontaaniin vuorovaikutukseen (omalla työpisteellä ja muualla)*
3. *tuki tapaamisille ja häiriövapaalle tiimityöskentelylle*
4. *työtilan mukavuus, ergonomia ja riittävä tila työkaluille*
5. *työtila tukee mahdollisuutta tehdä työtä vierekkäin ja pistäytyä juttelemaan*
6. *työtovereiden läheinen sijainti tai helppo löydettävyys*
7. *hyviä tiloja taukoja varten*
8. *tarvittava teknologia saatavilla*
9. *laadukas valaistus ja mahdollisuus päivänvaloon*
10. *mahdollisuus säätää lämpötilaa, ilmanlaatu*

(Brill ym. 2001, 19.)

Vuosien 1984 ja 1986 välillä tehtiin Coding War Games -tutkimus, jossa selvitettiin työolosuhteiden vaikutusta työn tuottavuuteen. Yli 600 vapaaehtoista ohjelmistonkehityksessä toimivaa työntekijää 92 eri yrityksestä osallistui tähän tutkimukseen. Mukana olleiden yritysten motiivina oli verrata kokonaisuudessaan työntekijöitään muiden toimijoiden vastaaviin. Yhdestä yrityksestä oli tutkimuksessa vähintään kaksi työntekijää, ja tehtävät suoritettiin omassa työpaikassa. Työtehtävä oli kaikille samanlainen, ja tutkittavat kilpailivat toisiaan vastaan. Tehtävän aikana testattava täytti kysely- ja aikalomaketta. Tulosten perusteella mm. virheiden määrä ja palkka eivät juuri vaikuttaneet suorituskyykyyn. Työympäristön suhteen yksityisyys, häiriöäänät ja häiriöiden taajuus osoittautuivat olevan merkittäviä tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä. (Aronoff & Kaplan 1995, 69 - 70)

Taulukossa 1 Aronoff ja Kaplan (1995, 71) havainnollistavat tutkimuksen ympäristötekijöihin liittyvää kyselyä lähteenään DeMarco ja Lister (1985).

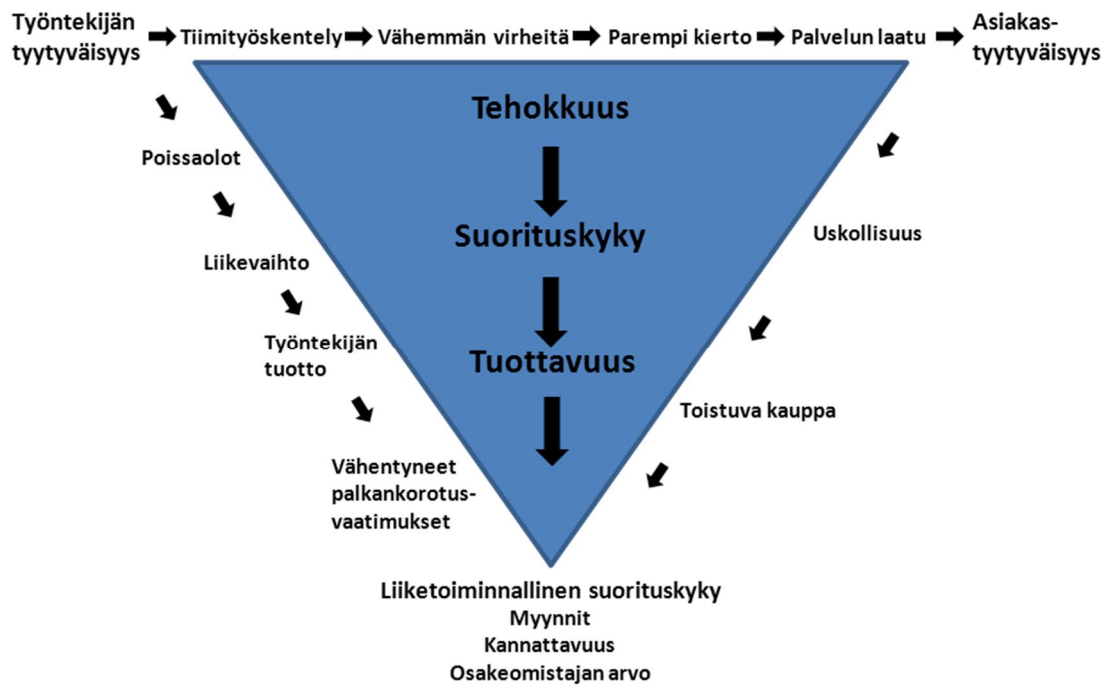
TAULUKKO 1. Coding War Games -tutkimuksen työympäristökysely (Aronoff & Kaplan 1995, 71, perustuu julkaisuun DeMarco & Lister (1985))

Ympäristötekijä	Parhaiten	Heikoimmin	Kaikki osallistujat
	suoriutunut neljännes (ylin 25%)	suoriutunut neljännes (alin 25%)	
Työtilan keskimääräinen koko ( <i>pyöristetty</i> )	7m <sup>2</sup>	4m <sup>2</sup>	6m <sup>2</sup>
Tyydyttävän hiljainen työtila	57% kyllä	29% kyllä	42% kyllä
Tyydyttävän yksityinen työtila	62% kyllä	19% kyllä	39% kyllä
Voitko hiljentää puhelimesi?	52% kyllä	10% kyllä	29% kyllä
Voitko siirtää puhelusi?	76% kyllä	19% kyllä	57% kyllä
Häiritsevätkö muut ihmiset sinua tarpeettomasti?	38% kyllä	76% kyllä	62% kyllä
Saako työtilasi tuntemaan sinut arvostetuksi?	57% kyllä	29% kyllä	45% kyllä

Taulukkoa tulkittaessa on hyvä ottaa huomioon teknologian kehitys. Nykyisin sähköposti on tärkeä kommunikointikeino, joka mahdollistaa nopean tiedonvälityksen ja on joustava vastausajan suhteen. Puhelujen häiritsevän vaikutuksen voi näin ollen kuvitella olevan nykyisin pienempi toimistoympäristössä tapahtuvassa työssä, työnkuvasta riippuen.

ASID (American Society of Interior Designers) esittää Productive Workplaces -julkaisussaan (1998, 10) tuottavuuskolmion, jonka lähtökohtana on työntekijän tyytyväisyys (kuvio 4).





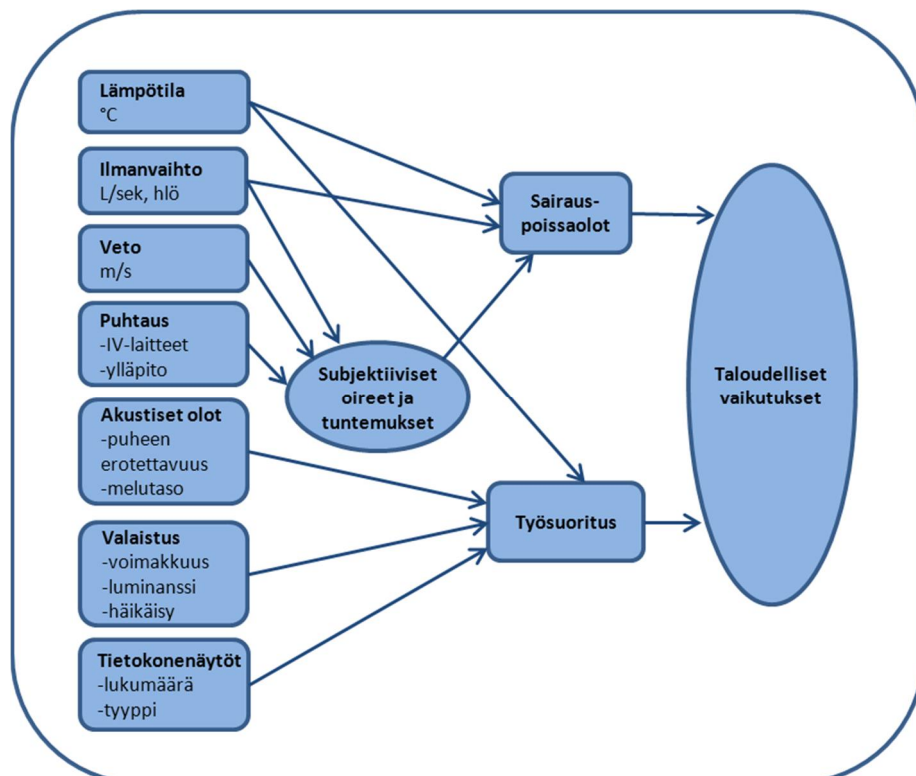
KUVIO 6. Tuottavuuskolmio (muokattu, alkuperäinen kuva: ASID: Productive Workplaces (1998, 10))

Kuvion mukaan asiakastyytyväisyyden lisäksi myös työntekijän tyytyväisyydellä on positiivinen vaikutus liiketoimintaan. Työntekijän hyvillä olosuhteilla nähdään olevan positiivinen vaikutus esimerkiksi tiimityöskentelyyn ja poissaolojen oletetaan vähentyvän. Kolmion sisällä tehokkuus johtaa parempaan suorituskykyyn ja tuottavuuteen, jonka jälkeen esimerkiksi toiminnan kannattavuus kasvaa.

## 2.1 Tuottavuuden mittaaminen toimistotyössä

Toimistokontekstissa tapahtuvan työn tuottavuuden mittaaminen ei ole aina yksinkertaista, sillä työtehtävät voivat olla hyvin moniulotteisia ja vain kerran samalla tavalla tapahtuvia. Aiheeseen liittyvissä tutkimuksissa tulee usein esille prosentuaalisia työn tuottavuuden parannuksia tai heikkenemisiä, mutta tällaisissa kvantitatiivista tutkimusmenetelmää käytettävissä kokeissa on usein suoritettu jotain samanlaisena toistuvaa työtehtävää.

Suunnittelutyötä on vaikeaa mitata aikamääreillä toiminnan ollessa projektiluontoista ja työtehtävien monivaiheisia ja suurelta osin tietokoneella suoritettavia. Tiettyjä yksityiskohtia, kuten aikaa tulosten hakemisesta tai aikaa tietyn henkilön saavuttamiseen voidaan tutkia kvantitatiivisesti, mutta se ei anna kokonaiskuvaa työn tuottavuuden muutoksista. Subjektiiivisesti koettua tuottavuuden muutosta onkin siis pyrittävä arvioimaan teoreettisesti jo olemassa olevien tutkimusten perusteella. Kuvio 6 kuvaa Seppäsen esittämää ajatusmallia erilaisten tekijöiden suhteista tuottavuuteen.



KUVIO 7. Tuottavuussuhteet (Seppänen 2005, 9, muokattu)

## 2.2 Työntekijät resurssina

Tuottava toimisto 2005-raportin mukaan (2004, 4) tuotantovälineistöä pidettiin 1900-luvun yrityksissä tärkeimpänä kilpailuvalttina, ja 2000-luvulle siirryttäessä tietöläiset ja tämän ryhmän tuottavuus ovat muodostuneet suurimmaksi tekijäksi yritysmaailmassa. Työtila on yksi olennainen resurssi, jonka työntekijät tarvitsevat suorittaakseen työnsä. Raportissa todetaan, että vähäinkin tuottavuuden kasvu voi korvata mahdolliset työympäristöön käytetyt kustannukset ja että hyväksi korjatun sisäympäristön tuloksena voidaan saavuttaa jopa 6 %:n työn tuottavuuden kasvu. Sairauspoissaolojen väheneminen, työtehokkuuden kasvaminen sekä viihtyvyys luetellaan yrityksen saamien hyötyjen joukkoon työympäristön parantuessa.

Beckerin ja Steelen (1994, 193) esittämässä karkeassa jaottelutavassa yrityksen katsotaan voivan valita kahden eri toimintastrategian välillä: kuluohjautuvalla (Cost-driven) ja liiketoiminnallisesti ohjautuvalla (Business-driven) toimintatavalla. Kuluohjautuvassa ajattelumallissa toiminta ohjautuu keskittymällä kuluihin ja säästöihin, kun taas liiketoimintaohjautuvassa tarkastellaan kuluja niistä saatavien tuottojen näkökulmasta.

## 2.3 Avoin vai suljettu toimisto?

Brill & the BOSTI Associates käsittelevät kuutta erilaista väitettä tai myyttiä, jotka liittyvät toimistosuunnitteluun, jotka käsittelevät mm. helpon vuorovaikutuksen ja häiriöiden suhdetta ja avoimen toimistotyypin mielekkyyttä. Brill ym. esittävät huomattavaa kritiikkiä avoimen toimistokonseptin suhteen, heidän mukaansa suljettu toimistotyyppi nimenomaan tukee keskustelutarpeita. Avoimessa toimistossa ei myöskään julkaisun mukaan voida saavuttaa häiriötöntä tilaa, sillä tämänkaltaisessa tilassa on lähes mahdotonta olla kuulematta keskustelua. (Brill ym. 2001, 33, 39, 40)

Kritiikkiä tukee Haynesin (2007b, 192) työympäristön tuottavuutta käsittelevä tutkimus, jonka loppupäätelmässä todetaan käyttäytymisen, jonka komponentit ovat vuorovaikutus ja häiriöt, olevan fyysistä työympäristöä enemmän koettuun tehokkuuteen vaikuttava tekijä. Samassa tutkimuksessa todetaan hotelliperiaatteen olevan paras vaihtoehto keskittymistä vaativalle työntekijälle, joka viettää alle 60 % ajastaan työtovereidensa kanssa ja joka pystyy erinomaisesti joustamaan työaikansa ja -paikkansa suhteen.

Tuominen ja Launis (2011, 123 – 124) arvioivat avotoimiston valinnan johtuvan pääosin taloudellisista hyödyistä, vaikka tätä valintaa voidaankin perustella avoimemman tiedonkulun kannalta. Samalla esitetään avotoimiston sopivan parhaiten jatkuvaa keskustelua ja ideoidenvaihtoa vaativaan, ympärillä olevien työntekijöiden kanssa samankaltaiseksi verrattavan työn tekemiseen. Keskittymistä ja yksityisyyttä vaativan työn suorittamiseen Tuominen ja Launis katsovat suljetun toimiston olevan paras vaihtoehto. Helpon kommunikoinnin, yksityisyyden ja organisaation avoimuuden yhdistäminen mainitaan ongelmallisena toimistotilan suunnittelussa. Muutaman hengen tila arvioidaan hankalimpana epätoivottujen äänten suhteen, sillä suuremman henkilömäärän myötä yleinen äänitaso nousee, vähentäen yksittäisten häiriöäänten haittaa.

Becker (2004, 29) kyseenalaistaa suljetun toimiston toimivuuden. Becker perustelee näkemystään vähäisellä todistusaineistolla suljetun toimiston paremmuuden puolesta ja antaa esimerkin tutkimuksesta, jossa ohjelmistokehitystiimien tuottaman koodin laatua ja määrää tarkasteltiin työympäristön muuttuessa. Tiimien työskennellessä omissa työpisteissään tulokset olivat heikompia verrattuna asetelmaan, jossa tiimit työskentelivät yhdessä samassa tilassa. Vuorovaikutuksen ja helposti sujuvan kommunikoinnin oletettiin olevan yhteydessä tulokseen, jossa avotoimistossa työskennelleiden tuottavuus koodin määrän ja laadun suhteen oli lähes kaksinkertainen suljettuun toimistoon verrattuna. Lähteestä ei tosin selviä, työskenneltiinkö suljetuissa toimistoissa, vaan mainitaan toisen suorituksen tapahtuneen yksilöllisillä työpisteillä ja myös yksilöllisesti suoritettuna työvaiheen toteutusta on vaikea tulkita, tehtiinkö

suoritus yksilöllisillä työpisteillä itsenäisesti vai yksittäisellä tiimillä. Koppitoimistoja eli sermeillä luotuja koppimaisia työpisteitä Becker ei pidä järkevänä ratkaisuna. Becker perustelee kantaansa viitaten Brillin ym. sekä omiin tutkimustuloksiinsa.

### **3 TOIMISTOTYÖYMPÄRISTÖN TUOTTAVUUDEN OSATEKIJÖITÄ**

#### **3.1 Sisäilmasto**

ASHRAE eli American Society of Heating, Refrigeration and Airconditioning Engineers (1991) määrittelee sisäilman laatu -käsitteen seuraavasti: "rakennuksen sisäisen hengitettävän ilman (ilmaston) attribuutit, joihin sisältyvät kaasumainen koostumus, ilmankosteus, lämpötila ja saasteet" (Croome-Gale 1999, 110).

Sisäilman eri osa-alueita ovat lämpötila, ilmankosteus, vetoisuus ja epäpuhtaudet, joista viimeinen jakautuu edelleen kaasumaisiin ja hiukkasmaisiin epäpuhtauksiin. Silmien ja nenän ärsytysoireet ovat yleisimpiä huonosta sisäilmasta aiheutuvia vaivoja. Täysin absoluuttista optimia sisäilman laadulle toimistotyössä ei ole, sillä eri ihmiset kokevat esimerkiksi samojen lämpötila- ja hajuolosuhteiden miellyttävyyden eri tavoin (Ketola 2007, 26 - 28).

Vetoa koetaan paikallaan ollessa, lämpöviihtyisyysalueen alarajalla. Kylmät seinä- tai ikkunapinnat tai liikkuva ilma voivat aiheuttaa vetoaistimuksen. Lattian alhaisempi lämpötila suhteessa muuhun ilmaan voi myös aiheuttaa vetoa. Nostamalla lämpötilaa parin asteen verran ja ottamalla etäisyyttä kylmistä pinnoista sekä ovista, ikkunoista ja ilmanvaihtolaitteista voidaan vedon tunnetta vähentää. Myös kylmien pintojen eristäminen verhoilla alentaa vetoa (Launis & Lehtelä 2011, 286).

Ilman kaasumaisia epäpuhtauksia vapautuu ihmisten lisäksi esim. erilaisista pintamateriaaleista ja liimoista, ja ne pystytään toteamaan myös hajuaistin avulla. Ihmisten erittämistä aineista merkittävimpiä ovat metanoli, etanoli, etyyliasettaatti ja aseton. Formaldehydi-nimistä yhdistettä erittävät mm. tulostimet, kopiokoneet, kattolevyt, kauppakassit, lastulevyt, lattiapäällysteet, liimat, maalit ja vaneri. Erilaiset elektroniset laitteet erittävät orgaanisia aineita. Hiukkasmaisia epäpuhtauksia tuottavat mm. kopiokoneet ja tulostimet. Lasi- ja vuorivillasta voi niiden pinnan kuluessa tai rikkoutuessa irrota kuituja, joilla voi olla silmien sidekalvoja, ylähengitysteitä ja ihoa ärsyttävä vaikutus. Tulisikin varmistaa, että avoimet villaeristepinnat on suojattu asiallisesti, jos niitä on ilmastointijärjestelmän yhteydessä, tai tarvittaessa uusia ne kokonaan. Työtilassa tulisikin huolehtia riittävästä ilmanvaihdosta, sillä jo pelkkä useiden työntekijöiden pitkään jatkuva oleskelu huonosti ilmastoidussa tilassa huonontaa sisäilman laatua. Ilmanvaihdon reitti olisi myös hyvä tarkastaa ja varmistaa, ettei ilmastoinnin sisään pääse epäpuhtauksia (Ketola 2007, 27 - 29, Wolverton 1999, 10 - 11).

Wargocki, Wyon ja Fanger (2000, 635) toteavat ilmanlaadun parantamisen, joko parantamalla ilmanvaihtoa tai vähentämällä ilmansaastekuormitusta, johtavan parempaan suorituskykyyn simuloituissa toimistotyötehtävissä, joihin kuului yhteenlasku, oikoluku ja konekirjoitus. Tulokset perustuvat kolmeen itsenäiseen tutkimukseen, joihin osallistui yhteensä 90 koehenkilöä. Tutkimuksiin perustuen esitetään väite, jossa jokaista 10 % ilmanlaatuun tyytymättömien määrän vähenemistä kohti suorituskyky kasvaa 1,5 %. Oletus on pätevä ilmanlaatuun tyytymättömien määrän ollessa 25 - 70 % kokonaismäärästä. Samassa todetaan myös kokonaissuorituskyvyn voivan kasvaa 1,9 %, jos saastekuormitus vähenee kaksinkertaisesti ilmanvaihdon tason pysyessä muuttumattomana tai kun tasaisella ilmansaastekuormituksella ulkoilmasta tulevan ilmanvaihdon määrä kaksinkertaistetaan.

### 3.1.1 Kasvien vaikutus ilmanlaatuun

Sisätiloihin sijoitetut kasvit kykenevät puhdistamaan ilmaa ja nostamaan ilmankosteutta. NASAn John Stennis -avaruustutkimuslaitos selvitti vuonna 1980 kasvien kykenevän puhdistamaan ilmaa suljetuissa koekammioissa, sillä ne poistivat haihtuvia orgaanisia aineita. Ennen sisäkasveilla on ollut lähinnä visuaalista arvoa, nyt pystyttiin kuitenkin todistamaan niillä olevan myös käytännön hyötyä. Plants for Clean Air Council -järjestö ja Wolverton Environmental Services rahoittivat vuonna 1990 alkanutta jatkotutkimusta NASAn edellisten tutkimusten jatkoksi. Vuoteen 1996 mennessä 50 eri huonekasvia oli tutkittu erityisesti kiistellyn formaldehydin poistamiskyvyn osalta. Formaldehydin on todettu aiheuttavan kurkun, silmien ja nenän ärsytystä. Kiistanalaisia, formaldehydin mahdollisesti aiheuttamia sairauksia ovat neurofysiologiset vaivat, krooniset hengitystiesairaudet, syöpä ja astma. Eri kasvien kyky poistaa erilaisia yhdisteitä ja erittää vesihöyryä vaihtelee lajikohtaisesti, esimerkiksi Kaarisulkasaniainen osoittautui tehokkaimmaksi formaldehydin poistamisen osalta. Joillakin huonekasvit osoittautuivat altistuessaan kykenemään jopa parantamaan myrkyntoiskykyään suljetuissa kammioissa (Wolverton 1999, 21 - 26).

Kasvien kykyä parantaa työympäristön tuottavuutta on myös tutkittu. Smith, Tucker ja Pitt (2010, 221) toteavat kasvien vaikutusta työn tuottavuuteen käsittelevän raportin loppupäätelmässä niiden vaikuttavan positiivisesti toimistossa työskenteleviin ihmisiin. Tutkimuksessa kasveja toimistossaan omaavat työntekijät kokivat olevansa tuottavampia ja vähemmän paineen alaisia. Muita kokemuksia olivat yksityisyydentunteen paraneminen ja toimiston kokeminen esteettisempänä sekä mukavuustasoltaan korkeampana. Kokeen palautteessa jotkut työntekijät kokivat hyönteisten määrän lisääntyneen kasvien myötä, tosin mitään todisteita hyönteisten olemassaolosta kasveissa ei tarkistamisen jälkeen löydetty. Oli oletettavaa, että pöydälle jätetyt kahvikupit ja hedelmät olivat syynä hyönteisten esiintymiseen. Päätelmässä todetaan myös, että kokemus kasvien hyönteisiä lisäävästä vaikutuksesta saattoi vaikuttaa joihinkin koetuloksiin (Smith, Tucker & Pitt 2010, 219).

### 3.1.2 Sairas rakennus -oireyhtymä (Sick Building Syndrome)

Sairas rakennus -oireyhtymä on aihealueen kirjallisuudessa usein esille tuleva termi. Aronoffin ja Kaplanin (1995, 158) mukaan sairauden oireet ilmenevät oleskeltaessa tietyssä rakennuksessa, mutta poistuvat, kun tilassa ei enää olla. Tässä oireyhtymässä yhtä yksittäistä aiheuttajaa ei löydy, sillä mikään ohjearvo ei ylitä. Todennäköisesti kyseessä on monen eri aiheuttajan samanaikainen toiminta.

Wolvertonin (1999, 11) mukaan termi on lähtenyt liikkeelle 1980-luvulta, kun Kanadassa, Yhdysvalloissa ja Euroopassa rakennetuissa energiatehokkaissa, ilmatiiviiksi rakennetuissa taloissa alkoi ilmetä erilaisia sairauksia. Väsymys, hengenahdistus, limakalvojen tukkeutuminen, päänsärky, allergiat, silmien, nenän ja kurkun ärsyyntyminen sekä astma ovat oireita, joita tässä tapauksessa voi ilmetä. Wolverton kritisoi erityisesti ilmatiiviitä rakennuksia, joissa sisustuksessa on käytetty synteettisiä materiaaleja, mainiten sen olevan yksi kolmesta huonon sisäilman pääaiheuttajasta ihmisten tuottamien bioeritteiden ja vähäisen ilmanvaihdon lisäksi.

## 3.2 Akustiikka

Melu on Aronoffin ja Kaplanin (1995, 200) mukaan subjektiivisesti kuulijan kokemaa epätoivottua ääntä. Ketola pitää ääniympäristöä suurena tekijänä tuottavuuden kannalta. Käytävältä ja lähellä olevilta työpisteiltä kuuluvien äänien määrittellään olevan häiritsevimpiä, erityisesti selkeän puheen, sillä selvä ääni on informatiivista. Puheäänien erotuskyky on tässä tapauksessa tärkeämpi tekijä kuin varsinainen äänenvoimakkuus. Avotoimiston akustiikkasuunnittelussa tulisikin Ketolan mukaan ottaa huomioon erityisesti puheesta aiheutuva epätoivottu ääni. Puheensiirtoindeksi STI ilmaisee asteikolla 0 ... 1, kuinka hyvin puheäänestä saadaan selvää. Suurempi arvo tarkoittaa parempaa puheäänien eroteltavuutta (Ketola 2007, 32 - 33).



Äänistä johtuvat haitat ovat varsinkin avotoimistossa suuri ongelma, sillä kolmasosa tämäntyyppisessä tilassa työskentelevä työntekijä kokee kuultavan puheen erittäin häiritseväksi, ja lähes kaikki häiritseväksi. Muita häiritseviä ääniä ovat esimerkiksi soittoäänet sekä kävelystä johtuva häiriöääni. Epätoivotut äänet aiheuttavat myös tuottavuuden laskua, sillä keskimäärin työntekijöiden mukaan meluhaittojen vuoksi päivästä 20 - 40 minuuttia kuluu hukkaan. Huonetoimistot ovatkin ääniympäristön kannalta parempi ratkaisu. (Tuottava toimisto 2005 2004, 14)

Aronoffin ja Kaplanin mukaan suljettu huonetoimisto ei ole kuitenkaan hyvän äänieristyksen taie jos tähän ominaisuuteen ei ole rakennusvaiheessa kiinnitetty huomiota. Ääni voi kulkeutua seinien ja ovien kautta jos niissä on käytetty keveitä materiaaleja.

Aronoff ja Kaplan esittävät kolme lähestymistapaa ääniympäristöongelmien ratkaisuun:

- 1) äänilähteen vaimentaminen
- 2) akustisten ominaisuuksien muuttaminen
- 3) kuulijan suojeleminen.

Ääniaalto liikkuu tilassa heijastuen, absorboituen ja välittyen, kunnes sen energia hajoaa. Äänen heijastumista tapahtuu usein kovien pintojen, kuten betonikaton tai ikkunan, osuessa ääniaallon reitille. Ilmiössä, jota kutsutaan absorboitumiseksi, ääniaallon energia hajoaa yhteen tai useampaan kappaleeseen. Yleisesti tekstiilit tai muut pehmeät materiaalit absorboivat eli imevät itseensä hyvin ääntä. Välittymisessä ääniaalto menee esteessä olevien aukkojen lävitse, tai saadessaan kohteen värisemään aiheuttamalla ääniaallon kohteen vastakkaiselle puolelle.

Ihmisen kokonaiskuuloalue on noin 20 - 16000 Hz. Henkilön ikääntyessä, erityisesti miehillä, kuuloalue kapenee etenkin korkeataajuiseen äänen osalta. Äänenvoimakkuuden mittari on usein desibeli (dB), joka kuvaa äänen energiaa. Kuulokynnys ihmisellä on 0 dB. Ääni, jonka voimakkuus on 160 dB aiheuttaa välittömän kuulovaurion. Puheäänien tulee olla noin 10dB taustamelua voimakkaampi, jotta se olisi selkeästi ymmärrettävää (Aronoff & Kaplan 1995, 202, 207 - 208, 210 - 212).

### 3.3 Valaistus

Riittävän valaistustason varmistaminen auttaa työntekijää suorittamaan työnsä tehokkaasti ja ergonomisesti. Heikko valaistus voi väsyttää silmiä ja altistaa työntekijän huonoille työasennoille, jos kohteesta ei saa helposti selvää. Varjot ja häikäisyt saattavat myös pakottaa istumaan vinossa asennossa, mikä on myös ergonomisesti epätoivottavaa. Ainoastaan pelkkä valoteho ei itsessään varmista riittävää valon määrää, sillä useita muita tekijöitä on otettava huomioon, kuten heijastukset ja värilämpötila. Valaistuksen voimakkuus ilmaisee, kuinka paljon valoa valaisin tai päivänvalo tietylle pinnalle antaa, ja sen mittaamiseen tarkoitettu yksikkö on luks (lx) (Launis, Lehtelä 2011, 267; Ketola 2007, 20).

SFS-standardi SFS-EN 12464-1 määrittelee työalueen ja välittömän lähietäisyyden välisiä eroja. Työkohteen valaistuksen ollessa suurempi tai yhtä suuri kuin 750 lx, tulee välittömässä lähiympäristössä vastaavan luvun olla 500 lx. Tapauksessa jossa työalueen valaistusarvo on 500 lx, tulee välittömän lähiympäristön valaistusvoimakkuuden olla 300 lx. Työalueen valaistuksen tasaisuus tulee olla suurempi tai yhtä suuri kuin 0,7 tällä työalueen valaistusarvolla ja vastaavasti välittömän lähiympäristön osalta suurempi tai yhtä suuri kuin 0,5. Alueella, jossa oleskellaan tai työskennellään pitkäaikaisesti, ei tulisi käyttää värintoistoindeksiltään alle 80 olevia lamppeja. CAD-työasemakontekstiin on suositeltu valaistusvoimakkuudeksi 500 lx, häikäisyindeksille 19, ja värintoistoindeksin osalta 80 (SFS-standardi SFS-EN 12464-1 12, 18, 22, 38).

Taulukossa 2 on selitetty toimistotilan valaistussuunnittelun kannalta oleellisia suureita ja käsitteitä sekä ohjearvoja toimistokontekstissa.

TAULUKKO 2. Valaistuskäsitteitä. (Launis, Lehtelä 2011, 266, 268, 272-274; Arnkil 2007, 195, 257 - 258; Ketola 2007, 20-21; Aulanko, Huovinen, Kiikka, Lehtinen 2010, 56)

Suure tai käsite	Yksikkö	Suositteltu arvo toimistotyössä	Muuta huomioitavaa
Valovoima	kandela (cd)	-	Tiettyyn suuntaan säteilevän valon määrä
Valaistusvoimakkuus (illuminanssi), (E)	Luksi (lx)	500-1000	Valonlähteen ja kohteen välinen etäisyys sekä valovoima vaikuttavat valaistusvoimakkuuteen
Valotiheys (luminanssi eli "kirkkaus"), (L)	kandela/neliometri (cd/m <sup>2</sup> )	Kts. Luminanssijakautuma	$L = (p \times E)$ , jossa p = heijastuskerroin (kts. Heijastus), ja E=valaistusvoimakkuus.
Luminanssijakautuma (kontrasti)	-	(1:3)	Valotiheysien ero. Kontrastihäikäisyä ilmenee, jos luminanssien suhde >1:20. Toisaalta liian pieni kontrasti helpottaa näkemistä.
Väriämpötila (värisävy), (T)	Kelvin (K)	5500-6500	"Lämmintä" (punertavaa), jos <3300K, "kylmää" (sinertävää), jos >5300K
Värintoisto	Värintoistoindeksi CRI (Ra)	>80	Täysin luonnonmukainen värintoisto: CRI = 100
Heijastus	Heijastuskerroin (ρ)	0,3-0,4 (kalusteet, seinäpinnat)	Arvo välillä 0 - 1 (suurempi = enemmän heijastusta), riippuu pinnan rakenteesta, tummuudesta, heijastusominaisuuksista ja väristä
Häikäisevyys	-	-	Epäsuora-, kontrasti-, ja suora häikäisy. Katseen suunnassa (60° kartiomuoto) tulee välttää valoisia ikkunoita ja suojaamattomia valaisimia.
Luonnonvalo	-	-	Keskipäivän päivänvalo 6000 - 6500K, Aurinko 5570K

### 3.4 Toimistoergonomian vaikutus tuottavuuteen

DeRango, Amick, Robertson, Rooney , Moore ja Bazzani (2003) tutkivat yhteensä noin 200 koehenkilön pohjalta kahden eri ergonomisen muutoskohteen vaikutusta tuottavuuteen. Testattavat henkilöt jaettiin kolmeen ryhmään. Ensimmäinen toimi kontrolliryhmänä, toinen sai toimistoergonomiakoulutusta ja kolmannelle annettiin käyttöön laajat säätömahdollisuudet omaava työtuoli ja toimistoergonomiakoulutus. Derango ym. toteavat kolmannen ryhmän tuottavuuden muutoksen olevan samassa linjassa Dainoffin (1990) toimistoergonomiatutkimuksen kanssa: Dainoff raportoi optimaalisen toimistoergonomia-asetelman parantaneen tuottavuutta 17,5 %, kun DeRango ym. toteavat kolmannen ryhmän tuottavuuden nousseen 17,7 % (DeRango, Amick, Robertson, Rooney, Moore ja Bazzani 2003, 4, 17).

Prosentuaalisesti tutkimuksen tulokset ovat tuottavuuden kasvun osalta huomattavia. Samankaltaiset kasvuprosentit kuitenkin tukevat tulosten paikkansapitävyyttä.

### 3.5 Tuottavuuden kasvun arvioiminen

Taulukon 3 mukaan on mahdollista laskea tuottavuusmuutoksia eri parannuskohteille, suurempi tähtien määrä kuvaa luotettavuutta (enemmän tähtiä tarkoittaa parempaa luotettavuutta).

TAULUKKO 3. Tuottavuussuhteet (Seppänen 2005, 10)

N o	Sisäympäristötekijä	Sovellusalue	Tekijän referenssi-arvo	Tuottavuuden lasku poikkeamasta johtuen, %	Tuottavuuden osatekijä	Huom.	Luotettavuus
1	Korkea lämpötila (T, °C) kesällä	$25 < T < 32$	<25	$TL = 2 \times T - 50$	Työsuoritukset	Suora vaikutus	****
2	Alhainen lämpötila talvella (T, °C)	$18 < T < 21$	21-22	$TL = a(84 - 4 \times T)$	Työsuoritukset	a=tekstinkäsittelytyön osuus	***
3	Korkea lämpötila talvella (T, °C)	$21 < T < 25$	21-22	$TL = 1,7 \times (T - 21)$	Sairauspoissaolot ja työsuoritukset	Yhteys oireiden kautta	**
4	Liian pieni ilmanvaihto avokontoreissa tai palautusilmaa käytettäessä (Q, L/s <sup>-1</sup> , henk.)	$0 < q < 25$	25	TL=1,5%; q=25-->10  TL=1,0% q:10-->0	Poissaolot	Hengitysteiden infektiosairauksien aiheuttamat poissaolot	**
5	Liian pieni ilmanvaihto (q, L/s <sup>-1</sup> , henk.)	$0 < q < 25$	25	TL=0,49% per 10 L/s <sup>-1</sup> , henk.	Sairauspoissaolot ja työsuoritukset	Yhteys oireiden kautta	**
6	Liian suuri ilmanvaihto (q, L/s <sup>-1</sup> , henk.)	$q > 25$	25	TL.max=0,88 %	Sairauspoissaolot ja työsuoritukset	Yhteys oireiden kautta, q:n tarkkaa arvoa ei saatavissa	*
7	Liian pieni ilmanvaihto (q, L/s <sup>-1</sup> , henk.)	$5 < q < 30$	30	$TL = 0,17 \times (30 - q)$		Yhteys laboratorionkokeiden perusteella, yhteys keskimääräinen	*
8	Vetoisuus	Vetovalitukset yleisiä		TN aina 0,2% saakka	Työsuoritukset		*
9	Ilmanvaihdon puhdistus ja ilmavirtojen tasapainotus	Yli 15...20 vuotta vanha	Likainen ivjärjestelmä	TN aina 0,2% saakka	Työsuoritukset		*
10	Talotekninen ilmastoinnin, ilmanvaihdon ja valaistuksen perusparannus		Käytäväpuhallusjärjestelmä ja suora valaistus	TN=4,4%	Työsuoritukset	Objektiivisesti mitattu yhteysotoksen avulla	**

Referenssiarvo on ideaaliarvo josta poikkeama lasketaan. Esimerkiksi kesällä liian lämpimän, 28-Celsiusasteisen sisäilman vaikutusta tuottavuuteen voidaan laskea rivin 2 kaavaa  $TL=2xT-50$  soveltaen, jossa  $TL$  = tuottavuuden muutos prosentteina (%) ja  $T$  = lämpötila (°C):

$$TL = (2 \cdot 28) - 50$$

$$TL = 6 \text{ (\%)}$$

Näin ollen kesäaikana 28 °C huoneilma heikentää työntekijän tuottavuutta 6 % verrattuna tilanteeseen, jossa lämpötila on ideaali 25 °C.

Tuottavuuden taloudellisia hyötyjä voidaan laskea Brillin ym. (2001, 20) ja Cornell University of Research Web -sivuston (2008) laskentaperiaatteiden mukaan seuraavasti:

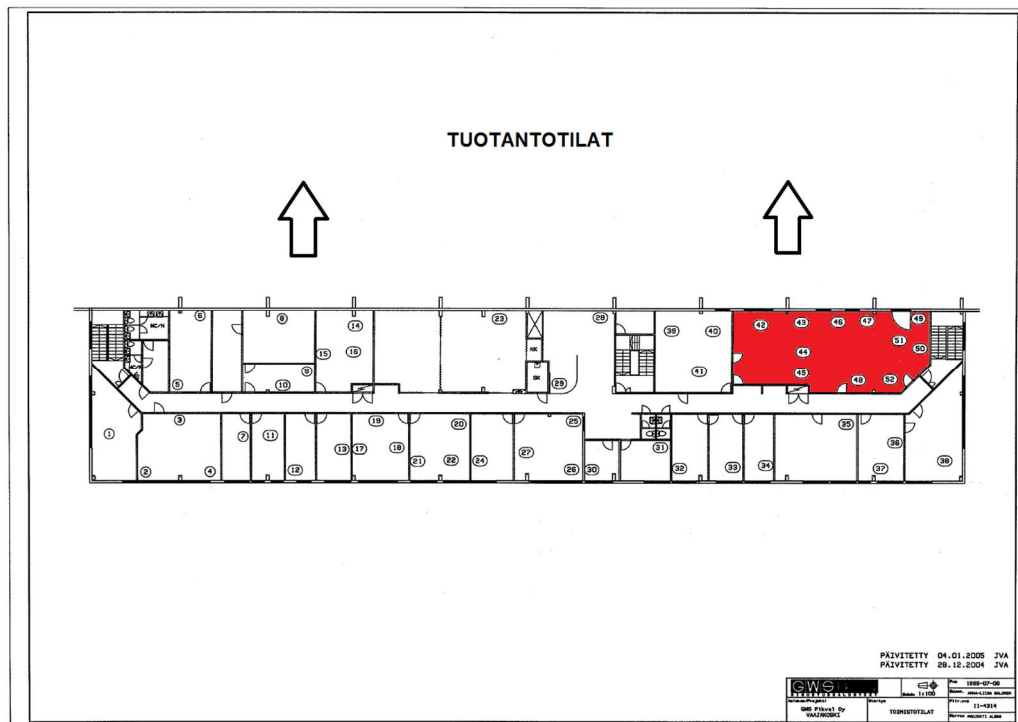
- panos = työntekijän kuukausipalkka (esim. 2500€/kk)
- prosentuaalinen tuottavuuden kasvu esim. 4 %
- 12 kuukauden taloudellinen hyöty 2500 €/kk palkalla ja 4 % tuottavuuden kasvulla on siis  $12 \times 2500 \text{ €/kk} \times 1,04 - 12 \times 2500 \text{ €/kk} = 1200 \text{ €}$ .

Laskentaperiaate selvitettiin tutkimalla Cornell University of Research Web:in ROI-laskurin toimintatapaa, samanlainen laskutapa löytyy Brillin ym. julkaisusta, tosin hieman epämääräisempänä.

## 4 LÄHTÖKOHDAT PIKVAL OY:N SUUNNITTELUOSASTOLLA

### 4.1 Pikval Oy:n suunnitteluosaston esittely

Opinnäytetyön kohteena oleva suunnitteluosasto sijaitsee Pikval Oy:n toimipisteen toisessa kerroksessa, jossa työskentelee suurin osa yrityksen toimihenkilöistä. Suorakulmion muotoinen osasto on suoraan yhteydessä pääkäytävään, joka käytännössä jakaa yläkerran tilat, ja josta on suora pääsy lähes kaikkiin ylhäällä sijaitseviin toimitiloihin. Varsinaisen suunnitteluosaston vieressä sijaitsee toinen suorakulmion muotoinen toimistohuone, joka on pinta-alaltaan pienempi. Näiden kahden tilan välissä ei ole ovea, joten kulkeminen tilojen välillä on vaivatonta. Haittapuolena voidaan pitää äänen vapaata kulkua tilojen välissä, jolloin molemmissa huoneissa työskentelevien työntekijöiden neuvottelu- ja puhelinkeskusteluäänät eivät pääse vaimenemaan tarpeeksi. Opinnäytetyö keskittyi ainoastaan tilaan jossa suunnittelijat työskentelevät. Kuvio 8 havainnollistaa Pikval Oy:n toisen kerroksen tiloja joihin opinnäytetyön kohteena oleva toimistotila myös lukeutuu.



KUVIO 8. Pikval Oy:n tilojen toinen kerros (Pikval Oy:n Vertex-piirustusarkisto 2012)

Tilaratkaisu oli tyypiltään avotoimisto, sillä kyseessä oli laaja tila, jossa työntekijöiden työpisteet oli jaettu erikorkuisilla sermeillä. Myös kaapit ja hyllyköt toimivat tilanjakajina. Suunnitteluosastolla työskenteli seitsemän työntekijää opinnäytetyön tekijän lisäksi. Yhteensä tietokoneellisia työpisteitä oli kahdeksan kappaletta. Opinnäytetyön kohderyhmäksi valittiin viisi suunnittelijaa joilla oli pidempi kokemus työstä ja työolosuhteista.

Ikkunoita molemmissa tiloissa on sekä käytävän puolella että alakerran tuotantotiloihin avautuvalle näkymälle. Käytävän puolen ikkunat on himmennetty puna-valkoisin sälekaihtimin, tuotantotiloihin avautuvilla ikkunoilla ei ollut verhoja. Verhojen puuttuessa suunnitteluosastolta oli suora näkyvyys tehdasosaan, mikä vähensi yksityisyyttä. Kansioita ja tuoteluetteloita oli hyllyissä huomattava määrä muiden tarvikkeiden lisäksi. Aiemmin projektien tietoja oli tallennettu kansioihin, mutta tämä käytäntö oli jäänyt myöhemmin vähemmälle. Syksyllä 2010 suuri osa kansioden sisällöistä heitettiin pois, mutta huomattava määrä kansioita jäi silti hyllyihin. Korkeita hyllyjä oli vaikeaa puhdistaa pölystä. Katossa paikoittain mustaa pölyä, joka oletettavasti oli peräisin ilmastointilaitteesta. Pölyä oli nähtävillä myös muiden rakennuksen ilmanvaihtokanavien yhteydessä. Tämä antoi aiheutta mieltä, oliko ilmastoinnin kautta tuleva ilma asianmukaista, varsinkin kun työntekijöillä oli satunnaisia hengitystieoireita, jotka ilmenivät esimerkiksi yskimisenä. Maanantai-aamupäivä vaikutti olevan pahinta aikaa ilmanlaadun suhteen. Ilmastoinnin toimintaa ja sen muutostarpeita olikin perusteltua selvittää ainakin jossain määrin.

Tuoteseinä, jossa oli esillä erilaisia vakiotuotteita nimikenumeroineen, oli syvän pöydän takana, jolloin niiden tutkiminen oli vaivalloista. Yleiselle pöytätilalle oli kyllä tarvetta, mutta sijoittelua oli syytä miettiä uudelleen. Suunnitteluosaston työtiloille oli siis perusteltua antaa kehitysehdotuksia tuottavuuden kasvun parantamiseksi.



## 4.2 Suunnittelijan työnkuva Pikval Oy:ssä

Pikval Oy:n suunnittelijan työnkuva koostuu pääosin kalustesuunnittelusta, tuotannonohjauksesta sekä hinnoittelusta. Opinnäytetyön aikana tuotannonohjauksessa käytettiin AS400-järjestelmää, joka oli tarkoitus korvata myöhemmin Logican V10 -tuotannonohjausjärjestelmällä. AS400-järjestelmän käyttö vaati käytännössä suuren paperimäärän käsittelyä, mutta toiminta oli hioutunut vuosien saatossa toimivaksi. Keskeisiä suunnittelijan käyttämiä ohjelmia AS400:n ohessa ovat piirustusohjelma Vertex, 3D-mallinnusohjelma SolidWorks, sahauslistojen tekoon tarkoitettu Työmääräinohjelma ja Auric, jonka avulla saatiin esimerkiksi tallennetut, SolidWorksissa ja Vertexissa tuotetut työkuvat muiden Pikvalin työntekijöiden käyttöön. Auricia käyttivät suunnittelijoiden lisäksi esimerkiksi CNC-koneistajat ja myyjät. Opinnäytetyön liittyvän layoutsuunnitteluprosessin kannalta tärkeintä oli ottaa huomioon suunnittelijan työrauhaan vaikuttavat asiat sekä muiden työntekijöiden vierailut työpisteillä. Suunnittelijan työhön yrityksessä sisältyi jonkin verran sosiaalista vuorovaikutusta joka oli välttämätöntä töiden etenemisen kannalta.

Suunnittelija on päivän aikana työpisteellään vuorovaikutuksessa useiden eri työnkuvaa edustavien henkilöiden kanssa. Näihin lukeutuvat esim. metalli- ja puuosastojen työnjohtajat, esimies, myyjät, ostohenkilöstö ja luonnollisesti muut suunnittelijat. Keskustelua käydään myös puhelimen ja sähköpostin välityksellä. Usein varsinkin tehtaalta tulevat yhteydenotot tapahtuvat puhelimitse, sillä näin tieto kulkee nopeammin ja vaivattomammin.

Työpiste on suunnittelijalle myös tärkeä neuvottelupaikka, jossa usein käydään esimerkiksi myyjän kanssa läpi projektiin kuuluvia asioita ja yksityiskohtia. Suunnittelijalla on käytössään kaksi näyttöä, ja työpisteellä vierailevilla olisi yleisesti käytännöllistä olla mahdollisuus molempien suunnittelijan näyttöjen näkemiseen, sillä tarvittavat asiat voidaan esittää usein helpommin tietokoneelta. Suuremmat projekteja koskevat neuvottelut voidaan käydä myyjän työhuoneessa, jossa keskustelut voidaan suorittaa rauhallisemmassa ympäristössä. Suunnittelijoiden keskinäinen kommuni-

kaatio on myös hyvin olennainen osa työnkuvaa ja tämän seikan huomioon ottaminen on tärkeää layoutia pohtiessa.

### 4.3 Työntekijöiden haastattelut

Suunnittelijoiden lisäksi haastateltiin myös kahta myyjää sekä myymäläsuunnittelijaa. Näitä organisaation henkilöitä haastattelemalla saatiin tietoa koko myyntiprosessin kulusta ennen suunnitteluvaihetta. Lisäksi yhdeltä suunnittelussa työskentelevältä henkilöltä kyseltiin myyjän ja suunnittelijan vuorovaikutukseen liittyviä asioita.

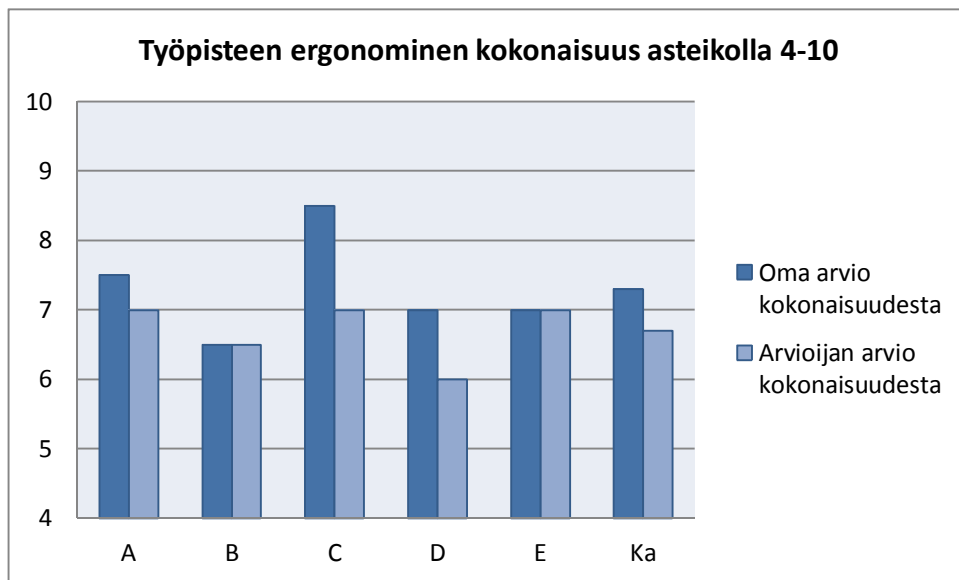
Suunnitteluosaston työntekijöiden haastatteluja varten tehtiin erillinen kyselylomake jota opinnäytetyöntekijä täytti kysymysten lomassa. Haastattelun sisältö tuki käyttäjälähtöistä suunnittelua (User Centred Design) jossa suunnitteluprosessin ydin on jatkuvasti käyttäjä itse. Lomake auttoi myös abstrahoimaan työnkuvaa ja tuki suunnittelupisteiden suunnittelua. Suunnittelijoiden työpisteillä asioivien henkilöiden haastatteluilla saatiin ajatuksia työpisteen kehittämisestä kommunikoinnin suhteen. Haastattelu oli laadultaan kvalitatiivinen. Lomakkeen kysymykset ja haastateltavien vastaukset ovat taulukossa 4. Haastattelulomake on liitteessä 1. Taulukon kysymyksistä ja vastauksista puuttuu lomakkeen ensimmäinen kysymys, sillä se identifioi vastaajaa liian tarkasti.

TAULUKKO 4. Haastattelulomakkeen kysymykset ja haastateltavien vastaukset.

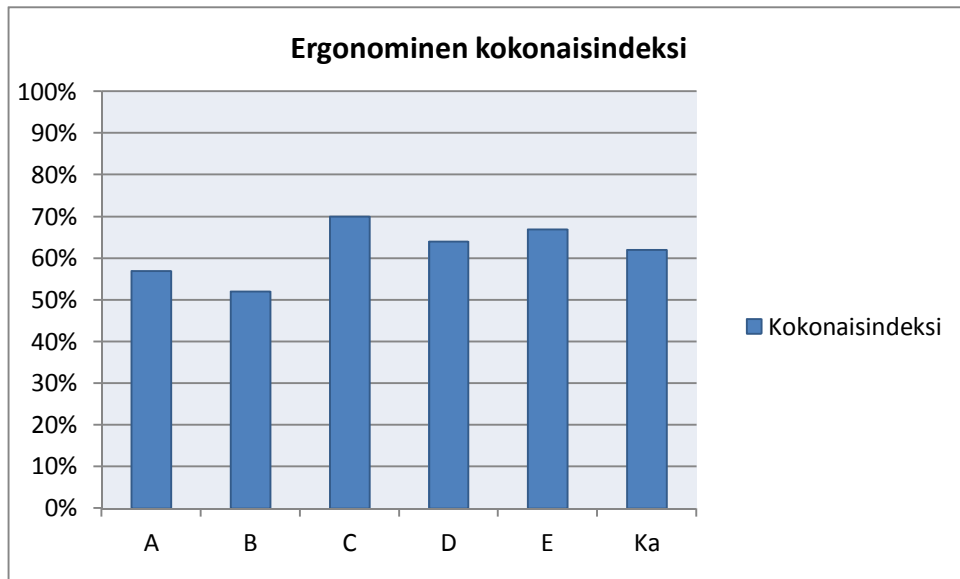
	<b>Ketkä ovat henkilöitä, joiden kanssa toimit päivittäin tai viikoittain työpisteelläsi? Mitä toimenkuvaa he edustavat (esim. osto, myynti, ei nimiä, lukumäärä)?</b>
<b>Suunn.</b>	
A	Myyntin edustajat, tuotekehitys, määrä vaihtelee, ihmisiä käy toimipisteellä jonkin verran.
B	Myyjät, välillä hinnoittelua tekevät henkilöt (kuvien läpikäynti).
C	Myyjät (projektinjohtajat), muut suunnittelijat, oston edustajat, esimies.
D	Käy paljon, myyjät, ostajat, muut suunnittelijat.
E	Kaikki suunnittelijat, esimies, myyjät, ostajat, työnjohtajat, käytännössä kaikki.
	<b>Miten työpistettä voisi kehittää em. vuorovaikutuksen kehittämisen kannalta?</b>
<b>Suunn.</b>	
A	Järkevämmät pöydät, yleiset tilat (protoseinä), missä voisi tehdä kokeiluja.
B	Lisää pöytätilaa. Valmiiksi pöytä yleensä melko täynnä tavaraa, oma erillinen neuvottelupöytä voisi olla hyvä, tosin tietokoneen käyttö vaikeaa → tulisi olla työpisteen yhteydessä. Myyjän tulee olla näytön puolella.
C	Pöytäpinta-alaa on tarpeeksi, ei koe suuria muutostarpeita, vierastuoli voisi olla pyörällinen. Tila voisi olla rauhallisempi (enemmän sermiä) jotta helpompi keskustella.
D	Lisää pöytätilaa, tuoli toiselle osapuolelle, pohjakuvia katsotaan isoilta tulosteilta.
E	Työpiste on tällä hetkellä hyvä kommunikoinnin kannalta. Kalusteiden yhteneväisyys parantaisi tilan ilmapiiriä.
	<b>Millaisia puutteita koet nykyisessä työpisteessäsi? Mitä toivoisit työpisteeltäsi?</b>
<b>Suunn.</b>	
A	Tietokone vie tilaa pöydällä, hyllyt liian korkealla tai muuten huonosti ulottuvissa, pöytä suunniteltu putkinäytölle, pöytä ei säädettävissä. Ikkuna: trukkien valot vilkkuvat ja häiritsevät.
B	Lisää pöytätilaa, sermitilaa (vakiopaperit mistä lukee tietoa), paperinselausteline voisi olla isompi, vedettävä taso kätevä papereiden käsittelyn kannalta, seinäkkeet huonosti valaistu, keskusyksikkö pois pöydältä.
C	Siisteystilanne ei aina ole ollut kunnossa (pöly, aivastelu).
D	Lisää pöytätilaa, tuoli toiselle osapuolelle, pohjakuvia katsotaan isoilta tulosteilta.
E	Nykyisessä tilassa hyvä tehdä töitä, ilmastointi pitäisi tutkia (katossa mustaa jälkeä ilmastonin edessä).
	<b>Kuinka monta prosenttia arvioit työskenteleväsi tässä työtilassa päivän tehokkaasta työajasta?</b>
<b>Suunn.</b>	
A	80%.
B	80%.
C	98%.
D	70-80%.
E	n. 60%.

#### 4.4 Ergonominen tarkastelu ja valoisuusmittaukset

Ergonomian tarkastelu suoritettiin käyttämällä Työterveyslaitoksen Näppäri-arviointilomakkeella, jonka avulla saadaan kolme erilaista numeraalista arvoa senhetkiselle ergonomiatilanteelle: arvio 4-10 asteikolla arvioijan ja arvioidun toimesta, sekä arvioinnin tulosten perusteella laskettu kokonaisindeksi prosenttiasteikolla 0 - 100. Lomakkeen täyttö tapahtui objektiivisesti arvioimalla ja esittämällä kysymyksiä arvioitavalle. Arvioitavat kohteet koskivat esimerkiksi työasentoja ja valaistuksen riittävyyttä. Viisi suunnittelutyötä tekevää työntekijää nimettiin kirjaimin A - E, ja tulokset keskiarvoineen näkyvät kuvioissa 9 ja 10:



KUVIO 9. Kokonaisarvio asteikolla 4-10



KUVIO 10: Kokonaisindeksi asteikolla 0-100 %

Taulukossa 2 on esitetty Näppäri-lomakkeella kerätyt tulokset yksityiskohtaisemmin. Lihavoidut kohdat ovat kysymyksiä, normaalifontilla kirjatut haastattelijan arvioita. Näppäri-arviointilomake ohjeineen löytyy Työterveyslaitoksen internet-sivustolta.

## TAULUKKO 5. Ergonomiatutkimuksen tuloksia

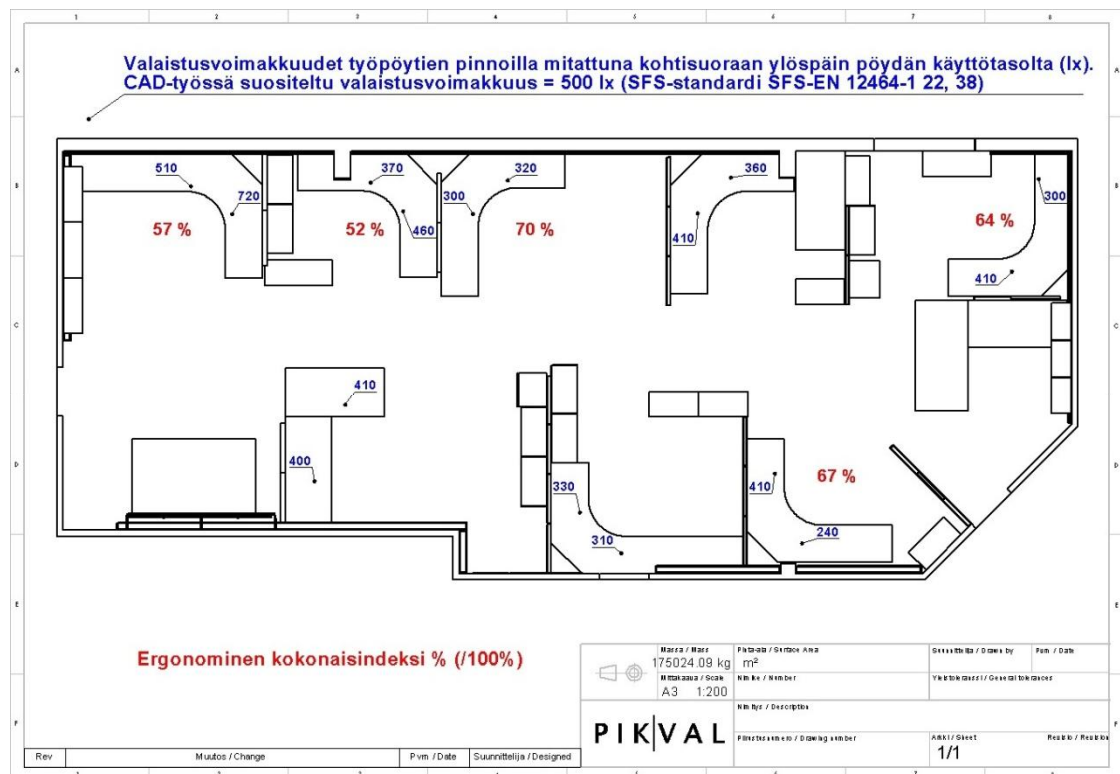
Vihreä ruutu = kunnossa

Punainen ruutu = ei kunnossa

	A	B	C	D	E
<b>Työtila</b>					
työpisteen sijoitus					
työpisteen järjestys ja siisteys					
<b>Työympäristö</b>					
valaistus					
<b>Oletko tyytyväinen valaistukseen?</b>					
ilman puhtaus ja lämpötila					
<b>Onko työpisteesi lämpötila sopiva?</b>					
ääniympäristö					
<b>Onko työpisteessäsi työhön keskittymistä haittaavia ääniä?</b>					
<b>Työasento</b>					
Ylävartalon ja pään asento					
yläraajojen asento					
jalkojen asento					
<b>Onko työasentosi yleensä mukava?</b>					
<b>Voitko halutessasi keskeyttää yhtäjaksoisen näyttöpäätetyön pitääksesi tauon?</b>					
<b>Onko työtuoli säädettävissä sopivaksi?</b>					
<b>Laitteet ja kalusteet</b>					
työtuoli					
kannettava tietokone: Onko sinulla mahdollisuus halutessasi kytkeä kannettavaan tietokoneeseen erillinen näppäimistö, näyttö ja hiiri?					
kuvaruutu					
<b>Näetkö ruudulla olevat merkit vaivattomasti?</b>					
näppäimistö ja hiiri					
näyttöpäätetyöpöytä/taso					
<b>Onko sinulla riittävästi tilaa näyttöpäätetyöpöydällä/pöydillä</b>					
<b>Onko sinulla tarvetta käyttää aineistotelinettä?</b>					
<b>Onko sinulla tarvetta käyttää jalkatukea</b>					
<b>Perehdytys ja työhönopastus</b>					
<b>Onko sinulle annettu tässä työpaikassa opastusta työpiste-ergonomiassa?</b>					
<b>Oletko saanut riittävästi opastusta työssäsi tarvittavien ohjelmistojen käyttöön?</b>					
<b>Ergonominen kokonaisindeksi (/100%)</b>	<b>57 %</b>	<b>52 %</b>	<b>70 %</b>	<b>64 %</b>	<b>67 %</b>

Suurimmat ergonomiset ongelmat liittyivät haastattelijan näkökulmasta työpisteiden sijoitukseen, ilman puhtauteen ja lämpötilaan, ääniympäristöön sekä kuvaruutuun. Haastateltavien mukaan eniten puutteita oli valaistuksessa ja ohjelmistokoulutuksen vähäisyydessä.

Valoisuusmittaukset suoritettiin Jyväskylän Ammattikorkeakoululta lainatulla valomittarilla. Jokaisen senhetkisen työntekijän (myös opinnäytetyöntekijän) työpisteiltä kahdesta mitattiin valoisuutta kahdesta eri pisteestä, joissa todennäköisesti tarvittaisiin eniten valoa (kuten papereiden lukeminen). Valomäärä mitattiin pöydän pinnasta kohtisuoraan ylöspäin, pyrkien olemaan pois valonlähteiden tieltä jotta virheet mittauksissa pystyttiin minimoimaan. Joillakin työpisteillä oli mittauksen aikana työntekijä paikallaan, jolla saattoi olla hieman vaikutusta mittaustuloksiin, kuitenkin arviolta  $\pm 10$  lx. Kuviossa 11 on nähtävillä jokaisen kahdeksan työpisteen valaistusolosuhteita sekä viiden työpisteen ergonomiaprosentit.



KUVIO 11. Valaistusvoimakkuus ja ergonominen kokonaisindeksi työpisteittäin

Työterveyslaitoksen Näppärä-lomakkeen tulosten mukaan ergonomia ei ollut täysin kunnossa yhdelläkään vakituisen työntekijän työpisteellä. Myös valaistusvoimakkuudet olivat yhtä työpistettä lukuun ottamatta riittämättömiä. Muutosehdotukset valaistuksesta opinnäytetyön osana rajattiin kuitenkin pois.

## 5 TILAMUUTOSTEN SUUNNITTELUPROSESSI

### 5.1 Tila- ja työpistesuunnittelun ohjearvoja

Toimistotilassa työskentelevän työntekijän ilma-alueen on virallisesti oltava vähintään  $10 \text{ m}^3$ , jolloin huoneen maksimikorkeus saa olla korkeintaan 3,5 m. Pöytätilaa vaativassa toimistotyössä yhdelle henkilölle olisi kuitenkin tarpeen varata vähintään n.  $10 - 12 \text{ m}^2$  suljetussa toimistossa, ja n.  $7-8 \text{ m}^2$  avoimessa tilassa. Kahden tai useamman henkilön työskennellessä samassa tilassa tilavaatimus yhtä henkilöä kohden on vähäisempi. (Launis & Lehtelä 2011, 143)

Tilavaatimukseen liittyviä tekijöitä on toimistokontekstissa useita, kuten materiaalien käsittely ja työvälineiden vaatima tila. Kuviolla 12 on pyritty havainnollistamaan suunnitteluun liittyviä vaatimuksia, jotka mainitaan Ergonomia-kirjassa:



KUVIO 12. Toimistosuunnitteluun vaikuttavia tekijöitä tilavaatimusten suhteen (Lähde: Launis, Lehtelä 2011, 143 - 144).



SFS-standardi SFS-EN 527-1 + AC (4-6) antaa mm. seuraavia ohjearvoja työpöytämitoitukselle: käden tuen varmistamiseksi osoitinlaitteita ym. tiedonsyöttöön tarkoitettujen välineiden etupuolella tulee olla 100 - 150 mm verran vapaata tilaa, ja pöydän reunan yli ei saa roikkua laitteiston osia. Pöydän ja jalkatilan yhteenlasketun pinta-alan tulee olla vähintään 0,96m<sup>2</sup>. Työpöydän ollessa suorakulmion muotoinen sen vähimmäisleveyden on oltava 1600 mm ja vähimmäissyvyyden 800 mm, mikä on myös suositeltu mitoitus. Mittoja muutettaessa arvojen tulisi muuttua 100 mm askeleilla. Korkeussäädön puuttuessa työpinnan tulee olla 720 ± 15 mm korkeudella, ja korkeussäädöllä varustetulla työtasolla pitää korkeutta kyetä säätämään vähintään välillä 680 - 760 mm mitattuna pöydän etureunasta. Muutoksen tapahtuessa vakioaskelin tulee askeleen maksimiarvon olla 32 mm.

Jalkatilalle on myös ohjearvoja. Kiinteällä ja korkeussäädettävillä pöydillä tulee vapaan jalkatilan olla vähintään 600 x 600 x 650 mm, järjestyksessä leveys, syvyys ja korkeus. Suositusmittoja esitetään vielä erikseen tapauksessa, jossa 600 mm suoraa syvyyttä koko korkeuden matkalta ei ole mahdollista toteuttaa. Etäisyyden muuttuessa pöydän reunasta jalkatilaa kohti vastaavasti vaadittu korkeusvaatimus laskee taulukon 4 mukaisesti.

TAULUKKO 6. Työpöydän jalkatilan mitoitusohjeita erillistapauksessa (SFS-EN 527-1 + AC, 6)

Etäisyys pöydän reunasta (mm)	Minimikorkeus (mm)
200	620
450	550
600	120

## 5.2 Layoutehdotus

### 5.2.1 Tilan mallintaminen

Tilan mallinnus aloitettiin aiemmin tehdyn Vertex - piirustusohjelmalla toteutetun pohjapiirroksen pohjalta, josta se tuotiin DXF-muodossa SolidWorks-ohjelmaan. Korjauksia tehtiin piirustuksessa olevien tukipalkkien kokoihin, jotka eivät täysin vastanneet todellisia mittoja. Myös noin 170mm syvät, seinillä kulkevat johtokotelot mitoitettiin ja mallinnettiin, sillä ne vaikuttivat layoutin suunnitteluun, lukuun ottamatta pystysuunnassa kulkevia koteloida, jotka eivät olleet kalusteiden sijoittelun kannalta olennaisia. Osaston 3D-malli on kuviossa 13.



KUVIO 13. Suunnitteluosasto lähtötilanteessa.

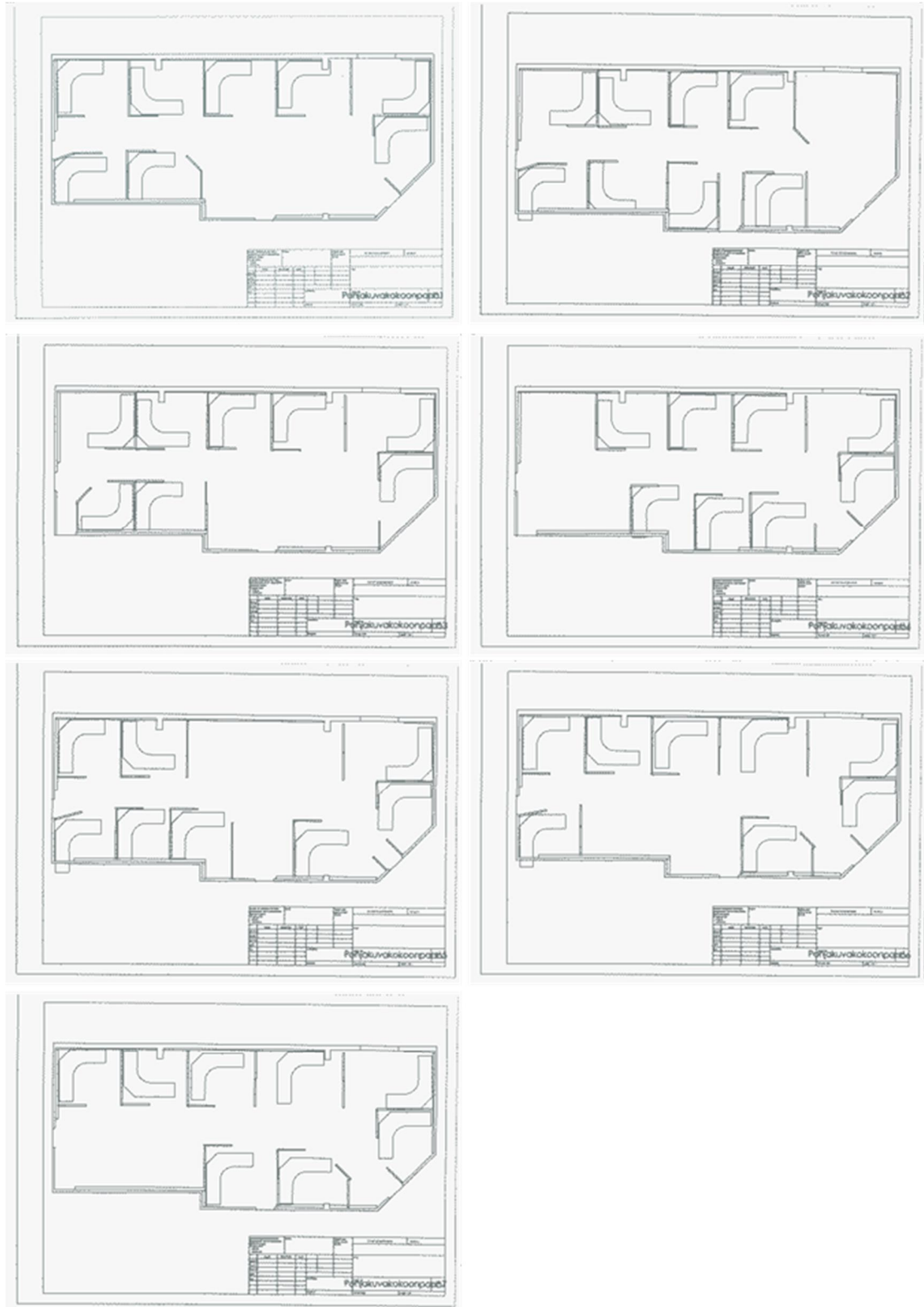
Tarkoituksena oli saada mallista mitoituksestaan tarpeeksi tarkka, jotta layoutsuunnitelmasta tulisi luotettava. Värejä ja muotoja otettiin huomioon aikataulun puitteissa. Visuaalinen ilme aiemmasta tilanteesta oli hyvä vertailupohja kehitettäessä mallia uudesta. Lattialaminaatista otettu kuva vietiin rajauksen jälkeen SolidWorksiin josta se saatiin lattian kuvioksi. Alkuperäisistä kalusteista tehtiin suurpiirteiset mallit aikaisemman tilanteen havainnollistamiseksi. Työpöydät olivat erimittaisia eikä niiden tarkka mitoittaminen ollut mielekäästä työn kannalta. Värit pyrittiin saamaan suurin piirtein alkutilanteen mukaisiksi.

### 5.2.2 Layoutsuunnitelma

Layoutia suunniteltiin hahmottelemalla SolidWorksilla layoutpohjaan erilaisia vaihtoehtoja ja keskustelemalla niistä suunnittelijoiden kanssa. Tilan jakamiseen suunniteltiin tehtäväksi osaksi omavalmisteisia sermejä, joiden jaksopituus olisi 1200 tai 900 mm, Pikvalin vakiojaksomitoituksen mukaisesti. Kantavana ajatuksena oli jättää tilaa yhdelle laajemmalle oleskelutilalle, johon sijoitettaisiin proto- ja malliseinät, tavara-pöytä, naulakko, materiaalihyllykkö sekä neuvottelupöytä. Toimistotilan muoto ja pinta-alan määrä aiheutti haasteita kahdeksan työpisteen sijoittamiselle. Tulosteita ensimmäisistä layoutprototyypeistä kierrätettiin opinnäytetyön kohderyhmällä, kirjan ylös kommentteja ja ajatuksia jokaisesta vaihtoehdoista. Tällä tavoin saatiin suuntaa ja ideoita myöhempää kehittelyä varten, huonoimpien ehdotuksien pudotessa pois jatkosta.

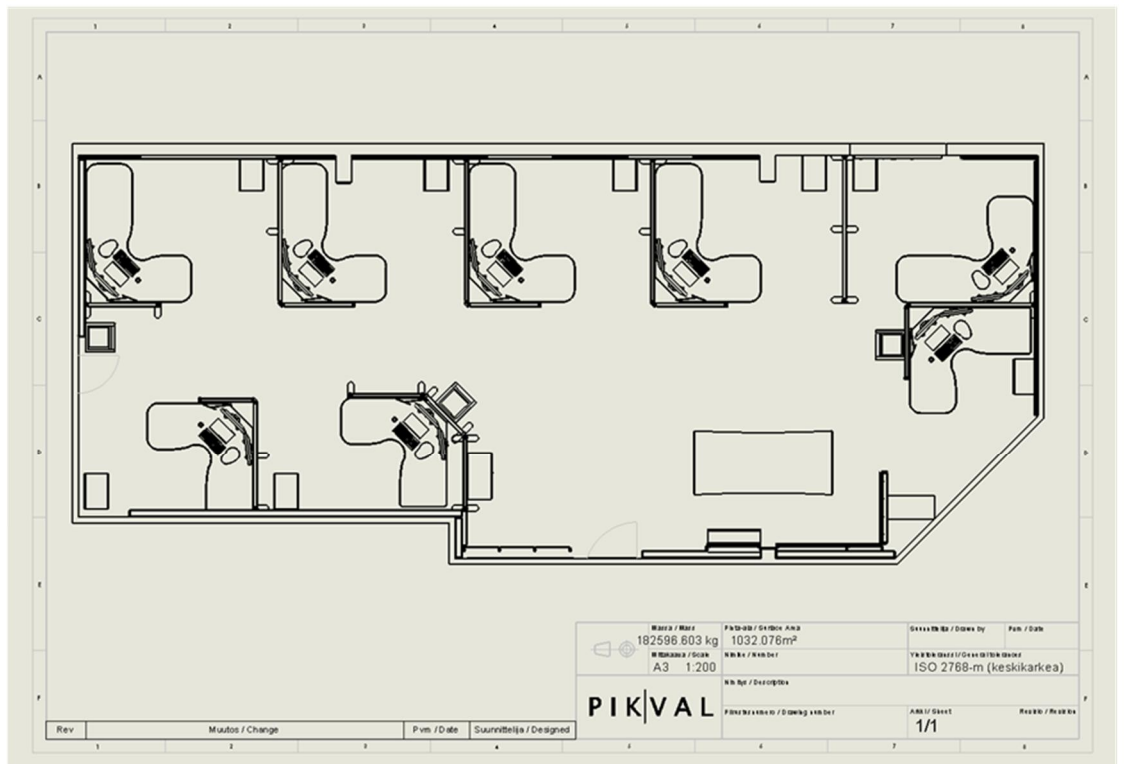
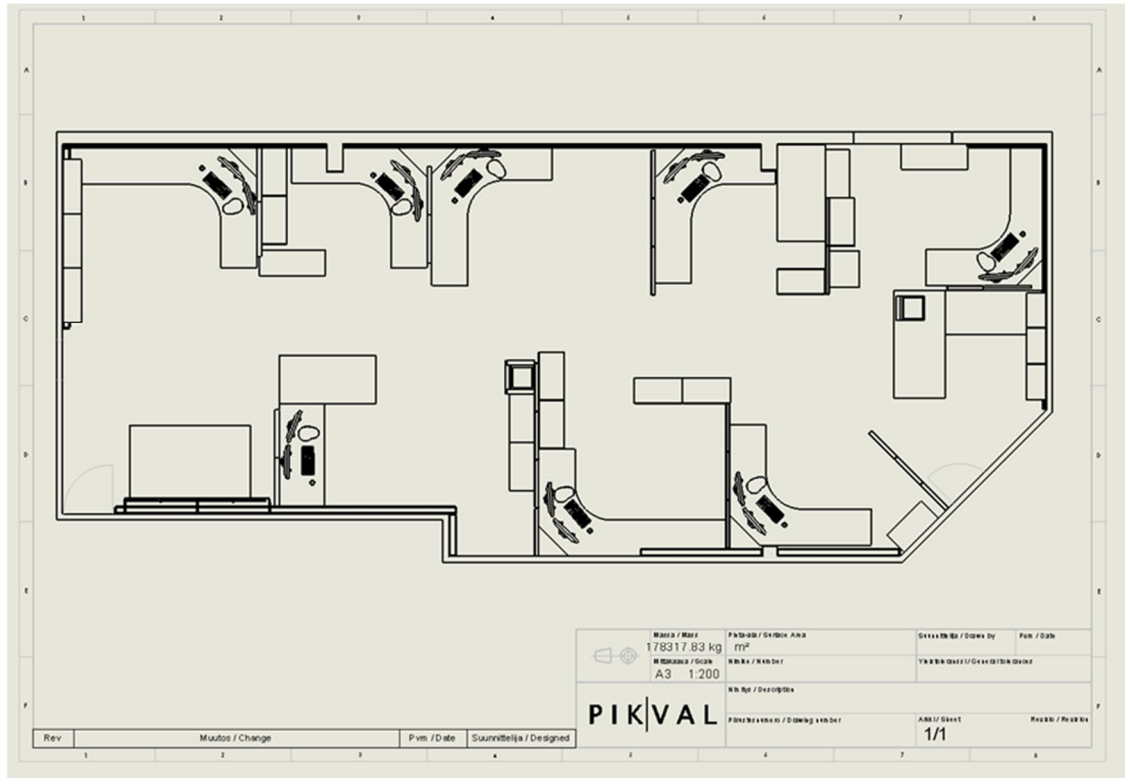
Myöhemmin pidetyssä palaverissa, jonka opinnäytetyön tekijä piti kaikille viidelle vakituiselle suunnittelijalle, äänestettiin ensin kolmesta parhaasta layoutista seitsemän erilaisen joukosta. Layoutehdotelmien keskeisin ero oli suuremman tilan sijainnin muuttuminen ja neljän eri oviaukon käyttö, joiden ehdoilla työpisteiden muodot ja paikat muuttuivat. Pisteiden laskemisen jälkeen paras vaihtoehto valittiin keskustelemalla. Palaverin sisältönä oli myös Pikval Oy:ssä valmistettavien sermien kehittelyä sekä tulevaan layoutiin liittyvää tulostimien ja kalusteiden sijoittelua (liitteet 2 ja 3). Ideat, joita suunnittelijat olivat kirjanneet palaveria varten valmistelluille papereil-

le, asetettiin suunnitteluosaston seinälle josta niitä pystyi tarkastelemaan ja vertailemaan. Layoutehdotukset on koottu kuvioon 14.



KUVIO 14. Layoutehdotukset

Aluksi pöytämallin ja sermien tarkkojen mittojen ollessa vielä tuntemattomat käytettiin layoutmallissa yleisenä pöytämuotona suurpiirteistä pöydän mitoitusta. Sermit olivat myös yksinkertaisia, 1200 mm ja 800 mm levyisiä palikoita. Pöytien ja sermien suunnitteluprosessin edistyessä niitä voitiin viemään malliin ja näin layoutista tuli vähitellen realistisempi ja mahdollisen tulevan tilan visuaalista ilmettä oli helpompi arvioida. Layoutratkaisuja voi verrata kuviosta 15.



KUVIO 15. Vanha layout ja uusi ehdotelma

### 5.2.3 Työpöytien suunnittelu

Korkeussäädettävät työpöydät olivat yksi tärkeimmistä yksittäisistä muutoskohteista, sillä suunnitteluosaston työntekijöillä oli viitteitä jatkuvan näyttöpäätetyön aiheuttamista erinäistä fyysisistä oireista. Työpöytien suunnittelussa lähtökohdaksi otettiin syvennys-tyyppinen ratkaisu, jossa pöytää vasten istuva ulottuu syvemmälle. Tämä mahdollistaa paremman käsien tuen ja näin ollen rennomman asennon ylävartalolle. Idea lähti tilanteesta, jossa fysioterapeutti suositteli tavalliseen pöytämalliin kiinnitettävää, pehmustettua ja syvennyksen sisältävää lisäosaa käsikivuista kärsivälle suunnittelijalle. Tuotetta kokeiltiin, mutta suunnittelija teetti itselleen väliaikaisesti melamiinilevystä suorakulmion muotoisen kulmalevyn, jossa oli vastaavankaltainen kolo. Ratkaisu vaikutti paremmalta kuin valmis kokeiltu tuote, ja sitä jalostettiin eteenpäin uutta pöytämallia suunniteltaessa: kolon sädettä ja sijaintia muutettiin, ja käsien kohdalle tehtiin hieman suuremmat osat.

Ensimmäistä protoa kehitettiin pahvilevyn avulla jolloin sitä oli helppoa ja nopeaa muokata. Pahvimalli vietiin tämän jälkeen tuotantoon sahurille ja CNC-koneistajalle ohjeeksi melamiinilevystä valmistettavaa prototyyppiä varten, joka oli myös pelkkä kulmaan asetettava lisäpala. Valmis levy asetettiin opinnäytetyön tekijän työpisteelle jossa lähes kaikki suunnittelijat kävivät kokeilemassa ja kommentoimassa mallin toimivuutta. Kommenttien ja kokeilujen pohjalta tehtiin joitain muutoksia kuten syvennyksen siirtäminen eteenpäin, lisäksi kolon halkaisijaa muutettiin.

Lyhennetty, toinen prototyyppi valmistettiin kokonaisuutena pöytänä, kahdesta eri osasta joiden materiaalina käytettiin valkoista, paksuudeltaan 15 mm:stä melamiinilevyä. Työpöydän syvyydeksi määriteltiin 800 mm, sillä syvä pöytä mahdollistaa suurien dokumenttien, kuten pohjapiirrosten, levittämisen ja käsittelymisen. Papereiden käsittely onkin suunnittelutehtävässä usein olennainen osa työtä, sillä niistä saadaan usein tarpeellista tietoa. Toisaalta myös seinä- tai sermipinnoissa on oltava runsaasti kiinnitystilaa olennaisten papereiden ja muistilappujen kiinnittämiseksi, sillä niiden

avulla työnkulkua voidaan usein olennaisesti nopeuttaa tietojen ollessa nopeasti saatavilla.

Levyjen valmistuttua niiden koneistuksen jäljiltä tulevat terävät reunat hiottiin ja osat kiinnitettiin yhteen ruuvaamalla alapuolelle lautoja. Jalkoina käytettiin kolmea kromipintaista, säädettävää tolppaa, jotka myös ruuvattiin pohjapuolelle. Levyn ohuuden ja jalkojen vähyyden vuoksi prototyypipöytä oli hutera, mutta sen avulla pystyttiin arvioimaan mallin toimivuutta. Kuviossa 16 nähdään prototyypin viimeistelyä.



Kuvio 16. Työpöydän prototyyppi

Palaute oli pääosin hyvin positiivista, tosin käsivarsien kohdilla olevat suorat osat päätettiin jättää pois niiden osoittaututtua turhiksi. Muutosehdotusta kokeiltiin pahvin, teipin ja sidoslevyjen avulla. Kehittelyn jälkeen pöytämalli osoittautui toimivaksi ja tämän jälkeen aloitettiin pöydän mittojen tarkentaminen, jossa tuli ottaa huomioon työpisteiden vaihtelevat rajoitteet.



#### 5.2.4 Sermien eli tilanjakajien suunnittelu

Layoutin muuttuessa vanhojen sermien määrä ei ollut enää riittävä ja uusien sermien suunnittelu ja valmistaminen otettiin mukaan osaksi opinnäytetyötä. Pikvalin toimissa kalustealalla oli myös sermien valmistaminen hyvin pitkälle mahdollista omaa osaamista hyödyntäen. Kuten kaikissa tilaan liittyvissä suunnitteluprosesseissa, myös sermien suunnittelussa keskusteltiin paljon tilassa työskentelevien suunnittelijoiden kanssa, mutta myös muu henkilökunta sekä toimihenkilöstö ja tehdastyöntekijät antoivat ideoitaan kehitystyössä.

Lopulta sermien perusrakenteeksi päätettiin säätöputkilla toteutettu ratkaisu, jolloin Pikvalin omia hyllyjä ja muita tuotteita oli mahdollista hyödyntää. Putkeksi valittiin vakiotilaustavarana oleva 30x60x2 mm säätöputki, jossa oli reiät myös rakennetta jäykistävälle huojuntatuelle. Pikvalin vakiojaksomitat ovat 600-, 900-, ja 1200 mm, ja näistä kahta jälkimmäistä käytettiin sermeissä. Korkeusmittana käytettiin edellisten sermien mukaista korkeutta 2100 mm. Vanhojen sermien korkeus mahdollisti ilman liikkuvuuden mutta oli silti äänieristykseltään kohtalainen. Sermikorkeus oli kokonaisuutena kompromissi äänieristävyyden, ilmankierron ja avaruuden välillä.

Rakenteen osalta suunnittelutyötä tehtiin pidemmän aikaa, sillä sermin tuli olla ääntä eristävä, visuaalisesti miellyttävä ja siihen oli pystyttävä kiinnittämään muistilappuja ja muita papereita pinnein ja nastoin. Valmistuskustannukset pyrittiin pitämään alhaisina ja se aiheutti lisää haasteita suunnitteluprosessiin. Putkien väliin taustaksi ajateltiin aluksi kiinnittää taustanpidikkeillä 6 mm paksua MDF-levyä, mutta se todettiin liian ohueksi 1200 mm jaksomitalle, sillä ohut levy saattaisi ajan myötä menettää ryhtiään ja vääntyä. Paremmaksi ideaksi osoittautui käyttää taustankiinnikkeinä koukkulistoja, jolloin tausta oli mahdollista saada syvemmälle ja siten käyttää paksumpaa materiaalia. Äänieristävyyttä pyrittiin tehostamaan pohtimalla millä taustan välissä olevaa tyhjää tilaa saataisiin täytettyä. Villan pölyävyyden ja vaahtomuovien korkean hinnan vuoksi asia muodostui hieman ongelmalliseksi.

Purkamalla toimistotilassa käytetyn sermin rakennetta selvisi, ettei näidenkään väliin jäävässä tilassa ollut käytännössä mitään ääntä eristävää materiaalia. Taustamateriaalina oli käytetty jonkinlaista huokoista kuitulevyä tai vastaavaa, johon oli helppo kiinnittää pinni tai nasta. Pintapuolella levyateriaalin päällä oli jonkinlainen ohut vaahtomuovi jonka päälle oli asetettu ulomainen punosmainen kangas. Levyn ja kankaan välissä oleva vaahtomuovi esti kankaan roikkumisen ja teki pinnasta miellyttävän pehmeän. Pikvalilla oli valmiina vastaavaa, tosin hieman paksumpaa 12 mm levyä, jota päätettiin käyttää uusissa sermeissä. Suunniteltu layout sisälsi enemmän sermejä aiheuttaen ahdasta vaikutelmaa jonka takia yläosaa ajateltiin katkaista noin 400 mm matkalta taustan osalta, korvaten tämän taivutetulla akryyliyläosalla. Ajatuksena oli keventää sermin olemusta ja tuoda lisää avaruuden tuntua tilaan, tosin äänieristävyydestä jouduttiin näin tinkimään hieman.

### **5.2.5 Muut muutoskohteet**

Uusien sermien ja pöytien lisäksi tilaan tuli sijoitella myös useita muita kalusteita ja tarvikkeita. Palaverissa käsitellyssä layoutideoinnissa otettiin työpisteiden sijoittelun lisäksi kantaa myös muiden kalusteiden ja tulostimien asetteluun. Alkutilanteessa tilassa oli turhia hyllyjä, pöytiä ja laatikostoja joille ei ollut välttämättä käyttöä. Uudessa layoutissa ylimääräiset kalusteet ja tavarat pyrittiin karsimaan pois. Suurempaan tilaan suunniteltiin pöytä, jossa pystyttäisiin seisten käymään esimerkiksi myyjien ja toisten suunnittelijoiden kanssa käymään keskusteluja. Malliseinä sijoitettiin eri paikkaan entisen suoran seinän muuttuessa L-muotoiseksi, lisäksi sille annettiin uusi väri 3D-mallissa. Kuviot 17-20 ovat renderöityjä kuvia 3D-mallista, eri suunnista otettuna.



KUVIO 17. Layoutkuva 1.



KUVIO 18. Layoutkuva 2.



KUVIO 19. Layoutkuva 3.



KUVIO 20. Layoutkuva 4.

### 5.2.6 Tuottavuus- ja budjettilaskurit

Esitelmää varten tehtiin Excel-ohjelmalla kaksi laskuria joilla pystyttiin helposti laskemaan ja havainnollistamaan budjetin suuruutta ja takaisinmaksuaikaan liittyviä lukuja. Budjettilaskurissa oli eritelty muutosesityksen aiheuttamia kustannuksia melko tarkastikin, ja esitelmää varten siitä tehtiin yksinkertaistettu versio helppolukuisuuden vuoksi vähentämällä laskelmien yksityiskohtia. Laskurin avulla voitiin muuttaa haluttujen nimikkeiden kappalemäärää ja näin tarkastella kokonaiskustannuksia. Tuottavuuslaskurilla pystyttiin laskemaan takaisinmaksuajan lisäksi myös esimerkiksi tuottavuuden kasvun aiheuttamaa mahdollista taloudellista hyötyä määrittämällä aikataulu kuukausina. Jälkimmäinen laskuri oli tarpeen esityksessä, sillä varmaa tuottavuuden kasvuprosenttia ehdotetuilla muutoksilla ei voitu todeta. Tästä johtuen tuottavuuden kasvusta tehtiin oletusarvio. Budjettilaskurin toimintaperiaate nähdään kuviossa 21. Kappalemääriä ja hintoja muuttamalla saadaan kappalemäärien yhteishinnat ja kokonaishinta yhteensä.

	A	B	C	D	E
	Nimike	kpl	Kappalehinta €	Hinta yht. €	
2	Säädettävä työtaso	8	48	384	
3	Näppäimistö	8	48	384	
4	Hiiri	8	104,9	839,2	
5	3D-hiiri	8	365,9	2927,2	
6	Konseptiline pöydälle	6	43,67	262,02	
7	Konseptiline varrella	6	16,49	98,94	
8	Tulostin	1	350	350	
9					
10	Protoseinät ja mallitaustojen ehostus	1			
11	Sermit	1			
12	Tulostintaso	3			
13	Pöytä	1			
14	Kaapin maalaus	1			
15	Lokerikko	8			
16	Verhot ja verhotangot	1			
17	Varusteluosat	0	0	0	
18					
19			yht.	3500,00	
20					

KUVIO 21. Budjettilaskuri.

Tuottavuuslaskuri (kuvio 22) toimii sivulta 27 löytyvän laskentaperiaatteen mukaisesti. Syötettäviä arvoja ovat kokonaisaika, investointikustannus, tuottavuuden kasvu, työntekijän palkkakustannus sekä työntekijöiden määrä. Näitä arvoja asettamalla laskuri ilmaisee takaisinmaksuajan, tuottavuuden kasvun aiheuttaman rahallisen tuoton kuukaudessa sekä taloudellisen hyödyn kokonaisajan jälkeen.

	A	B	C
1	<b>Takaisinmaksuaika (kk)</b>	<b>11,25</b>	
2	Tuottavuuden kasvun aiheuttama rahallinen tuotto (€/kk)	[redacted]	
3	Kokonaisaika (kk)	36	
4	Taloudellinen hyöty kokonaisajan jälkeen	[redacted]	
5			
6	Investointikustannus (€)	[redacted]	
7	Tuottavuuden kasvu (%)	0,08	
8	Työntekijän palkkakustannus (€/kk)	[redacted]	
9	Työntekijöiden määrä (kpl)	8	
10			

KUVIO 22. Tuottavuuslaskuri.

## 6 KEHITYSEHDOTUKSET PIKVAL OY:N SUUNNITTELUOSASTOLLE

Suunnitteluprosessin valmistuttua Pikval Oy:n tiloissa pidettiin esitelmä toimitusjohtajalle ja työpaikan harjoitteluohjaajille, jossa opinnäytetyöntekijä esitti PowerPointia ja Exceliä käyttäen senhetkisen teoriaosuuden tiivistelmän, layoutehdotuksen ja budjetin takaisinmaksuaikoinen. Takaisinmaksuajan demonstroimiseksi oli tehty teoriaosuudessa esitellyn takaisinmaksuaikakaavan pohjalta Excel-laskuri jolla pystyttiin nopeasti toteamaan taloudellisia vaikutuksia oletetulla prosentuaalisella tuottavuuden kasvulla. Esitelmässä perusteltiin väittämää ”Työympäristön kehittäminen on kannattava investointikohde” käymällä läpi senhetkisen teoriapohjan tärkeimpiä yksityiskohtia.

## 7 TULOKSET

Teorian tuloksina saatiin selville toimistotyöntekijän tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä joista syvennyttiin työympäristöön ja edelleen sen osatekijöihin. Ympäristön osatekijät osoittautuivat olevan rakennus, sisäilmasto, akustiset olot sekä valaistus. Yksi suurimmista häiriötekijöistä on ylimääräinen ja epätoivottu ääni toimistossa. Tuottavuutta edistävä työympäristö riippuu toimistotyöntekijän työnkuvasta, mutta pääsääntöisesti riittävä yksityisyys ja häiriövapaa työskentely ilman jatkuvaa keskeytelyä ovat edellytyksiä tuottavalle työlle. Sivulla 21 mainittu STI-indeksi on toimistotyön ääniolosuhteiden häiritsevyyttä mitattaessa äänenpainetta tarkempi mittari.

Avoin ja suljettu toimisto ovat kiistanalaisia paremmuutensa suhteen. Toimistotyypin valinnassa tulee ottaa huomioon työntekijöiden toimenkuva ja yksilölliset tarpeet, sillä erilaisten äänten vaikutus eri ihmisiin vaihtelee. Ilmanlaatu, lämpötila ja vetoisuus sekä valaistus vaikuttavat myös tuottavuuteen. Suositeltuja arvoja toimistotyöympäristön ilmasto-olosuhteille nähdään taulukossa 3 ja valaistusarvosuosituksia taulukossa 2. Vähäisillä toimenpiteillä kuten toimistoergonomiakoulutuksella ja työtuolin valinnalla voidaan nostaa tuottavuutta huomattavasti. Teoriatuloksien suhteen tulee olla kriittinen eri tutkimuksia ja niiden rahoittajia arvioitaessa, sillä toimistoala-

kin on liiketoimintaa jossa tietyillä toimistokalusteita markkinoivilla yrityksillä on omat kiinnostuksen kohteensa ja tutkimustuloksia yritetään varmasti kääntää mieleiseksi.

Pikval Oy:n suunnitteluosaston tuottavuuteen vaikuttavia asioita selvitettiin kyselylomakkeella ja Työterveyslaitoksen Näppärä-arviointilomakkeella. Ergonomiassa oli paljon parantamisen varaa jokaisen arvioitavan työpisteen kohdalla, tosin tuloksiin saattoivat vaikuttaa opinnäytetyöntekijän ja työntekijöiden halu muuttaa työolosuhteita paremmiksi. Lisäksi lomake oli melko vapaamuotoinen arvioinnin suhteen. Kyselylomakkeesta tehtiin taulukko (s.33) josta näkyvät kysymysten lisäksi haastateltujen vastaukset. Käyttäjäkeskeistä suunnittelua käytettiin koko suunnitteluprosessin ajan pyrkimällä huomioimaan työnkuvan vaatimat tarpeet. Tilasta tehtiin 3D-malli jonka tehtiin ensin senhetkistä tilaa vastaavaksi. Pohjaa käytettiin hyväksi uutta layoutia suunnitellessa. Layoutin varmistuttua suunniteltiin sermit eli väljakajat sekä työpöydät, joista molemmat oli mahdollista osittain tai lähes kokonaan valmistaa Pikval Oy:llä. Ehdotuksesta tehtiin budjetti joka esiteltiin budjettilaskurilla. Mahdollisen tuottavuuden kasvun mukanaan tuoman taloudellisen hyödyn laskemiseksi ja havainnoimiseksi tehtiin tuottavuuslaskuri ja ehdotuksesta pidettiin esitys opinnäytetyön toimeksiantajalle. Tilauudistuksen toteutuessa tätä konseptia olisi mahdollista käyttää myös muualla Pikval Oy:n toimihenkilötiloissa ja ne toimisivat myös mainoksena yrityksen osaamisesta, sillä konseptissa on käytetty Pikval Oy:n myytäviä tuotteita.

## **8 POHDINTA**

Opinnäytetyön aihe oli laaja. Jälkeenpäin katsottaessa olisi ollut järkevämpää keskittyä rajatumpaan aihealueeseen. Aiheen rajaaminen oli hieman haastavaa opinnäytetyön toimeksiantajan kannalta, sillä esimerkiksi pelkkään ilmanlaatuun keskittyminen ei olisi todennäköisesti ollut toimeksiantajalle mieluista. Opinnäytetyöprosessi opetti paljon, erityisesti jatkuvan kirjoittamisen ja työn tekemisen tärkeydestä. Lähteitä oli



saatavilla hyvin, varsinkin englanninkielisiä. Tutkimusten vartenotettavuutta oli välillä vaikeaa arvioida, erityisesti avoin toimisto vastaan suljettu toimisto -aihe vaikutti olevan lähinnä kyse mielipiteistä, molemmilla vastapuolilla oli omat näkökulmansa asian tarkasteluun. Kokonaisuudessaan teoriaosuudesta tuli kuitenkin riittävän kattava, useista eri aihe-alueista käsiteltiin pääasioita.

Suunnitteluprosessin osuus opinnäytetyöstä osoittautui yllättävän työlääksi 3D-mallien ja prototyyppien osalta. Layout itsessään vaikutti hyvinkin toimivalta. Olin tyytyväinen suunnitteluosaston työntekijöiden asenteeseen työtä kohtaan, sillä he osallistuivat mielellään prosessiin antamalla neuvoja ja mielipiteitä. Tilan 3D-malleista tuli melko tarkkoja ja niistä sai hyvän käsityksen miltä uudistettu tila tulisi mahdollisesti näyttämään.

Tutkimusten osalta huomasin eri alojen yhtiöiden rahoittamisen olevan hieman hälyttävää. Toimistosisustuksen suhteen jossain tutkimuksessa kokolattiamattoja pidettiin huonona ratkaisuna kun taas toisessa, jossa rahoittajana oli kokolattiamattoja myyvä yhtiö, niitä suositeltiin. Kriittisyys tutkimusten rahoittajien ja tukijoiden suhteen olikin yksi tärkeistä opinnäytetyön aikana opituista asioista.

## LÄHTEET

Wolverton, B.C. 1999. Raikas vihreä koti. Toinen painos.

Ketola 2007. Toimiva toimisto.

Smith, Tucker, Pitt 2010. Healthy, productive workplaces: towards a case for interior plantscaping (JAMK:n Nelli-tiedonhakuportaali, Emerald-tietokanta, viitattu 29.4.2012)

Brill, Weidemann and the BOSTI Associates 2001. Disproving Widespread Myths About Office Design. PDF-dokumentti, saatavilla tiedustelemalla osoitteesta Kent.Reyling@kimball.com

Pikval Oy:n organisaatorakenne 2011, vastaanotettu Pikval Oy:ltä

ASID American Society of Interior Designers 2001. Workplace Values: How employees want to work. Viitattu 4.1.2012.

[http://www.asid.org/NR/rdonlyres/6E60E71C-2A2A-4BFB-A579-AFC57AD82019/0/workplace\\_values1.pdf](http://www.asid.org/NR/rdonlyres/6E60E71C-2A2A-4BFB-A579-AFC57AD82019/0/workplace_values1.pdf)

Becker, F., Steele F. 1994. Workplace by Design: Mapping the High-Performance Workscape.

Croome-Gale, Derek J. 1999. Creating the Productive Workplace. E-kirja, Ebrary-tietokanta. Viitattu 29.4.2012.

Aulanko, Huovinen, Kiikka, Lehtinen 2010. Teemana työ.

Launis, Lehtelä (toim.) 2011. Ergonomia.

Arnkil, H. 2007. Värit havaintojen maailmassa.

Hyvän elämän puitteet, Kiinteistö- ja rakennusala 2004. Tuottava toimisto 2005: Toimitilojen sisäympäristö tuotantoresurssina.

Wargocki P., Wyon D., P. Ole Fanger 2000. Proceedings of Healthy Buildings 2000, vol.1: Productivity is affected by the air quality in offices. Viitattu 7.5.2012.

<http://senseair.se/wp-content/uploads/2011/05/1.pdf>

ASID American Society of Interior Designers 1998. Productive Workplaces: How Design Increases Productivity: Expert Insights. Viitattu 7.5.2012.

[http://www.asid.org/NR/rdonlyres/B3EA96C6-46A3-410A-9348-A8596011F11C/0/productive\\_workplaces\\_whitepaper1.pdf](http://www.asid.org/NR/rdonlyres/B3EA96C6-46A3-410A-9348-A8596011F11C/0/productive_workplaces_whitepaper1.pdf)

Haynes B. P., 2007b. An evaluation of the impact of the office environment on productivity. (JAMK:n tiedonhakuportaali, Emerald-tietokanta). Viitattu 29.4.2012.

Becker, F. 2004. Offices at Work: Uncommon workspace strategies that add value and improve performance.

DeRango, Amick, Robertson, Rooney, Moore, Bazzani 2003. The Productivity Consequences of Two Ergonomic Interventions. Viitattu 5.5.2012.

[http://research.upjohn.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1112&context=up\\_workingpapers&sei-redirect=1&referer=http%3A%2F%2F](http://research.upjohn.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1112&context=up_workingpapers&sei-redirect=1&referer=http%3A%2F%2F)

Advanced Workplace Associates, 2002. The Workplace and it's Impact on Productivity. Viitattu 4.5.2012.

[http://www.advanced-workplace.com/uploads/pdfs/3-Workplace\\_Impact\\_On\\_Productivity.pdf](http://www.advanced-workplace.com/uploads/pdfs/3-Workplace_Impact_On_Productivity.pdf)

Aronoff, Kaplan 1995. Total Workplace Performance: Rethinking the Office Environment.

Seppänen 2005. Sisäilmasto ja tuottavuus. Viitattu 4.5.2012.

[http://www.nord-energy.fi/ladattavat/seminaari\\_080405\\_seppanen.pdf](http://www.nord-energy.fi/ladattavat/seminaari_080405_seppanen.pdf)

Ylisirniö, U. 2009. Tuottavuuden käsite. Viitattu 5.5.2012.

<http://www.medeor.fi/>

Hedge, A. 2008. Cornell Return on Investment (ROI) Estimator. Viitattu 5.5.2012.

<http://ergo.human.cornell.edu/CUROIEstimator.htm>

SFS-standardi SFS-EN 12464-1

SFS-standardi SFS-EN 527-1 + AC

## LIITTEET

### Liite 1. Työpisteen personointi -lomake

## TYÖPISTEEN PERSONOINTI

Suunnittelijan etunimi:

- 1) Miten koet työnkuvasi eroavan muista suunnittelijoista, ts. mikä on erikoisalaasi?
  
- 2) Ketkä ovat henkilöitä, joiden kanssa toimit päivittäin tai viikoittain työpisteelläsi? Mitä toimenkuvaa he edustavat (esim. osto, myynti, ei nimiä, lukumäärä)?
  
- 3) Miten työpistettä voisi kehittää em. vuorovaikutuksen kehittämisen kannalta?
  
- 4) Millaisia puutteita koet nykyisessä työpisteessäsi? Mitä toivoisit työpisteeltäsi?
  
- 5) Kuinka monta prosenttia arvioit työskenteleväsi tässä työtilassa päivän tehokkaasta työajasta?

## Liite 2. Ideariihi osa 1

### Ideariihi osa 1

Ideoi 10min ajan itsenäisesti Pikval Oy:n tuotannossa (tai alihankinnassa) valmistettavaa sermiä eli tilanjakajaa. Voit käyttää mukanasia olevaa materiaalia apuna.

Vaatimukset:

- sermin tulee olla tukeva, ei helposti kaatuva
- korkeus n. 210 cm
- välissä tulee olla ääntä eristävää materiaalia
- rakenteen tulee olla tiivis (ääni ei saa kulkea läpi väleistä tai alapuolelta)
- huomioi kulkutilat jalkaratkaisussa (tukijalka ei häiritse kulkutietä)
- hinnan tulee olla kohtuullinen

### Liite 3. Ideariihi osa 2

#### Ideariihi osa 2

Hahmottele suureen tyhjään tilaan sijainnit:

1. protoseinä
2. malliseinä (leveys 240cm)
3. tulostimet 4 kpl
4. neuvottelupöytä (korkea, ei tuoleja)
5. naulakko
6. yhteinen materiaalihyllykkö
7. tuotepöytä tarvikkeille ym.
8. Valmiit työt – laatikko

Osoita numeroilla selvennykseksi mitä yllä olevista tavaroista tarkoitat.