



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Veronica Setaro

Vaihdetehtaan pakkauspisteen tehostaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Insinööriyö

1.5.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Veronica Setaro Vaihdetehtaan pakkauspisteen tehostaminen 44 sivua + 3 liitettä 1.5.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tuotantotalous
Ammatillinen pääaine	Teollisuuden prosessit
Ohjaajat	Lehtori Harri Hiljanen Yksikön päällikkö Jere Kortemaa
<p>Tämän insinööriyön tarkoituksena oli selvittää suomalaiselle logistiikkayritykselle, millä keinoilla pakkaamon työtä voidaan tehostaa ja miten työergonomia saadaan parannettua. Tavoitteena oli tutkia työntutkimuksen keinoin työpisteen nykytilaa ja suunnitella tilaan uusi layout, jossa havaitut ongelma- ja kehityskohteet saadaan ratkaistua.</p> <p>Työ aloitettiin perehtymällä kirjallisuuteen työergonomiasta ja työn tuottavuudesta. Tämän jälkeen suoritettiin koulutus MOST-liikeyrityksen toteuttamisesta ja syvennyttiin työntutkimuksen teoriaan. Näin saatiin laaja käsitys siitä, miten työntutkimusta suoritetaan ja mitä tuloksista voidaan analysoida. Työn loppuvaiheessa perehdyttiin vielä investointilaskelmiin, kun työssä edettiin layout-muutoksen kannattavuuslaskelmiin.</p> <p>Nykytilan kartoitus aloitettiin havainnoimalla pakkauspisteen työprosesseja ja haastattelemalla kohdeyrityksen pakkaamon työntekijöitä. Lisäksi eri työprosessit kuvattiin ja niistä laadittiin MOST-liikeyrityksen tutkimusanalyyssejä, joista saatiin tarkempaa tietoa eri työvaiheiden vaiheajoista. Kerätyn tutkimusaineiston kautta tehtiin yhteenveto havaitusta ongelma- ja kehityskohteista. Saatujen tuloksien pohjalta pakkaamoon lähdettiin suunnittelemaan uutta layoutia, jolla pyrittiin ratkaisemaan havaittuja kehityskohteita. Työssä esitellään valittu layout-ratkaisu ja sen tuomat hyödyt vanhaan layoutiin verrattuna.</p> <p>Insinööriyön lopputuloksena saatiin kattava nykytila-analyysi pakkaamosta ja työpisteen tämänhetkisistä kehityskohteista. Keskeinen tavoite toteutui, kun pakkaamoon saatiin suunniteltua kannattava layout, jonka avulla havaitut ongelma- ja kehityskohteet saatiin ratkaistua. Toimeksiantaja sai hyödyllistä tietoa siitä, mitä tämän suuruinen investointi tulisi maksamaan ja minkälaiset hyödyt se toisi pakkaamoon. Kohdeyrityksellä on työn jälkeen hyvät edellytykset jatkaa pakkaamon työn kehittämistä ja käyttää tutkimuksen aikana kerättyä materiaalia hyväksi jatkokehityksessä.</p>	

Avainsanat	Lean, kehittäminen, ergonomia, työntutkimus, MOST
------------	---

Author Title Number of Pages Date	Veronica Setaro Improving the Efficiency of the Transmission Factory's Packing Area 44 pages + 3 appendices 1 May 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Management
Professional Major	Industrial processes
Instructors	Jere Kortemaa, Site Manager Harri Hiljanen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to provide a plan for a Finnish logistics company for making their packing plant more efficient and improving work ergonomics. The aim was to examine, by means of methods engineering, the current state of the workstation and to design a new layout for solving the problem and development targets.</p> <p>The work began by studying existing literature on work ergonomics and productivity. This was followed by attending training on the implementation of MOST- Methods-Time Measurement and by investigating the theory of methods engineering. This provided a broad understanding of how method engineering is conducted and what can be analyzed from the results. At the end of the thesis project the investment calculations were explored as the work progressed to establishing the profitability of the layout change.</p> <p>The monitoring of the current state began with observing the work processes of the packing area and interviewing the employees of the target company. In addition, the various work processes were described and MOST-analyses were prepared, which provided more detailed information on the length of the different work phases. Thus, a summary of the problem areas identified was made through the research material. Based on the results obtained, the packaging plant began to design a new layout with the aim of solving the development targets. The thesis presents the chosen layout solution and its benefits compared to the old layout.</p> <p>The outcome of the thesis is a plan for making the packing plant more efficient and improving work ergonomics based on the findings of the current state analysis. The client received useful information on what an investment of this size would cost and what benefits it would bring to the packing plant. The target company will be able to continue the development process in the packing plant and can utilize the material collected during the research for further development.</p>	

Keywords	Lean, Development, Ergonomics, Methods Engineering, MOST
----------	--

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	HUB logistics Finland Oy	2
1.2	Hämeenlinnan tehdas	2
2	Työpisteen suunnittelu	4
2.1	Layout	4
2.2	Ergonomia	6
2.2.1	Taakkojen käsittely	7
2.2.2	Nostotyön suunnittelu	8
3	Lean-ajattelu	9
3.1	Lean 5S	11
3.2	Spaghettidiagrammi	13
3.3	Työn vakiointi	14
3.4	Päivittäinen ja visuaalinen johtaminen	15
3.5	Jatkuva parantaminen	16
4	Työntutkimus	16
4.1	Menetelmätutkimus	17
4.2	Työmittausmenetelmät	17
4.2.1	MOST-liikeaikatutkimus	18
4.2.2	Aikalajit	21
4.3	Työntutkimuksen hyödyt	23
5	Investointilaskelmat	23
5.1	Nettonykyarvomenetelmä	25
5.2	Sisäisen koron menetelmä	25
5.3	Annuiteettimenetelmä	26
5.4	Takaisinmaksuaikamenetelmä	26
5.5	Herkkyysanalyysi	27

6	Lähtötilanteen selvitys	27
6.1	Nykytoiminnan esittely KHT-pakkaamo	27
6.2	Menetelmät ja tutkimuksen suorittaminen	30
6.3	Tutkimuksen havainnot	31
7	Ratkaisuehdotukset	35
7.1	Layoutsuunnittelu	35
7.1.1	Ratkaisuehdotuksien tulokset	38
7.1.2	Uuden layoutin kannattavuus	39
7.2	Investoinnin kannattavuus	39
8	Johtopäätökset	41
9	Jatkokehitys	42
	Lähteet	44
	Liitteet	
	Liite 1. HUB logistics -prosessikaavio	
	Liite 2. MOST-analyysipohja	
	Liite 3. Taulukko kävelyn ja kumartumisen osalta	

Lyhenteet

MOST	(Maynard Operations Sequence Technique) MTM-järjestelmään perustuva ajanmäärittäminen menetelmä.
MTM	Methods-Time Measurement- menetelmä, jolla analysoidaan työtehtävien perusliikkeitä, joita tarvitaan työn loppuun saattamisessa.
KHT	Konecranesin Hämeenlinnan toimipisteen vaihteistojen tuotantorakennus.
SAP	Toiminnanohjausjärjestelmä (ERP).
Layout	Kertoo miten koneet, työpisteet, reitit ja muut kiinteät osat on sijoitettu toisiinsa nähden esimerkiksi tehtaassa.
Muda	Kaikki arvoa tuottamaton toiminta eli hukka.
Muri	Työn raskauden aiheuttama hukka.
Mura	Työn epätasaisuudesta syntyvä hukka.
5S	Leanin työkalu, jolla huolehditaan työympäristön siisteydestä ja järjestyksen kehittämistä sekä ylläpidosta.
FIFO	FIFO-periaatteen (First In First Out) mukaisesti tavara lähtee varastosta samassa järjestyksessä kuin se on sinne tuotu. Näin mikään osa tuotteista ei jää seisomaan varastoon pitkäksi aikaa.
Kolli	Matka- tai rahtitavaran kuljetusyksikkö.

1 Johdanto

Nykypäivänä yrityksiltä odotetaan jatkuvaa kilpailukyvyn parantamista, jotta asiakkaille voidaan tarjota sekä parempia tuotteita että parempaa palvelua unohtamatta kuitenkaan kustannustehokkuuden kehittämistä. Virtaviivaistettu toimiva prosessi pyrkii vastaamaan liiketoiminnan vaatimukseen minimoimalla kaiken turhan työn ja yhteen sovittamalla toimintoja saumattomasti toisiinsa (Logistiikan maailma). Tämä vaatii yrityksiltä oman toiminnan analysoimista sekä muutoskykyä kehittää toimintatapoja tuottavammaksi. Samalla kun toimintoja kehitetään ja työn tuottavuutta pyritään parantamaan, tulee suunnittelutyössä huomioida myös työntekijöiden työhyvinvointi.

Tämän insinööriyön tarkoituksena on kehittää vaihdetehtaan pakkaamopisteen työtä tehokkaammaksi ja parantaa työpisteen ergonomiaa. Insinööriyön toimeksiantajana toimii HUB logistics Finland Oy, joka vastaa Konecranesin Hämeenlinnan vaihdetehtaan pakkaustoiminnoista.

Tutkimuksen tavoitteena on selkeyttää työpisteen materiaalivirta ja parantaa pakkaamon työntekijöiden työergonomiaa suunnittelemalla tilaan uusi layout, jonka avulla tavoitteet voidaan saavuttaa sekä arvioida layoutmuutoksen kannattavuutta taloudellisesta näkökulmasta.

Insinööriyön teoreettisen viitekehys muodostuu neljästä kokonaisuudesta, jotka ovat työpisteen suunnittelu, Lean-ajattelu, työntutkimus ja investointilaskelmat. Kirjallisuuskatsauksessa syvennytään toimivan ja turvallisen työpisteen suunnitteluperiaatteisiin, tarkastellaan työn sujuvoittamista ja tehostamista Lean-filosofiaan nojautuen tutustutaan työnmittauksen pyrkimyksiin sekä perehdytään hankintojen kannattavuuslaskelmamenetelmiin.

Työn empiirinen osuus aloitetaan pakkaamon prosesseihin perehtymällä ja nykytilakartoituksen toteutuksella. Työssä käytetään nykytilan analysoimiseen tutkimusmenetelminä MOST-liikeaikatutkimusta, suoraa ja teknistä havainnointia sekä

haastatteluja. Analyysistä saatujen tuloksien pohjalta suunnitellaan uusi layout pakkaamoon, jonka kannattavuutta arvioidaan tutkimuksen lopussa.

Tutkimus on rajattu koskemaan vain KHT-pakkaamon kehittämistä Hämeenlinnan tehtaalla. Muut HUB logistics Finland Oy:n työpisteet Konecranesilta on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle. Kehitystyön osalta työ rajattiin päättymään tehtyihin investointilaskelmiin, joten työn ulkopuolelle jäävät toimittajien arviointi ja hankintapäätökset.

1.1 HUB logistics Finland Oy

HUB logistics Finland Oy, tästedes HUB tai HUB logistics, on suomalainen voimakkaasti kasvava ja kehittyvä logistiikkapalveluyritys, joka tarjoaa räätälöityjä logistisia ratkaisuja yrityksille. Yrityksen alkujuuret juontavat vuoteen 1992, jolloin nykyinen hallituksen puheenjohtaja Aarno Törmälä aloitti tarjoamaan logistiikan palveluyrityksille koulutusta ja konsultointia. Vuosituhannen vaihteessa yritys alkoi tarjoamaan myös ulkoistettuja logistiikkapalveluja asiakkailleen, ja nykyään HUB:n palveluvalikoima on kasvanut kattamaan koko logistisen prosessin osa-alueet. Yritys työllistää lähes 800 työntekijää 15 eri toimipisteellä Suomessa ja Puolassa. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Vantaan Hakkilassa, jossa toimii myös moderni logistiikkakeskus. HUBilla on tällä hetkellä asiakkaita laajalti eri aloilta muun muassa auto- ja konepajateollisuudesta, kaupan alalta sekä julkishallinnosta. Yritykselle myönnettiin vuonna 2016 vuoden LOGYn logistiikkayrityspalkinto (HUB logistics 2020).

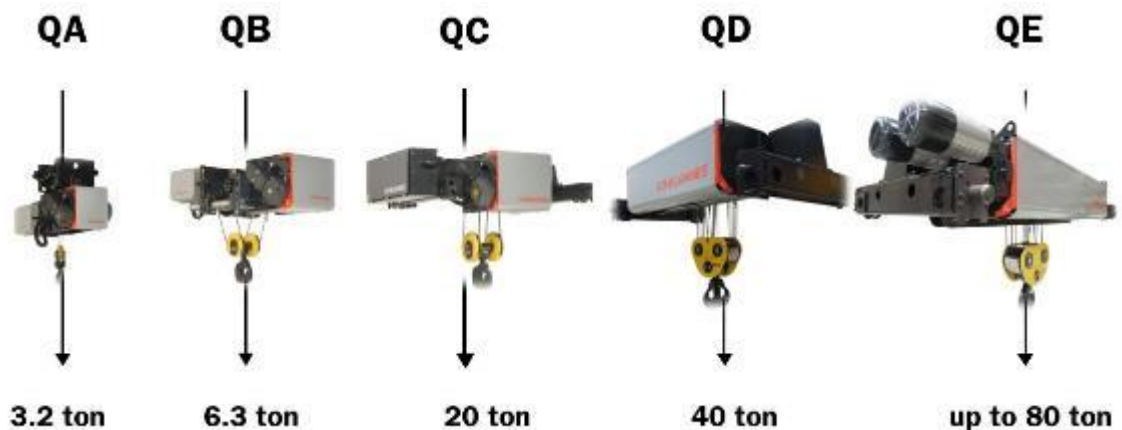
1.2 Hämeenlinnan tehdas

Konecranes, lyhennettynä KC, on maailman johtavia nostolaittevalmistajia, joka toimittaa erilaisia nostoratkaisuja ja palveluja prosessiteollisuudelle, telakoille, satamiin sekä terminaaleihin ympäri maailmaa. Suomessa Konecranesilla on kaksi tuotantolaitosta, toinen Hyvinkäällä ja toinen Hämeenlinnassa. (Konecranes Oy tietoa. 2020.)

Vuodesta 2010 alkaen Konecranes on ulkoistanut HUB:lle Hämeenlinnan tehtaan pakkaamo-, vastaanotto-, lähettämö- sekä varastointitoiminnot, ja HUB huolehtii myös

muun muassa tehtaan pakkausmateriaalien toimittamisesta Konecranesille. Liitteestä 2 löytyy prosessikaavio, jossa on kuvattu tarkemmin vastuiden jako Konecranesin ja HUB:n välillä Hämeenlinnan toimipisteellä. Hämeenlinnan tehtaassa työskentelee HUB:lta tällä hetkellä 24 työntekijää, ja toimipisteen liikevaihto oli vuonna 2019 noin 3 miljoonaa euroa. (HUB Logistics Finland Oy. 2019. PowerPoint.)

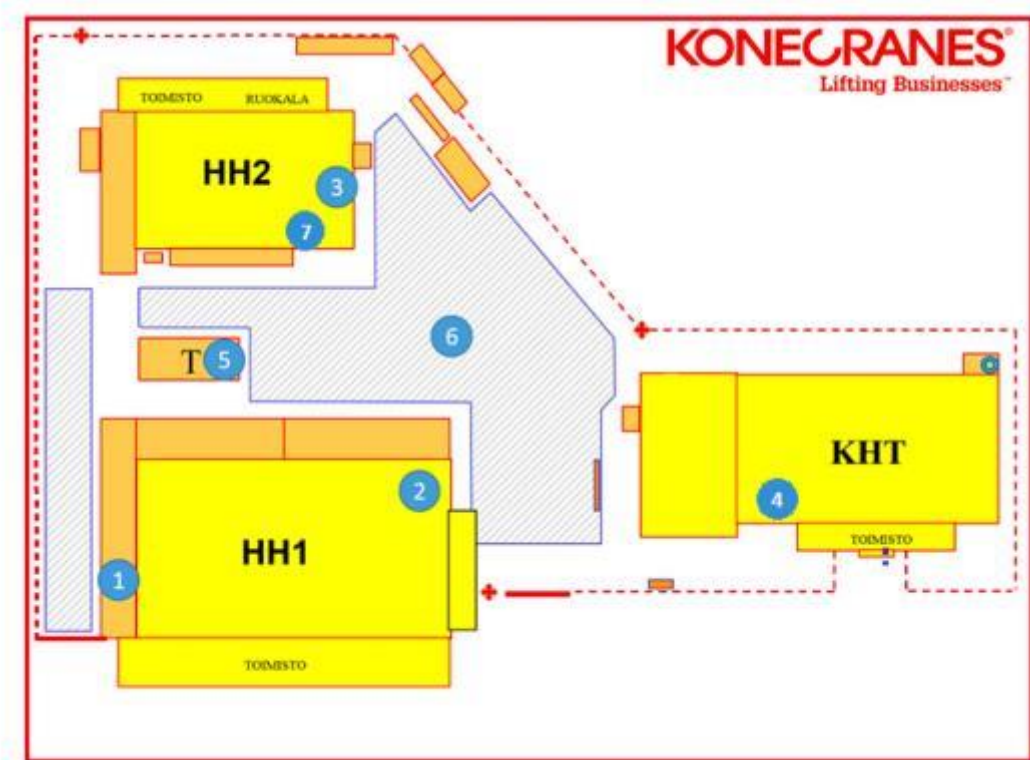
Hämeenlinnan tehtaalla valmistetaan Q-sarjan nostimia, joiden nostokapasiteetti on 3,2 tonnista 80 tonniin. Kuvassa 1 näkyvät kaikki Q-sarjan nostimet ja niiden nostokapasiteetit.



Kuva 1. Q-sarjan nostimet nostokapasiteetteineen (KHH presentation. 2019.)

Hämeenlinnan tehdasalue on jakautunut kolmeen eri halliin, HH1:een, HH2:een ja KHT:hen. Hallit HH1 ja HH2 toimivat nostinten kokoonpanohalleina ja KHT vaihteistojen tuotantorakennuksena. Kuvassa 2 on esitelty kokonaisuudessaan tehdasalue, joka on suuruudeltaan noin 9600 neliömetriä. Kuvan sinisellä merkityt numerot näyttävät, missä sijaitsevat HUB:lle ulkoistetut toiminnot. Hämeenlinnan tehtaalla valmistetaan vuosittain noin 10 000 nostinta ja 80 000 vaihteistoa, jotka toimitetaan ympäri maailmaa oleville asiakkaille. (KHH presentation.2019.)

Tässä insinööriyössä keskitytään Hämeenlinnan Konecranesin vaihdetehtaan KHT-pakkaamoon, joka huolehtii nostimien, vaihteistojen ja siirtomoottoreiden pakkaamisesta. KHT-pakkaamon toiminnasta vastaa HUB logistics Finland Oy. Työpiste näkyy kartassa numerolla 4.



Kuva 2. Kuvassa Konecranesin rakennukset ja ulkoalueet. (HUB Logistics Finland Oy. 2019. PowerPoint.)

2 Työpisteen suunnittelu

Toimiva työpiste luo edellytykset tehokkaalle ja turvalliselle työlle, jonka lisäksi ergonominen järjestely ja mitoitus vaikuttavat työn mukavuuteen sekä toiminnan sujuvuuteen ratkaisevasti. Tämän vuoksi layoutin suunnittelu ja ergonomia kulkevat käsi kädessä ja vaativat laajaa kokonaisuuden tarkastelua ja osatekijöiden huomioimista (Launis, Martti & Lehtelä, Jouni. 2011: 129).

2.1 Layout

Layoutilla tarkoitetaan tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten koneiden ja laitteiden, varastopaikkojen sekä kulkureittien sijoittelua tehtaassa. Layout määrittää, miten materiaali virtaa tehtaassa työpisteeltä toiselle ja kuinka ihmiset liikkuvat suhteessa materiaaliin. Sujuvat materiaalivirrat ovatkin toimivan layoutin keskeinen tavoite.

Lähtökohtaisesti layoutit voidaan jakaa kolmeen perustyyppiin; tuotantolinjalayoutiin, funktionaaliseen layoutiin ja solulayoutiin. Yritys valitsee itselleen sopivan layoutin yleensä tuotettavien määrien ja tuotetyyppien laajuuden perusteella. Layouteja voidaan kuitenkin mukailta ja yhdistellä yrityksen tarpeiden mukaan ja siksi layouteja onkin olemassa yhtä monta kuin tehtaita (Peltomäki. 2018: 14).

Tilasuunnittelun perusta on tilassa tapahtuva toiminta. Työskentely- ja liikkumistilojen järjestäminen tarkoituksenmukaisiksi edellyttää, että työ- tai toimintaprosessi tunnetaan. Suunniteltaessa layoutia keskeisenä tavoitteena on käyttää sijoitteluperiaatteita; toimintaketjussa peräkkäiset työpisteet tai -vaiheet ovat lähekkäin, jolloin kuljetustarve vähenee ja edestakaista kuljetusliikettä ei synny. Toisiaan häiritsevät toiminnot pyritään sijoittamaan myös etäälle toisistaan, jolloin vaaratilanteet ja häiriöt kyetään minimoimaan. Häiriöitä ja vaaratilanteita voivat aiheuttaa ihmisten kulkeminen työpisteellä, tavaraliikenteen kuljetus tai melun ja haitallisten aineiden leviäminen pisteeltä toiselle. Turvallinen ja tehokas toiminta vaatii, että ihmisille, laitteille sekä materiaaleille on varattu tarvittavat tilat ja huomioitu turvaetäisyydet (Launis, Martti & Lehtelä, Jouni. 2011: 129–131).

Layoutin toteutus on siis haastava ja monivaiheinen prosessi, johon vaikuttaa moni tekijä. Optimaalista layoutratkaisua on harvoin saavutettavissa, sillä usein joudutaan tekemään kompromisseja eri tekijöiden suhteen. Paras vaihtoehto riippuu siitä, mitä osatekijöitä yrityksessä pidetään tärkeinä ja mikä on layoutmuutoksen lähtökohtainen tavoite (Haverila ym. 2005: 475, 480-481). Yritykset muuttavat layouteja toiminnan, tuotteen tai kasvun muuttuessa. Edellisten lisäksi layoutmuutoksia tehdään työn tehokkuuden parantamiseksi tai jonkun ulkoa tulleen pakotteen vuoksi. Taloudellisesta näkökulmasta layoutilla on huomattava merkitys yrityksen liiketoiminnan kannattavuuteen. Huono layout vaikuttaa tuotannon tehokkuuteen, laatuun ja aikakilpailukykyyn, mikä puolestaan näkyy nopeasti yrityksen liikevaihdossa. Siksi layoutpäätökset ja valinnat ovat erityisen tärkeitä (Peltomäki: 2018:14). Seuraavana on listattuna Haverilan ym. mukaan hyvän layoutin ominaisuudet:

- selkeät materiaalivirrat
- joustavasti ja helposti muunneltava layout

- lyhyet kuljetusmatkat
- pieni materiaalin siirtotarve
- erityisosaamista vaativa valmistus keskitetty yhteen paikkaan
- tehtaan sisäisten palvelujen sijoittaminen käyttöpaikan läheisyyteen
- tehokas materiaalien vastaanotto ja jakelu
- toimiva sisäinen kommunikaatio
- valmistusvaiheiden erityistarpeet on huomioitu
- tehokas tilankäyttö
- työturvallisuus ja -tyytyväisyys huomioidaan. (Haverila ym. 2005: 482.)

2.2 Ergonomia

Työympäristöjen ja työvälineiden kehittäminen vaatii myös ymmärrystä ihmisen ominaisuuksista sekä tarpeista. Ergonomia on tieteenala, joka tutkii ihmisen ja toimintajärjestelmän osien keskinäistä suhdetta. Ergonomian tavoitteena on kehittää työprosessit ja tekniset ratkaisut käyttäjystävällisiksi kaikille riippumatta käyttäjän sukupuolesta tai fyysisen voiman määrästä. Ergonomian avulla työntekijöiden työ- ja toimintakyky pyritään säilyttämään mahdollisimman pitkään hyvänä varmistamalla ihmiselle sopiva työn kuormitus. (Launis, Martti & Lehtelä, Jouni. 2011: 17-22.)

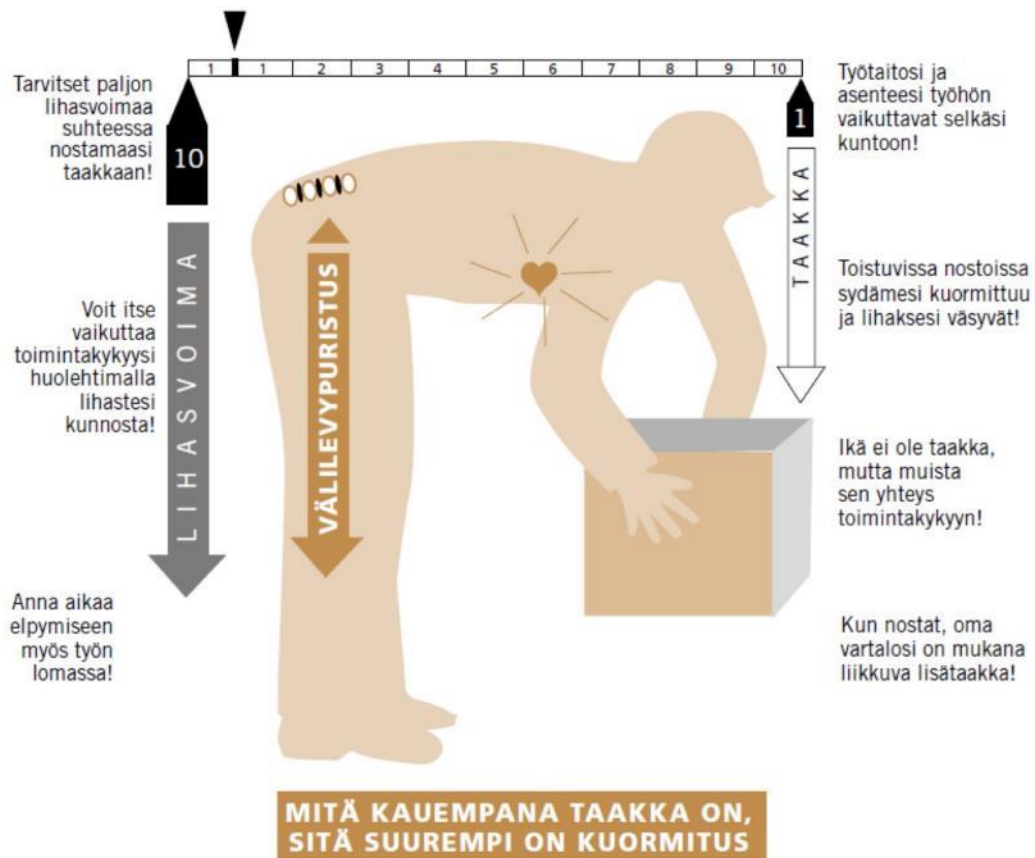
Kansainvälinen ergonomiayhdistys IEA (International Ergonomics Association) jakaa ergonomian kolmeen osa-alueeseen: fyysiseen, kognitiiviseen ja organisatoriseen ergonomiaan. Fyysisellä ergonomialla tarkoitetaan työympäristön, työvälineiden ja työmenetelmien suunnittelua ihmisen fysiologisten ominaisuuksien mukaan. Kognitiivisen ergonomian tavoitteena on sopeuttaa järjestelmien ja käyttöliittymien sekä tiedon esitystapa ihmisen tiedonkäsittelytaidoille optimaaliseksi. Organisatorinen ergonomia puolestaan keskittyy työprosessien, työkokonaisuuksien ja

työaikajärjestelyjen suunnitteluun sekä organisaation toiminnan ja yhteistyön kehittämiseen. (Launis, Martti & Lehtelä, Jouni. 2011: 20.)

2.2.1 Taakkojen käsittely

Ihmiselle taakkojen nostaminen käsin on kuormittavaa, joten nostotyön suunnitteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota, jotta voidaan välttyä niihin liittyviltä riskeiltä. Ylikuormitusriski kasvaa merkittävästi, jos nostoja tehdään jatkuvasti tai väärällä tekniikalla. Taakkojen käsittelyyn liittyy myös tapaturmariski, jonka mahdollisuus kasvaa oleellisesti jatkuvien toistojen tai väsymyksen myötä. Esimerkiksi nopeat riuhtaisut tai raskaan taakan pudotukset voivat pahimmassa tapauksessa aiheuttaa pysyviä vammoja tai ennenaikaisen eläköitymisen. (Launis, Martti & Lehtelä, Jouni. 2011: 185.)

Tilasuunnittelun kehittämisen avulla pyritään miettimään ratkaisuja, joilla voidaan välttyä taakkojen nostamiselta ja siirtämiseltä käsin. Tavoitteena on löytää työtapa, jossa käsin nostamista tulisi työntekijöille mahdollisimman vähän. Nostotyössä voidaan käyttää apuvälineitä kuten rullaratoja, tarttumatyökaluja ja nostopöytiä, mutta niiden valinnassa tulee huolehtia siitä, että taakkojen käsittely on sujuvaa ja niiden avulla nostaminen ei kestä kauempaa kuin käsin nostamalla. Pyrkimyksenä on suunnitella työpiste niin hyväksi kuin mahdollista, sillä käsin nostamiselta ei voida välttämättä välttyä kokonaan. Tämän vuoksi työntekijää tulee ohjeistaa oikeanlaisesta nostotekniikasta ja nostotyöpaikka tulee järjestää niin, että työntekijät pystyvät työskentelemään turvallisesti. (Launis, Martti & Lehtelä, Jouni. 2011: 187-188.)



Kuva 3. Nostojen ja siirtojen aiheuttama kuormitus (työsuojelu.fi)

2.2.2 Nostotyön suunnittelu

Työympäristö pitäisi suunnitella niin, että työntekijöille mahdollistetaan optimaalinen työskentelykorkeus, taakkojen käsittely pystytään tekemään oikeassa asennossa ja niin, että korkeusero nostoissa pysyy mahdollisimman pienenä (Launis, Martti & Lehtelä, Jouni. 2011: 187-188). Lattiatasosta alkavia tai päättyviä nostoja tulee välttää. Myös kantomatkojen pitäisi pysyä lyhyinä eikä niihin saisi liittyä kiertoliikkeitä. Työpisteen säädettävyys esimerkiksi nostopöydän avulla vähentää työntekijöiden hankalia työasentoja (Työsuojelu 2015.). Vaikka työympäristö olisi suunniteltu mahdollisemman vähän kuormittavaksi, niin silti jatkuvaa nostamista tulisi pyrkiä vähentämään, sillä ihmisen fysiologia ei sovellu siihen, ja se kasvattaa selän vaurioitumisen riskiä (Launis, Martti & Lehtelä, Jouni. 2011:187-188).

Työhön liittyviin nostoihin ei ole määritelty ehdottomia raja-arvoja. Rajojen asettaminen on vaikeaa, sillä suoritukseen vaikuttaa usea tekijä kuten nostoasento ja suoritustapa, taakan muoto ja paino, toistuvuus sekä työntekijän voimantuotto-kyky. Nykyisin raja-arvojen arvioinnissa hyödynnetään standardia SFS-EN 1005-2, joka on laadittu koneiden käytön yhteydessä tapahtuvalle nostotyölle. Standardin raja-arvojen laskennassa ensimmäisessä vaiheessa määritetään taakkavakio, joka kertoo nostajan perustason. Taakkavakio määrittelee käyttäjäryhmälle taakan maksimipainon, joka on mahdollista nostaa optimitilanteessa. Suurimmalle osalle työikäisistä on turvallista nostaa 25 kg:n taakkoja, jolloin yleinen taakkavakio m_{ref} (kg) on 25 (Launis, Martti & Lehtelä, Jouni. 2011:190-192).

Työn kuormittavuuden arvioinnissa täytyy kuitenkin muistaa, että vaikka nostokaavan mukaan riskitaso jäisi pieneksi, niin taakkojen käsittely voi kuitenkin olla osalle työntekijöistä liian kuormittavaa. Taakkavakion mukainen arvo 25 kg on turvallinen taakka nostaa työikäisistä noin 70 %:lle naisista ja 95 %:lle miehistä (Launis, Martti & Lehtelä, Jouni. 2011:190-192).

3 Lean-ajattelu

Lean-ajattelun periaatteet sopivat hyvin yhteen onnistuneen layout suunnittelun kanssa. Tämän työn tarkoituksena ei ole implementoida Lean-filosofiaa osaksi yrityksen toimintastrategiaa, mutta Lean-ajattelua hyödynnettiin osana uuden layoutin ja työpisteen kehittämisen suunnittelutyötä. Ennen kuin toimintaa voidaan kehittää, täytyy yrityksen tunnistaa vaadittavat kehityskohteet, ja tähän Lean myös osaltaan tarjoaa työkaluja. *"Leanin tarkoituksena ei ole juosta kovempaan vain kävellä vähemmän"* (Lean-opas. 2018: 41).

Leanin juuret ulottuvat Japaniin ja toisen maailmansodan jälkeiseen aikaan, jolloin Toyota Motor Corporationin pääinsinööri Taiichi Ohno alkoi kehittämään uudenlaista toimintakulttuuria ja ajattelutapaa, jonka pyrkimyksenä oli parantaa yrityksen tuottavuutta. Nykypäivänä Lean-ajattelu on levinnyt Toyotan autotehtaalta joka puolelle maailmaa, ja monet menestyvät yritykset ovat jalkauttaneet Lean-filosofian osaksi organisaation toimintaa. Leanin hyödyntäminen ei kuitenkaan takaa yrityksille suoraan

tuottavuushyppäystä, sillä jokainen yritys on omanlainen eikä kaikille yrityksille välttämättä sovi Leanin tarjoama johtamismalli (Peltomäki. 2018: 25).

Lean-ajattelun keskeisenä tavoitteena on parantaa yrityksen tuottavuutta tunnistamalla ja poistamalla prosesseista arvoa tuottamatonta työtä. Arvoa tuottamatonta työtä nähdään hukkana, joka estää sujuvan tuotantovirtauksen toiminnan ja täten heikentää yrityksen kilpailukykyä. Arvoa tuottamattoman työn hukan *Muda* lisäksi lean huomioi epätasapainossa oleva työn hukan *Mura* sekä ylikuormittava työn hukan *Muri*. Taulukossa 1 on esitelty tarkemmin arvoa tuottamattoman toiminnan hukkaelementit. (Peltomäki. 2018: 25.)

Taulukko 1. Kahdeksan arvoa tuottamattoman toiminnan hukkaelementtiä *Muda* (Lean-opas. 2018 :11-14).

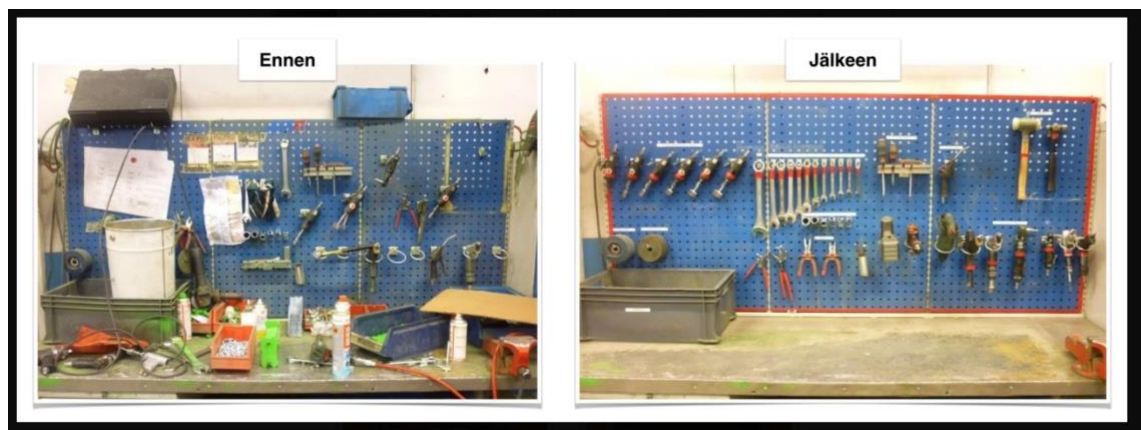
HUKAT	KUVAUS
Ylituotanto	Tuotetta valmistetaan liian paljon tai liian aikaisessa vaiheessa.
Tarpeeton varastointi	Liian suuret ja epäjärjestyksessä olevat varastot, jotka lisäävät kustannuksia ja pidentävät läpimenoaikoja, sillä tavaroita ei löydy.
Odottelu	Turha työvaiheiden, työkoneiden, ihmisten ja työkalujen odottelu.
Turha liikkuminen	Työvälineiden tai materiaalien hakeminen ja hankalat työasennot, jotka vaativat ylimääräistä kurottelua tai nostamista.
Tarpeeton kuljettaminen ja kulkeminen	Materiaalinen ja valmiiden tuotteiden turha siirtäminen paikasta toiseen.
Virheet	Virheiden korjaus, uudelleen käsittely ja selvittely.
Yliprosessointi	Tuotetaan laadukkaampia tuotteita kuin olisi tarve.
Käyttämättä jätetty potentiaali	Työntekijöitä ei kuunnella, hiljaista tietoa ei osata hyödyntää.

3.1 Lean 5S

Siisti ja toimiva työympäristö luo edellytykset tuottavalle työlle ja antaa asiakkaille hyvän kuvan yrityksestä. 5S on yksi Leanin käytännön työkaluista ja sen avulla huolehditaan työympäristön siisteydestä ja järjestyksestä. Työkalun avulla on tavoitteena luoda tarkassa järjestyksessä oleva työympäristö, mikä edesauttaa työn tuottavuutta ja poistaa

hukkaa. Leanin perusajatus hukan poistaminen onnistuu työympäristössä, joka on visuaalisesti selkeä ja siisti.

Työpisteen siisteydellä on huomattava vaikutus työhön, sillä huono järjestys työpisteellä voi aiheuttaa viivettä läpimenoaikoihin, mikä taas voi johtaa matalampaan tuottavuuteen ja myöhästyneisiin toimituksiin. Tämän lisäksi epäjärjestys kasvattaa työntekijöihin kohdistuvaa heikkoa ergonomiaan ja turvallisuusriskejä. (Lean-opas. 2018: 31-32.)



Kuva 4. Työpiste ennen 5S-työkalun käyttöönottoa ja käyttöönoton jälkeen (Lean Lion. 2019.).

Työkalun viisi S-kirjainta tulevat japanikielisistä sanoista, ja ne muodostavat työvaiheet työkalun hyödyntämiseen.

1. Seiri – Lajittele

Työvälineet ja tavarat lajitellaan tarpeellisuuden mukaan ja työpisteeltä poistetaan kaikki ylimääräinen tavara.

2. Seiton – Sijoita

Työvälineet ja tavarat sijoitetaan tarkoituksenmukaisesti ja paikat merkitään selvästi. Työpisteelle pyritään löytämään hyvä ja selkeä järjestys, josta löytyy helposti tarvittava.

3. Seiso – Siivoa ja puhdist

Työpisteelle luodaan siivousohjelma mikä varmistaa sen, että työpiste ja -laitteet siivotaan säännöllisesti.

4. Seiketsu – Standardoi

Työpisteen järjestämisestä ja siivoamisesta tehdään rutiininomaista, parhaimmaksi todetut käytännöt standardoidaan ja niitä aletaan noudattamaan.

5. Shitsuke – Säilytä

Pidetään kiinni sovituista toimintatavoista ja seurataan, että asiat toimivat suunnitellusti. Tarvittaessa työpistettä kehitetään edelleen (Lean-opas. 2018: 31-32).

3.2 Spaghettidiagrammi

Spaghettidiagrammilla voidaan kuvata ja todentaa työntekijän liikkeitä työympäristössä. Diagrammin avulla voidaan paljastaa materiaalin sijoittelussa olevat puutteet ja työntekijän ylimääräinen liikkuminen eli liikkumisen hukat. Spagettidiagrammiin käytetään pohjapiirrosta, joka toimii ikään kuin karttana. Layoutpiirroksen merkitään henkilön kävelyliikkeet prosessin aikana. Tällöin saadaan tarvittavaa tietoa layoutin muuttamiseksi optimaaliseksi (Lean-opas. 2018: 38). Kuvassa 6 on havainnollistettu työntekijän liikkuminen tilassa yhden työprosessin aikana.



Kuva 5. Esimerkki työpisteen spaghettidiagrammista (Latestquality. 2020)

Layoutia kehittäessä on hyvä piirtää ensiksi auki nykyiset työntekijän liikkeet tai materiaalivirrat tilassa, jolloin saadaan selville ylimääräisestä liikkumisesta syntyvä hukka (Logistiikan maailma).

3.3 Työn vakiointi

Työmenetelmien ja työtapojen kehittäminen edellyttää työn vakioimista, mikä tarkoittaa yhteisten toimintatapojen laatimista. Vasta kun kaikki työntekijät toimivat yhteisteisten pelisääntöjen mukaan, voidaan selvittää, miten työtapa vaikuttaa tuottavuuteen, laatuun ja turvallisuuteen. Jos kaikki työntekijät tekevät työn eri tavalla, on työn analysointi, lopputulosten vertaaminen ja työn kehittäminen haastavaa tai jopa mahdotonta. Työn vakiointi mahdollistaa parhaiden työmenetelmien käyttöönoton, joka edesauttaa työn tehokkuuden optimoimista ja hukan minimoimista (Lean-opas. 2018: 22).

Työn vakiinnuttamisessa työmenetelmät ja -tavat dokumentoidaan ja työntekijöitä ohjeistetaan suorittamaan työvaihe aina samalla vakioidulla tavalla. Työn vakiointi ei kuitenkaan tarkoita, että työntekijöiltä poistetaan oma-aloitteisuus ja luovuus, vaan tarkoituksena on rohkaista työntekijöitä kehittämään yhdessä työmenetelmiä ja -tapoja.

Tällöin työntekijöiden potentiaali voidaan hyödyntää kaikkien työntekijöiden kesken, josta viime kädessä hyötyy asiakas (Lean-opas. 2018: 22).

Hyödyt työn vakioinnista:

- työturvallisuus ja työtyytyväisyys paranevat
- työn tuottavuus sekä laatu paranevat
- parhaat työtavat ja menetelmät saadaan käyttöön
- tietoa jaetaan tehokkaammin ja oppiminen tehostuu
- antaa perustan työn kehittämislle
- jatkuva parantaminen virtaviivaistuu.

3.4 Päivittäinen ja visuaalinen johtaminen

Lean-johtamistapaan kuuluu, että toimintaa johdetaan säännöllisesti päivittäisen johtamisen menetelmiä hyödyntäen. Tyypillisesti päivät aloitetaan lyhyellä 5-15 minuutin palaverilla, jonka lähiemimies pitää oman tiimin kanssa. Päiväpalaverin tavoitteena on käydä läpi edellisen päivän asiat ja sopia tulevan päivän työt, jotta työntekijöille on selvää, mitä tänään tullaan tekemään ja mikä on päivän tavoite. Yhteinen keskustelu joka aamu mahdollistaa myös tuoda esille havaitut ongelmat tai kehitysideat, joiden jatkotoimenpiteistä voidaan samalla sopia.

Lähiesimiehet voivat käyttää päivittäisessä johtamisessa hyväkseen esimerkiksi Kanban-taulua eli visuaalisen johtamisen taulua, jonka avulla voidaan muun muassa seurata asetettujen tavoitteiden toteutumista, käytössä olevia resursseja ja ongelmanratkaisujen tai kehittämisideoiden etenemistä (Lean-opas. 2018: 28).

3.5 Jatkuva parantaminen

Jatkuva parantaminen on yrityksen toimintatapa, jonka tarkoituksena on kehittää työprosesseja jatkuvasti kohti parempia ratkaisuja. Koko henkilöstöä pyritään osallistamaan työtehtävien ja tuottavuuden kehittämässä, sillä tällainen osallistava toimintamalli parantaa työntekijöiden asennoitumista muutokseen ja vähentää muutosvastarintaa (Haverila ym. 2005: 380-381). Jatkuvan parantamisen edistämiseen käytetään useita erilaisia menetelmiä, ja jokainen yritys valitsee niistä toimintaan ja tilanteeseen parhaiten sopivat. Tuottavuus- ja ergonomiaparannuksia saavutetaan kehittämällä työpisteiden menetelmiä ja työvälineitä niin jatkuvan parantamisen kuin menetelmätutkimuksenkin keinoin (Ahokas ym. 2011: 21).

4 Työntutkimus

Nykypäivän nopeasti muuttuva toimintaympäristö vaatii yrityksiltä valppautta ja sopeutumista kilpailukyvyn säilyttämiseksi. Suorituskykyä on tarpeen kehittää jatkuvasti, ja se vaatii onnistuakseen koko organisaation saamiseen kehittymistyöhön mukaan.

Työtutkimuksella tarkoitetaan työn kehittämässä käytettäviä menetelmiä ja tekniikoita. Työntutkimuksen tavoitteena on parantaa tuottavuutta ja tehokkuutta sekä samalla kehittää muun muassa työhyvinvointia. Työntutkimuksella tutkitaan ja pyritään kehittämään työmenetelmiä, ajankäyttöä, ergonomiaa ja työturvallisuutta. Työntutkimus aloitetaan usein työmenetelmien kartoittamisella, minkä jälkeen pyrkimyksenä on kehittää niitä tehokkaammiksi. Kehityksen jälkeen parhaat menetelmät vakiinnutetaan ja ohjeistetaan työntekijöille (Ahokas ym. 2011: 5-6).

Työntutkimuksessa työtä voidaan analysoida taloudellisesta, teknologisesta tai työntekijän näkökulmasta. Taloudellisesta näkökulmasta työntutkimuksella tarkastellaan kustannustehokkuutta ja kustannusvaikutuksia. Tarkkailun kohteena ovat tuotannon pullonkaulat: paljon työtä vaativat tehtävät, materiaalien kuljetukset, laatuongelmien syyt ja lisäarvoa tuottavat työt. Teknologinen näkökulma puolestaan selvittää välineiden ja tekniikan hyödyntämismahdollisuuksia prosesseissa, kun taas työntekijän näkökulma

analysoi työergonomiaa sekä turvallisuutta ja minkäläistä kuormitusta työntekijään kohdistuu eri työvaiheissa (Ahokas ym. 2011: 6).

Työntutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi voidaan hyödyntää työn kehittämisessä menetelmätutkimusta, työn vakiinnuttamista, työnopastusta ja työnmittausta. Menetelmätutkimuksen avulla kehitetään kustannustehokas, resursseja järkevästi käyttävä ja turvallinen työmenetelmä. Työn standardisoinnilla vakioidaan tehokkain työmenetelmä kaikkien työntekijöiden käyttöön ja työnopastuksella varmistetaan, että työmenetelmä osataan tehdä tehokkaasti ja turvallisesti. Työnmittauksella selvitetään työtehtävään tarvittava aika, joka riippuu aina käytettävästä menetelmästä (Ahokas ym. 2011: 6-7).

4.1 Menetelmätutkimus

Menetelmätutkimuksen avulla yritys pyrkii kehittämään organisaation työmenetelmiä niin, että ne olisivat mahdollisimman taloudellisia, turvallisia ja tehokkaita. Menetelmätutkimuksen tavoitteena on saavuttaa parempi tuottavuus, laskea tuotantokustannuksia ja parantaa samalla ergonomiaa sekä työturvallisuutta (Ahokas ym. 2011: 6). Työmenetelmien suunnittelu on tärkeää, sillä yrityksen kokonaistuottavuuden parantaminen on viime kädessä kiinni yksittäisten työtehtävien ja toimintojen kehittämisestä.

Työmenetelmä kuvaa, miten jokin tietty tehtävä suoritetaan ja mitä koneita tai materiaalia sen valmistaminen vaatii. Valmistettavan tuotteen rakenne ja ominaisuudet määrittelevät minkäläistä työmenetelmää käytetään. Yleensä tuote on mahdollista toteuttaa useammalla kuin yhdellä menetelmällä, jolloin tapana on valita kustannustehokkain menetelmä. Työmenetelmän valintaan vaikuttaa myös se, miten se sopii yrityksen valmistusprosessiin ja mikä on tuotteen vaatima laatutaso (Haverila ym. 2005: 488-489).

4.2 Työmittausmenetelmät

Työnmittauksia käytetään silloin, kun halutaan selvittää, kuinka kauan tiettyyn työvaiheeseen käytetään aikaa tai mikä on tietyn tuotteen valmistusprosessin

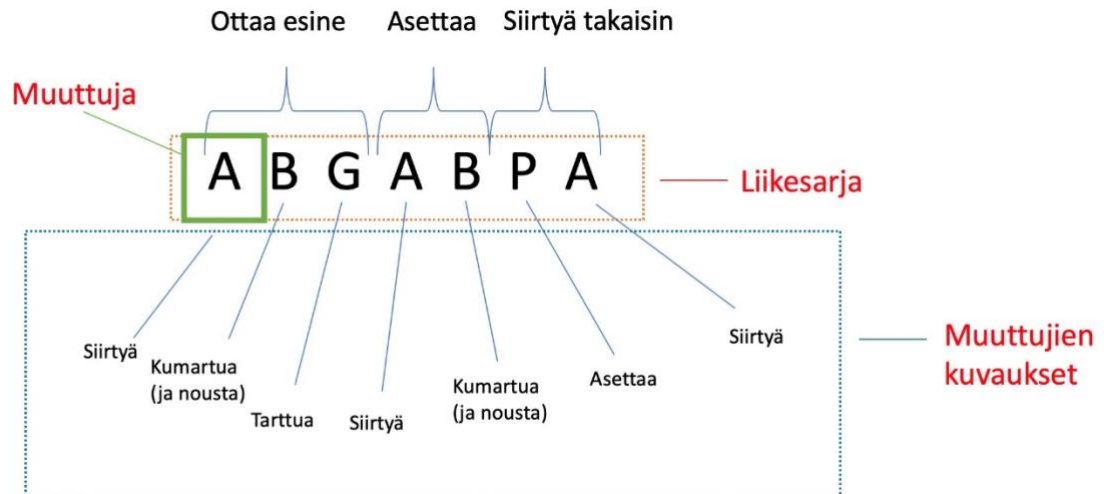
läpimenomenoaika. Työnmittausmenetelmän valinnassa tulee huomioida käyttötarkoitus, jotta tutkimukselle saadaan tarpeellinen tarkkuustaso. Ajankäyttötutkimus ja havainnointitutkimus soveltuvat parhaiten työhön tarvittavan ajan jakautumisen selvitykseen, kun taas liikeaika- sekä normaaliaikatutkimuksia käytetään normalisoitujen työaikojen mittaukseen. Normalisoitu aika saadaan tulokseksi silloin, kun työnmittaukset suoritetaan normaaleissa työskentelytilanteissa, tietyllä työmenetelmällä ja työn suorittaa keskivertotaidon omaava työntekijä. (Ahokas ym. 2011: 24-32.)

4.2.1 MOST-liikeaikatutkimus

MOST (Maynard Operations Sequence Technique) on työn määritysmenetelmä, joka perustuu MTM (Methods Times Measurement) liikeaikajärjestelmätekniikkaan. MOST-menetelmä on kehitetty 1970-luvun alussa Volvon Göteborgin tehtaalla Kjell B. Zandin toimesta. Zandin kiinnitti huomioita siihen, että tietyt perusliikkeitä suoritettiin aina tietyssä järjestyksessä, ja kun näitä perusliikkeitä yhdisteltiin, voitiin määritellä liki kaikki tehtaalla tehtävät työt (Mäkinen 2010: 7). Menetelmää hyödynnetään työprosessien tarkkaan mittaukseen. Työn sisältö jaetaan niin pieniin osiin, että jokaiseen työosaan kuluva aika on vakio. Vakioajat on määritelty tiettyjen aikastandardien avulla ja ne on taulukoitu. Näin ollen menetelmässä ei tarvita lainkaan kelloa. Nykyisin liikeaikajärjestelmätekniikkaa käytetään osana yritysten työmenetelmien kehittämistä (Ahokas ym. 2011: 25).

MOST-tekniikka pohjautuu ennalta määritettyihin perusliikesarjoihin, jotka ovat *Siirtää, Siirtää ohjattuna, Käyttää työkalua, Käyttää nostovälinettä ja Käyttää trukkia*. Näitä perusliikesarjoja yhdistellään ja muokataan kuhunkin työvaiheeseen sopivaksi. (Mäkinen 2010: 7.) Esimerkiksi yhden pakkauksen valmistukseen yhdistetään monia eri liikesarjoja peräkkäin, jolloin työvaiheen normiaika saadaan selville. Normiaika koostuu tekemisajasta ja apuajasta, aikalajeista josta kerrotaan tarkemmin luvussa 4.2.2.

Kappaleen siirtäminen kuvataan Siirtää-liikesarjalla (ABGABPA), jossa liikesarjan muuttajat kuvataan kuvan 6 mukaisesti. Siirtää-liikesarja sisältää kaikki tarvittavat liikkeet, joita tarvitaan esineen siirtämisessä. Tämä liikesarja on yleisin ja sillä kuvataan noin 80 prosenttia ihmisen fyysisestä työstä. (HUB MOST, PowerPoint.)



Kuva 6. Siirtää-liikesarja MOST-liikeaikatutkimus

Perusliikesarjan jokaiselle muuttujalle annetaan arvo liikesarjan arvokortista esimerkiksi liikutun matkan, esineen painon tai työosan haastavuuden mukaan. Annettu arvo kirjoitetaan muuttujan alle alaindeksinä. Kuvassa 7 on kuvattu Siirtää-arvokortti.

ARVO	A B G A B P A -SIIRTÄÄ				
	A	B	G	P	ARVO
	siirtyä	kumartua	tarttua	asettaa	
0	< 5 cm			pudottaa	0
1	ulottuvilla		kevyt esine, kevyet esineet yht' aikaa	asettaa sivuun, helppo sovitus	1
3	1-2 askelta	kumartua ja nousta joka toinen kerta	raskas esine, kerätä esine muiden joukosta, irrottaa näkymät- tömissä	sovitus, kevyt paine, kaksi sovitusta	3
6	3-4 askelta (3 m)	kumartua ja nousta		tarkkuus, huolellisuus, suuri paine, näkymättömissä, lisäliikkeet	6
10	5-7 askelta (5 m)	istuutua tai nousta			10
16	8-10 askelta (8 m)	kulkea ovesta			16

Kuva 7. Siirtää-arvokortti, joka sisältää aika-arvojen valintakriteerit. Valintakriteerit ovat helposti todettavia ominaisuuksia tai mittoja, joista valitaan parhaiten sopiva.

Esimerkiksi kappaleen siirtäminen työpöydälle voidaan kuvata Siirtää-liikesarjalla, jossa kirjainmuuttuja ja muuttujan alaindeksi kuvaavat seuraavia toimintoja:

- A₃ - Henkilö kävelee 1-2 askelta kappaleen luokse
- B₆ - Henkilö kumartuu ja nousee kumarasta
- G₁ - Henkilö ottaa kappaleen yhdellä kädellä
- A₁ - Henkilö siirtää kappaleen käden ulottuville
- B₀ - Henkilö ei kumarru
- P₃ - Henkilö asettaa kappaleen pöydälle parilla sovitusliikkeellä
- A₆ - Henkilö siirtyy 3 askelta takaisin alkupisteelle.

Tällöin liikesarjalle A₃B₆G₁A₁B₀P₃A₆ saadaan laskettua yhteen työosaan kuluva aika. Tämä saadaan laskemalla muuttujien alaindeksit yhteen ja jakamalla summa kymmenellä, jolloin tulos on työn tekemiseen kuluva aika tunnin tuhannesosina eli millitunteina (mh) $3 + 6 + 1 + 1 + 0 + 3 + 6 = 20 / 10 = 2.0$ mh eli näin ollen 7,2 sekuntia (HUB MOST, PowerPoint).

Arvot perustuvat kuvassa 9 olevaan arvosarjataulukkoon, josta löytyy ennalta määritettyjä aika-arvoja. Arvosarjataulukossa käytetään aikayksikkönä tuhannesosatuntia eli millituntia (mh), jolloin yksi tunti on 1000 millituntia ja yksi mh on 3,6 sekuntia (HUB MOST, PowerPoint).

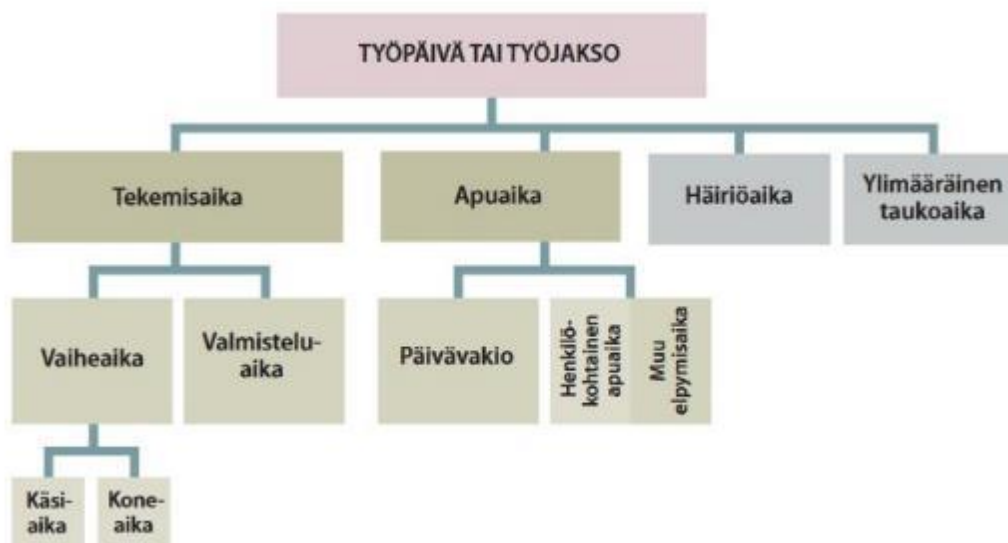
Arvo	Aika (mh)	Aikarajat (mh)	Aikarajat (sek)	Arvo	Aika (mh)	Aikarajat (mh)	Aikarajat (sek)
				54	5.4	4.76 - 6.01	17 - 22
1	0.1	0.01 - 0.16	0.0 - 0.5	67	6.7	6.01 - 7.36	22 - 27
3	0.3	0.16 - 0.41	0.5 - 1.5	81	8.1	7.36 - 8.81	27 - 32
6	0.6	0.41 - 0.76	1.5 - 2.5	96	9.6	8.81 - 10.4	32 - 38
10	1.0	0.76 - 1.26	2.5 - 4.5	113	11.3	10.4 - 12.2	38 - 44
16	1.6	1.26 - 1.96	4.5 - 7.0	131	13.1	12.2 - 14.1	44 - 51
24	2.4	1.96 - 2.76	7.0 - 10	152	15.2	14.1 - 16.2	51 - 58
32	3.2	2.76 - 3.66	10 - 13	173	17.2	16.2 - 18.4	58 - 1:06
42	4.2	3.66 - 4.76	13 - 17	196	19.6	18.4 - 20.8	1:06 - 1:15

Kuva 8. MOST-liikeaikatutkimuksen arvosarjataulukko

MOST mahdollistaa yhdenmukaisen mittaustavan työvaiheille, ja sen avulla voidaan selvittää prosessien kokonaisrakenne ja nähdä, mitä kehittämiskohteita prosesseihin sisältyy. Analyysin avulla saadaan selville aikaa vieviä työvaiheita, joita kehittämällä toimintaa saadaan tehostettua. MOST-analyysit ovat verrattavissa keskenään, jolloin kehitystyön tulokset nähdään uusimalla tutkimus tehtyjen muutoksien jälkeen (HUB MOST, PowerPoint).

4.2.2 Aikalajit

Työntutkimuksessa voidaan analysoida työajan tehokkuutta aikalajien avulla. Aikalajeja hyödyntämällä voidaan selvittää työajasta jalostavan ja jalostamattoman työajan osuus. Työpäivä tai työjakso jaetaan tyyppillisesti seuraaviin aikalajeihin; tekemisaikaan, apuaikaan ja häiriöaikaan (Ahokas ym. 2011: 11).



Kuva 9. Päivittäisen työajan jakautuminen pääaikalajeihin. (Ahokas, s. 13)

Tekemisajalla tarkoitetaan niitä vaiheita työpäivästä, jotka edistävät varsinaisesti tuotteen tai palvelun valmistumista. Tekemisaika voidaan jakaa edelleen kahteen osaan, vaihe aikaan ja valmistelu aikaan. Vaihe aikaan kuuluvat ne työtehtävät, jotka jalostavat tuotetta tai palvelua kuten tuotteen pakkaustoimenpiteet. Valmisteluajalla tarkoitetaan niitä tehtäviä, jotka suoritetaan yleensä kerran työtehtävän aikana kuten koneen asetuksien säätö (Ahokas ym. 2011: 11).

Apu aika pitää sisällään työn kannalta välttämättömiä aputehtäviä. Nämä työtehtävät ovat välttämättömiä suorittaa, jotta työntekoa voidaan jatkaa, mutta ne eivät välittömästi edistä työn valmistumista. Apu aika voidaan jaotella päivävakioon, henkilökohtaiseen apu aikaan ja elpymisaikaan. Päivävakio pitää sisällään joka päivä toistuvia työtehtäviä, jotka eivät suoraan liity yksittäisen tuotteen tekemiseen. Tällaisia työtehtäviä ovat esimerkiksi työpisteen kunnostaminen ja siivoaminen sekä koneiden huoltotyöt. Henkilökohtainen apu aika kattaa työntekijöille kuuluvat tauot sekä elpymisajan, joka on varattava työstä palautumiseen. Muuta elpymisaikaa tarvitaan silloin, kun työ on kuormittavaa eikä henkilökohtainen apu aika riitä palautumiseen (Ahokas ym. 2011: 11-12).

Häiriöajan piiriin kuuluvat ennalta odottamattomat häiriötekijät. Häiriötekijöitä voivat olla muun muassa laatuvirheet ja niiden aiheuttamat korjaustyöt, materiaali puutteiden aiheuttamat työn keskeytykset ja odotusajat. Aikalajeista on eriteltävissä myös ylimääräinen tauko aika, joka saattaa aiheutua työntekijän ylimääräisistä tauoista tai työvuoron ennen aikaisesta lopettamisesta (Ahokas ym. 2011: 12).

4.3 Työntutkimuksen hyödyt

Yritykset pystyvät hyödyntämään työntutkimuksen tuloksia toiminnan kehittämisessä läpi organisaation. Työntutkimuksen avulla voidaan löytää ratkaisuja muun muassa työmenetelmien ja palkkausjärjestelmän kehittämiseen, ergonomian parantamiseen, koneiden käyttöasteen nostamiseen ja läpimenoajan lyhentämiseen (Ahokas ym. 2011: 7).

5 Investointilaskelmat

Investointilaskelman avulla pyritään selvittämään, kannattaako investointihanke vai ei. Investointilaskelmalla tarkoitetaan investointiajanjaksolle ulottuvaa laskelmaa, jolla voidaan vertailla eri investointihankkeiden kannattavuutta ja valita niistä paras investointivaihtoehto toteutettavaksi. Investointilaskelmia käytetään yrityksissä useista eri syistä muun muassa siksi, että investoinnin rahamäärät ovat suuria ja ne sidotaan pitkäksi aikaa epävarmisiin hankkeisiin. Investoinnit vaikuttavat myös yrityksen kannattavuuteen, kasvuun ja resursseihin. Yritysjohdo käyttää investointilaskelmia saadakseen tukea investointipäätöksen tekemiseen sekä vakuuttaakseen investointien rahoittajat investoinnin kannattavuudesta (Tevä-Helminen 2012: 7).

Investointilaskelmamenetelmiä on useita erilaisia, ja yrityksen tiedon tarve määrittelee sen, mitä menetelmää päätetään hyödyntää. Karkeasti eri laskentamenetelmät voidaan jakaa sen mukaan, että huomioidaanko niissä rahan aika-arvo vai ei. Investointilaskelmamenetelmistä saadut tulokset saattavat poiketa merkittävästi toisistaan, jolloin useimmiten investoinneille kannattaa tehdä useampi laskelma, jotta saadaan tarkasteltua investointia useammasta eri näkökulmasta. Yleisesti investointien arvioinnissa käytetään nettonykyarvomenetelmää, sisäisen koron menetelmää,

annuiteettimenetelmää sekä takaisinmaksuaikaa, joista kerrotaan tarkemmin kappaleen alaotsikoissa (Ikäheimo ym. 2019: 184).

Investointipäätöksen taloudellisessa tarkastelussa tärkeimpiä tekijöitä ovat:

- hankintameno
- nettokassavirta
- investoinnin pitoaika
- jäännösarvo
- laskentakorkokanta.

Hankintamenolla tarkoitetaan investoinnin hankintaan käytettävää taloudellista menoerää, joka voi koostua muun muassa laitteiston hankinnasta tai asennuksesta, henkilökunnan koulutuksesta, kiinteistön rakentamisesta, it-järjestelmästä, laitteiston käynnistämisestä ja muista liitännäisinvestoinneista. Yrityksen on tärkeää tunnistaa investoinnin hankintaan liittyvät kaikki kustannukset, jotta yllätyksiltä vältyttäisiin. Hankintaan sidotun pääoman tarkoituksena on tuoda positiivista kassavirtaa yritykselle pitkän aikaa (Ikäheimo ym. 2019: 181).

Vuotuinen nettokassavirta muodostuu kassatulojen ja menojen erotuksesta, jotka toteutuvat investoinnin tuotantovaiheessa. Kassatuloja muodostuu tuotteiden myynnistä tai uuden hankinnan aikaansaamista kustannussäästöistä, kun taas menoja voivat aiheuttaa raaka-aineet, polttoaineet, henkilöstön palkkamenot ja laitteiston korjaus- ja huoltomenot (Ikäheimo ym. 2019: 181).

Aikaa, jolloin investointi tuottaa yritykselle nettotuottoja, kutsutaan investoinnin pitoajaksi. Pitoaikaan vaikuttavat monet seikat, kuten laitteiston fyysinen, taloudellinen, sekä tekninen ikä. Laitteiston fyysinen ikä kattaa ajanjakson, jolloin laitteisto on käyttökelpoinen hankittuun tarkoitukseen. Taloudellinen pitoaika puolestaan kertoo ajanjakson, jolloin laitteiston toiminta tuottaa yritykselle taloudellisesti parhaimman

hyödyn. Tekninen pitoaika määrittää, kuinka pitkään laitteisto on teknisesti riittävä nykytuotantotoimintaan. Usein yrityksissä määritellään etukäteen investointien pito- ja laskenta-aika (Ikäheimo ym. 2019: 182).

Jäännösarvo on investoinnin myyntiarvo pitoajan jälkeen. Investoinnin jäännösarvoa on vaikea arvioida, joten usein investoinnin oletetaan olevan arvoton tai joissakin tapauksissa jopa negatiivinen. Negatiivinen jäännösarvo pitää sisällään kustannukset, joita aiheutuu esimerkiksi laitteiston poistosta (Ikäheimo ym. 2019: 182).

Korko tarkoittaa korvausta vieraan rahan käyttöön saamisesta. Kun eri investointivaihtoehtojen kannattavuutta arvioidaan, vertaillaan silloin laskentakorkokantaa. Suunnitelluille investoinneille asetetaan korkokanta, jota voidaan pitää investoinnin tuottovaatimuksena. Investoinnin tuottovaatimus on sekä sidoksissa yrityksen rahoitusrakenteeseen eli kuinka paljon yrityksellä on omaa tai vierasta pääomaa että investoinnin riskeihin. Mikäli investointiin liittyy epävarmuutta tai investointiin käytetään kallista rahoitusmuotoa, täytyy tuoton olla suurempi (Ikäheimo ym. 2019: 182).

5.1 Nettonykyarvomenetelmä

Nettonykyarvomenetelmässä investoinnin kaikki tuotot ja kustannukset diskontataan valitulla laskentakorkokannalla investoinnin alkuhetkeen, jolloin saadaan tietää investoinnin nykyarvo. Mikäli investoinnin nykyarvo on positiivinen, investointi on kannattavaa. Vertailtaessa eri investointivaihtoehtoja kannattavin on se, jonka nykyarvo on suurin ja johon liittyy vähiten epävarmuutta. Mitä pidemmälle ajanjaksolle investointi lasketaan, sen epävarmempaa on tuottojen ja kustannusten ennustaminen. (Haverila ym. 2005: 202.)

5.2 Sisäisen koron menetelmä

Sisäisen koron menetelmän avulla saadaan selville, kuinka paljon investointi tuottaa sijoitetulle pääomalle. Sisäinen korkokanta kertoo sen korkokannan, jolla investoinnin nettonykyarvo on nolla. (Haverila ym. 2005: 204.) Mikäli sisäinen korkokanta on

suurempi kuin tuottovaatimus, investointi on kannattava, ja vastaavasti kannattavin investointi on se, jossa sisäinen korkokanta on suurin (Ikäheimo ym. 2019: 185).

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{\text{kassavirta}}{(1 + \text{IRR})^t} + \frac{\text{jäännösarvo}}{(1 + \text{IRR})^n} - \text{hankintameno}$$

Kuva 10. Sisäisen koron laskentakaava (Ikäheimo ym. 2019: 185).

5.3 Annuiteettimenetelmä

Annuiteettimenetelmässä investoinnin hankintameno jaetaan tasasuuruiseksi eriksi pitoaikaa vastaaville vuosille huomioidaan laskentakorkokanta. Investointi on kannattavaa, mikäli vuotuiset nettotuotot ovat suuremmat kuin vuotuiset pääomakustannukset (Haverila ym. 2005: 203).

5.4 Takaisinmaksuaikamenetelmä

Takaisinmaksuaikamenetelmä kertoo, kuinka monen vuoden päästä investointi maksaa itsensä takaisin. Toisin sanoen, milloin investoinnin kumulatiivinen nettotuotto on yhtä suuri kuin hankintahinta. Mitä nopeammin investointi maksaa itsensä takaisin, sitä parempi investointi on (Ikäheimo ym. 2019: 183).

$$\text{takaisinmaksuaika: } \sum_{t=1}^n \text{nettokassavirrat} - \text{investoinnin kustannus} = 0$$

Kuva 11. Takaisinmaksuajan laskentakaava (Ikäheimo ym. 2019: 183).

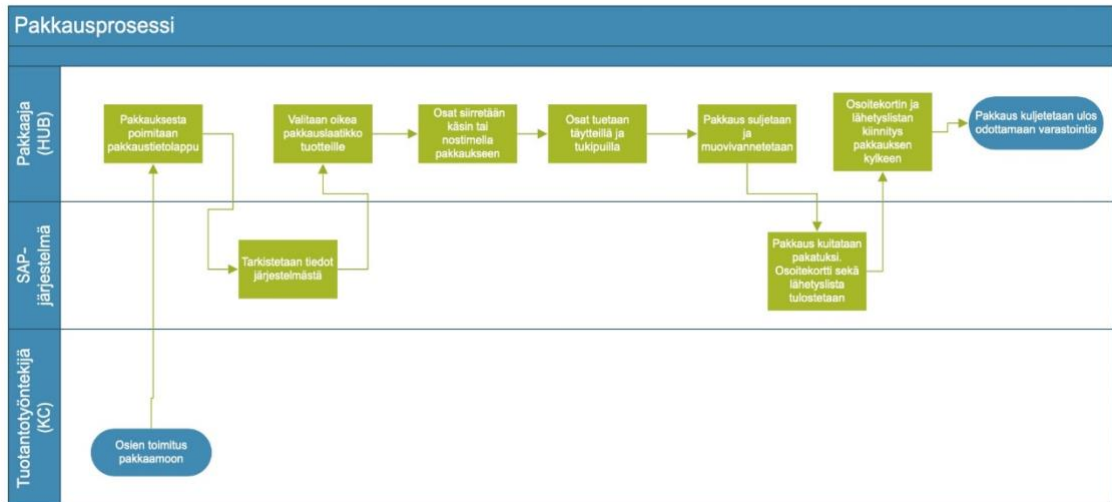
5.5 Herkkyysanalyysi

Investointeihin liittyy aina epävarmuutta, sillä investoinnin kannattavuuden laskentatiedot pohjautuvat melko usein ennusteisiin ja eikä tulevaisuudesta voida varmuudella tietää. Investointeihin liittyvä epävarmuus pyritään tunnistamaan ennakkoidusti ennen varsinaista investointipäätöstä, sillä investointiprojekteilla on yrityksiin iso taloudellinen merkitys. Epävarmuuden analysointiin käytetään ensimmäisessä vaiheessa yleensä herkkyysanalyysia, jolla selvitetään, mikä vaikutus investoinnin komponenttien muutoksilla on taloudelliseen kannattavuuteen. Herkkyysanalyysin tekijöitä muuttamalla voidaan tunnistaa ne tekijät, joiden merkitys on joko suuri tai vähäinen kannattavuuden kannalta (Haverila ym. 2005: 206). Esimerkiksi nettotuottojen 5 %:n arviointivirhe voi vaikuttaa suuresti investointiin, kun taas investoinnin pitoajan muuttuessa kannattavuus ei merkittävästi laske.

6 Lähtötilanteen selvitys

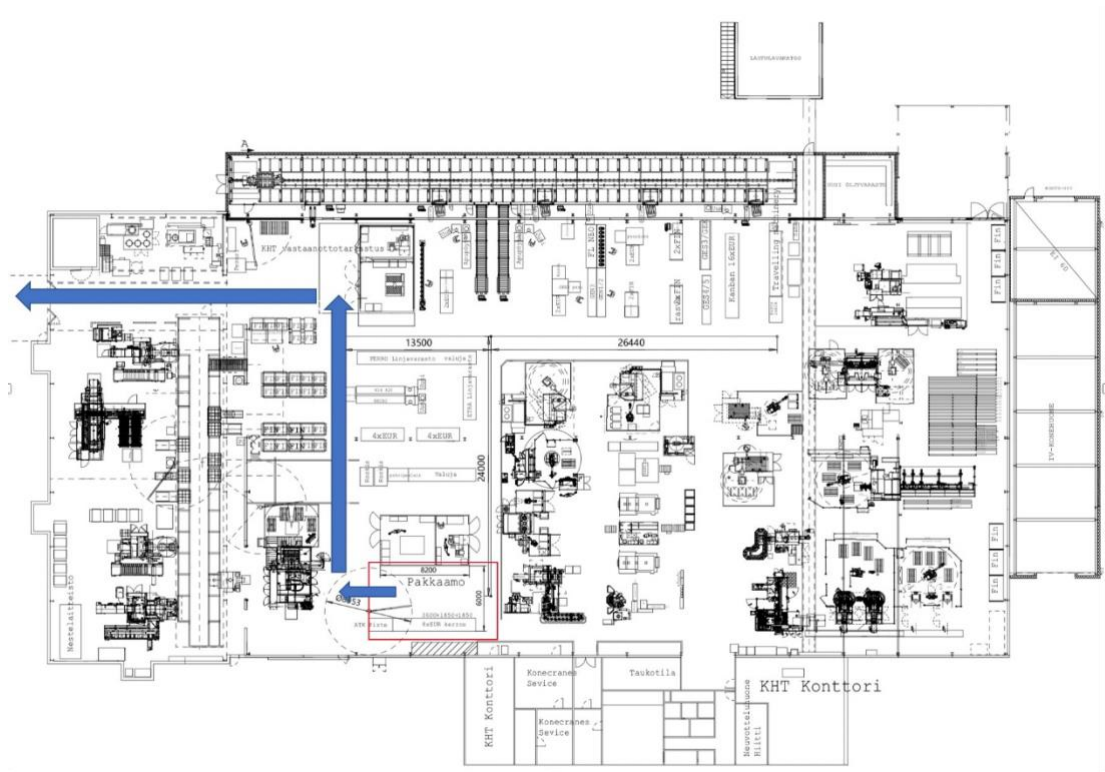
6.1 Nykytoiminnan esittely KHT-pakkaamo

Konecranesin Hämeenlinnan tehtaan KHT-pakkaamossa pakataan HUB:n toimesta vaihteistoja, moottoreita ja kehiä kuljetusta varten. Pakkaamossa työskennellään kahdessa vuorossa arkisin porrastetusti kahden henkilön voimin kello 06.00–16.00 välisenä aikana. Pakkausprosessi alkaa siitä, kun tuotantohallista valmistuvat osat tuodaan pakkaamoon tuotantolavoissa joko Konecranesin tai tiettyjen osien osalta HUB:n työntekijöiden toimesta. Osien saavuttua työpisteelle pyritään ne pakkaamaan tulojärjestyksessä, mikäli työtilanne sen sallii. Osille valitaan tilaukseen sopiva pakkaus, joko lava tai pahvilaatikko, joihin osat siirretään käsin tai nostinta hyväksi käyttäen. Tämän jälkeen osat tuetaan suojamateriaalilla pakataan lähtövalmiiksi ja kuitataan Konecranesin SAP-toiminnanohjausjärjestelmään. Lähtövalmiit pakkaukset siirretään ulkokatoksen kautta varastoon, josta ne toimitetaan asiakkaille ympäri maailmaa joko lento-, meri- tai maantiekuljetuksena. Kuvassa 12 on esimerkki KHT-pakkaamon pakkausprosessista yleisellä tasolla kuvattuna.



Kuva 12. Esimerkki KHT:n pakkausprosessista.

Pakkaamolle on varattu KHT-tuotantohallista noin 50 m² alue, Pakkaamon sijainti näkyy layoutpiirroksessa punaisella kuvassa 13. Tila on tällä hetkellä suhteellisen järjestelemätön, eikä pakkaamossa ole merkittäviä paikkoja tuotantolavojen jättämistä tai pahvilaatikoiden valmistelua ja pakkaamista varten.



Kuva 13. KHT-tuotantohallin layout. Valmiiden koolien kuljetusmatka pakkaamosta ulkokatokseen.

Kuvassa 14 näkyy pakkaamo ja sen keskeiset osat. Tilassa on itserakennettu apupöytä tuotantolavojen pakkaamista varten, mikä koostuu kolmesta päällekkäin pinotusta eurolavasta. Pakkaamon isosta kuormalavahyllystä löytyy pakkaustarvikkeita kuten pahvilaatikoita, tukipuita, vanerilevyjä ja lavakauluksia. Toisinaan tilaan tuodaan isoja määriä pakkausmateriaaleja, jolloin tarvikkeet jätetään kuormalavahyllyn lisäksi tarvittaessa lattiatasoon sinne, missä tilaa kulloinkin on.



Kuva 14. Pakkaamon lattialla on valmiiksi pakattuja pahvilaatikoita, jotka odottavat siirtoa ulkokatokseen. Pakkausmateriaaleja on pinottu seinustalle.

Pakkaamon lattiapinta-ala täyttyy päivän mittaan tuotantohallista tuoduista tuotantolavoista sekä esivalmistelluista ja pakatuista pahvilaatikoista ja -lavoista. Valmiit kollit siirretään pakkaamosta trukilla läpi tuotantohallin ulkokatokseen varastointia varten. Kuvassa 13 on havainnollistettu sinisillä nuolilla trukilla ajettava matka pakkaamosta ulkokatokseen.

6.2 Menetelmät ja tutkimuksen suorittaminen

Aloitin työhön perehtymisen suorittamalla HUB Logisticsin järjestämän MOST-koulutuksen yrityksen pääkonttorissa Vantaan Hakkilassa. Koulutuksen jälkeen tutkimustyö aloitettiin tammikuun alussa 2020, jolloin sovittiin toimipisteen yksikön päällikön kanssa kehittämistyön kulusta ja valmisteltiin karkea työntutkimuksen toteutussuunnitelma.

Nykytilan kartoitus tehtiin pakkaamoon tammikuussa tutustumalla työtilaan ja pakkausprosesseihin. Kartoituksen aikana aineistoa kerättiin suoran ja teknisen havainnoinnin, haastatteluiden ja MOST-liikeaikatutkimuksen avulla. Havainnointi tapahtui luonnollisessa ympäristössä oikeiden työtilanteiden kautta, ja aineistoa kerättiin strukturoimattomasti.

Haastatteluissa käytettiin strukturoimatonta haastattelua eli vapaata keskustelua työstä. Työntekijöiden kanssa keskusteltiin pakkaamossa havaituista ongelma- sekä kehittämiskohteista ja haastattelut suoritettiin työn lomassa ilman tarkempaa kysymyspatteristoa. Haastateltavina oli neljä pakkaamon työntekijää, ja haastateltavat valikoituivat sen mukaan, kuka työntekijöistä oli työvuorossa niinä päivinä, kun havainnointia suoritettiin.

Tutkimuksen yksi keskeisistä tehtävistä oli tehdä uudet MOST-analysit eri pakkausprosesseista. Ennen uusien MOST-analysien suorittamista perehdyttiin aikaisempiin analyysihin, jotka oli toteutettu pakkaamossa pari vuotta aikaisemmin. Edellisiin MOST-analyysihin tutustuminen ennen uusien tekemistä helpotti analyysin

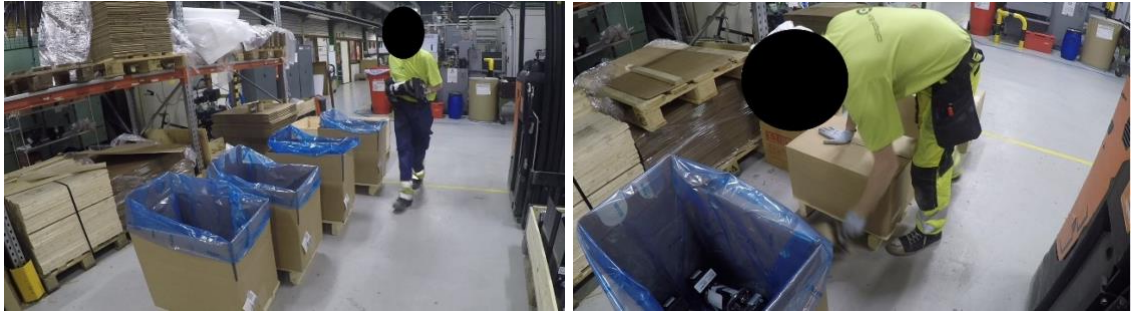
tekoa, sillä vanhoja MOST-pohjia hyödynnettiin tutkimuksessa. Pakkausprosessien taltioiminen aloitettiin, kun työntekijöiltä saatiin lupa videokuvaamiseen. Kuvaukset toteutettiin useampana eri päivänä, jolloin voitiin kuvata kaikki variaatiot pakkausprosesseista. Kuvauksiin osallistui yhteensä kolme työntekijää. Ilman videointia tutkimuksen suorittaminen olisi ollut käytännössä mahdotonta, koska pelkän havainnoinnin avulla kaikkea ei ehdi kirjaamaan samassa hetkessä ylös muistiin. Videoinnin avulla pystyttiin myös palaamaan työvaiheisiin jälkikäteen ja hyväksikäyttämään niitä kehityskohteiden löytämisessä.

Aineiston keruun jälkeen aloitettiin MOST-analyyysien teko taltioitujen videoiden pohjalta. MOST-analyysejä tehtiin yhteensä 11 kappaletta ja niiden tekoon käytettiin Microsoft Excel -taulukkolaskelmaohjelmaa. Liitteessä 2 on esimerkki käytetystä MOST-analyyysipohjasta. Analyyysien valmistuttua ne tarkastettiin havainnoimalla työtä vielä pakkaamossa sekä käymällä analyyisit läpi pakkaamon työntekijän ja yksikön päällikön kanssa. Tutkimuksessa käytetty MOST-menetelmä valikoitui toimeksiantajan mukaan, sillä menetelmää on käytetty laajalti heidän monissa toimipisteissä osana työntutkimusta.

6.3 Tutkimuksen havainnot

Tutkimusaineistosta saatiin selville, että ergonomian kannalta suurimmaksi ongelmaksi muodostuvat jatkuvat nostot pakkaustyössä sekä työntekijöiden työasennot. Pakkaajilla tulee työssä paljon kumartumista ja nostamista, joka rasittaa työntekijöiden selkää. Nostettavat osat painavat 15–20 kg ja osia nostetaan päivässä 40-60 kertaa, jolloin hyvän nostoasennon merkitys korostuu. Tällä hetkellä nostot tehdään kuitenkin osittain hankalista asennoista ja noston aikana saattaa tulla pitkiä siirtymisiä. Lisäksi pahvilaatikoita esivalmistellaan ja pakataan valmiiksi lattiatasossa, jolloin työasentoa ei ole mahdollista säätää työntekijälle sopivaksi.

Haastatteluista saatu tieto työntekijöiltä tuki havaintoja. Suurimmaksi haasteeksi työntekijät kokivat myös jatkuvat nostot työssä sekä huonot työ- ja nostoasennot pakkausprosessien aikana. Työpäivän aikana nostoja tulee niin paljon, että työntekijät tuntevat rasituksen selässään työpäivän päättyessä.



Kuva 15. Pakkaamon työntekijän nosto- ja pakkausasento.

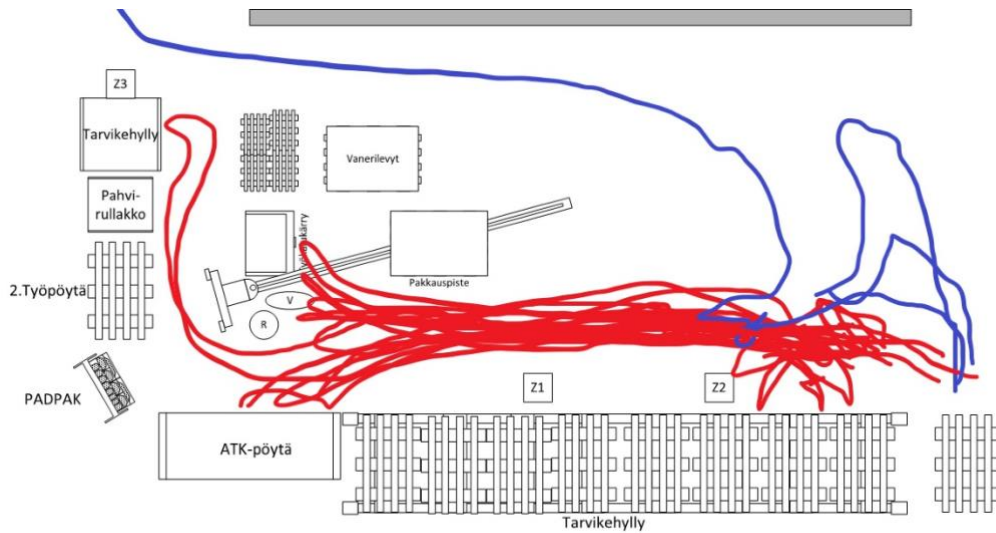
MOST-liikeaikatutkimuksissa keskeisenä kehityskohteena havaittiin, että työntekijöille tulee työssä paljon turhaa kävelyä ja trukilla ajoa. Tämä johtuu osaltaan siitä, että työvälineitä ja materiaaleja haetaan eri paikoista, jotka sijaitsevat kaukana työntekopaikalta. Pakkauspisteet elävät tilanteiden mukana, joten materiaalien sijoittelu ottoetäisyyksille on haastavaa.

Toinen huomionarvoinen asia on työpisteen epäjärjestys. Nykylayoutissa tuotantolavoille ei ole merkittyä jättöpaikkaa, mikä aiheuttaa sen, että tuotannosta tulevat tuotantolavat jätetään sinne, missä tilaa on. Tästä syystä pakkaamo tukkiutuu jo muutaman tuotantolavan jälkeen pahasti ja lavoja joudutaan uudelleenjärjestelemään jatkuvasti, johon kuluu huomattavasti pakkaajien työaikaa. Pakkaamoon syntyy samalla tilanpuutetta, joka hankaloittaa ja hidastaa työntekoa ja näin ollen lisää arvoa tuottamatonta työtä. Myöskään FIFO-periaatteen noudattaminen ei ole mahdollista tilanteessa, jossa tuotantolavojen tulojärjestys ei ole selvä.

Työpisteen epäjärjestystä aiheuttaa myös esimerkiksi pakkausmateriaalien varastoiminen lattiatasoon. Tilatut eräkoot ovat suuria, joka aiheuttaa sen, etteivät kaikki saapuvat pakkausmateriaalit mahdu kuormalavahyllyn. Tällöin materiaalien järjestys vaihtelee työpisteellä aika ajoittain, mikä osaltaan hidastaa pakkausprosesseja ja lisää tilan ahtautta sekä sekavuutta. Lisäksi työpisteelle on kertynyt paljon tavaraa, joita käytetään harvoin tai ei enää ollenkaan.

Erityisen selvästi nämä havaitut kehityskohteet saatiin näkyväksi piirrettyssä spaghettidiagrammissa, kuva 16, johon on merkitty punaisella työntekijän kävely ja sinisellä trukilla ajo pahvilaatikon pakkaamisen aikana. Spaghettidiagrammista näkee

visuaalisesti sen, että työntekijöille tulee paljon kävelyä hakiessa työvälineitä työpisteelle, ja tavaroita haetaan pitkien etäisyyksien takaa. Kuvassa ei näy lavan siirtoa pakkauspisteeltä ulkokatokseen. MOST-analysien tuloksissa on nähtävissä, että pakkaajilla kuluu lisäksi merkittävä aika kollojen kuljetukseen ulkokatokselle, sillä trukilla ajettava matka pakkaamosta sinne on suhteellisen pitkä niin kuin kuvasta 14 myös käy ilmi.



Kuva 16. Nykytila spaghettidiagrammi pahvilaatikon pakkaamisen osalta.

Havainnoinnin kautta kävi ilmi, että työntekijöiden työtavat eroavat tällä hetkellä toisistaan, vaikka itse pakkaaminen tapahtuu pääsääntöisesti työohjeiden mukaan. Nykyiset tilaratkaisut mahdollistavat työvaiheiden toteuttamisen monella eri tapaa, ja ruuhkatilanteet osaltaan aiheuttavat sen, ettei yhteistä toimintatapaa voida ylläpitää, vaan työntekijät joutuvat ratkaisemaan työtilanteet oman harkinnan mukaan. Tämä kehityskohde nousi esille myös haastatteluista, sillä työntekijät toivoivat pakkauspisteen työn sujuvoittamista ja selkeitä työpisteitä pakkaamoon.

Tarkasteluhetkellä kapulan eli tiedonkeruulaitteen toimivuudessa havaittiin ongelmia. Tiedonkeruulaitteen ongelmista ei ollut tarkkaa tietoa, mistä ne johtuivat, mutta todennäköisesti häiriöitä aiheuttavat tiedonkeruunlaitteen yhteysongelmat. Esiintyvät häiriötilanteet johtavat myös osaltaan siihen, että työntekijöille tulee ylimääräistä liikkumista pahvilaatikoiden esivalmistelupisteeltä koneelle niissä tapauksissa, kun

tiedonkeruulaiteessa ilmenee ongelmia eikä sitä voida käyttää. Kuvasta 17 näkee lisäksi, että päätepöytä on epäkäytännöllisen suuri käyttötarkoitukseensa nähden ja siihen kerääntyy ylimääräistä sekä turhaa tavaraa.



Kuva 17. Pakkaamon päätepöytä.

Lisäksi kuormalavahyllyyn pystytään varastoimaan suuria määriä materiaaleja, mikä aiheuttaa sen, että pakkaamoon kertyy myös tarpeetonta tavaraa. Kuormalavahyllyssä ei ole myöskään merkintöjä tai ennalta sovittua järjestystä, joka osaltaan aiheuttaa työpisteen epäjärjestystä. Kuormalavahyllyn materiaalien hyllyttäminen ja nouto tapahtuvat sähkötrukilla, mikä aiheuttaa ylimääräistä työtä pakkaajille tilanteissa, joissa pakkauksia joudutaan siirtämään trukin tieltä pois. Turvallisuushuomiona on myös se, että Työterveyslaitoksen ohjeissa mainitaan, että trukki liikenteelle tulee varata riittävä turvaväli työntekijän ja trukin välillä, joka ei nyt toteudu, kun pisteellä työskentelee kaksi ihmistä.



Kuva 18. Pakkaamon kuormalavahylly.

7 Ratkaisuehdotukset

Tutkimuksessa esiin tulleiden havaintojen pohjalta työssä lähdettiin suunnittelemaan uudenlaista layoutia pakkaamoon, jonka avulla havaitut ongelma- ja kehittämiskohteet saataisiin korjattua ja asetettuihin tavoitteisiin voitaisiin päästä. Pitkät työvälineiden ja tavaroiden haku- ja palauttamismatkat kuluttavat tällä hetkellä huomattavasti työaikaa, joten uudessa layoutissa tarvikkeiden, tavaroiden ja työpisteiden järkevä sijoittelu tulee olemaan tärkeässä roolissa. Samalla kiinnitetään huomiota erityisesti myös työasentoihin ja pyritään ratkaisemaan ergonomian ongelmakohtia uusilla työpisteillä.

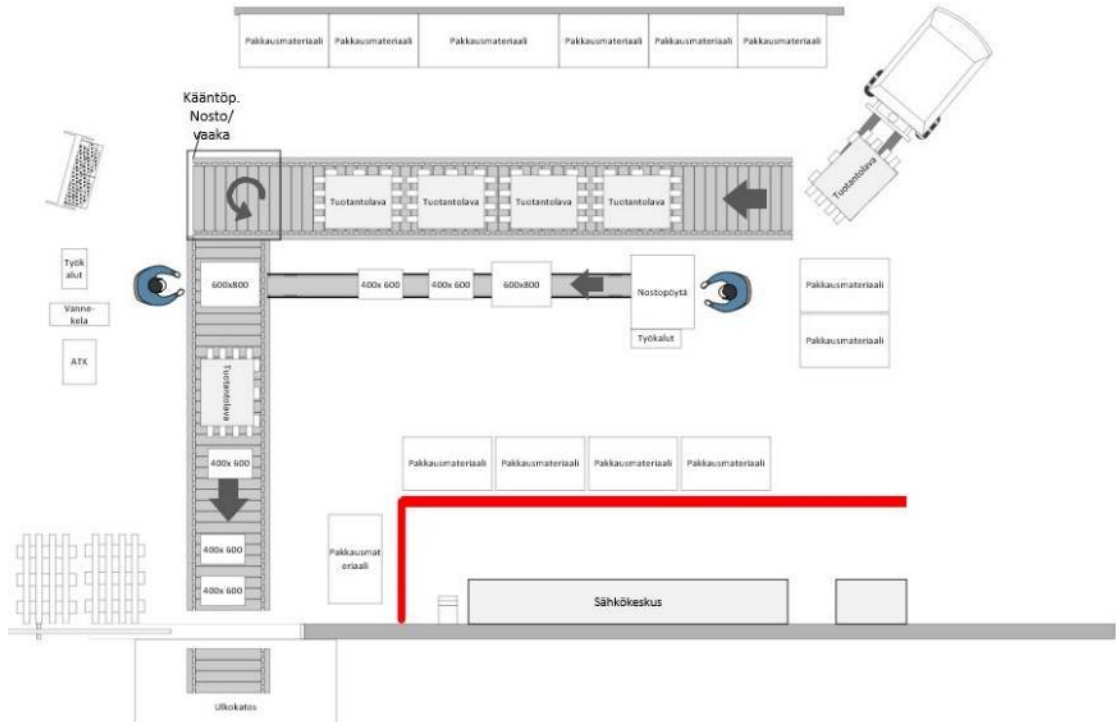
7.1 Layoutsuunnittelu

Kun aineistonkeruun kautta saadut tulokset olivat analysoitu ja käyty yhdessä läpi, työssä päästiin siirtymään uuden layoutin suunnitteluvaiheeseen. HUB:lla ei ollut käytössä pohjapiirustuksiin soveltuvia Cad-ohjelmia, joten työssä hyödynnettiin Microsoft Visiota luonnostelmien piirtämisessä.

Aluksi luonnosteltiin useita erilaisia pohjaratkaisuja tilaan, joissa pyrittiin miettimään teoriapohjaa hyväksi käyttäen ratkaisuja työn tehostamiseksi ja sujuvan materiaalivirtauksen toteuttamiseksi. Koko suunnittelutyön aikana pidettiin mielessä

myös työntekijöiden kommentit, mitä saatiin haastatteluiden aikana. Tavoitteena oli suunnittelun alusta asti saada tila trukittomaksi, sillä niin kuin tuloksista kävi ilmi, tällä hetkellä tilassa tulee paljon turhaa trukilla ajoa ja lavojen siirtelyä sekä trukilla ajo pienessä tilassa on turvallisuusriski. Uudessa layoutissa piti kuitenkin huomioida se, että toimeksiantaja halusi jättää kuormalavahyllyn tilaan. Kuormalavahyllyn mukaan ottaminen uuteen layoutiin muodostui ongelmalliseksi, sillä hyllyn eteen tulee varata reilusti tilaa trukilla ajoa varten, joka vie muuta työskentelyalaa pakkaamosta. Projektin aikana tultiin lopulta kuitenkin siihen tulokseen, että kuormalavahylly voidaan siirtää pakkaamosta pois muualle. Hyllyn poisjättäminen layoutista antoi suunnittelutyöhön uusia mahdollisuuksia ja oikeastaan mahdollisti toimivan layoutin toteuttamisen tilaan, sillä pieni tila ei yksinkertaisesti riitä toimimaan sekä pakkaamona että pakkausmateriaalien varastona.

Kun tilaluonnostelma alkoi löytämään muotonsa, kävimme yksikön päällikön ja työntekijöiden kanssa läpi alustavia layoutluonnostelmia. Saatujen kommenttien pohjalta hahmotelmaa lähdettiin jatkojalostamaan pidemmälle ja valmistautumaan esittelemään nykytilahavainnot ja ratkaisuehdotukset HUB:n päälliköille. Päälliköiden kanssa käytyjen keskustelujen myötä layout suunnittelutyö lähti kohti isompaa muutosta, joka tulisi vaatimaan tuntuvia investointeja pakkaamoon ja tekisi tilasta modernin. Layout suunnitteluun tuli mukaan vielä Konecranesin puolelta tullut ehdotus, että pakkaamoon tehtäisiin uusi oviaukko pakkaamon vierestä ulos, josta uuden layoutin mukaiset kuljettimet veisivät valmiit kollit suoraan ulos ulkotrukin noudettavaksi. Näiden linjavetojen myötä layoutpohjaa lähdettiin jatkojalostamaan lopulliseen muotoonsa.



Kuva 19. Kuva hyväksytystä suuntaa antavasta layout luonnostelmasta.

Suunnittelutyön aikana kiinnitettiin huomiota siihen, että uudessa layoutissa saadaan minimoitua hukkaa, jota syntyy turhasta työntekijöiden liikkumisesta sekä materiaalien ja tuotteiden turhasta edestakaisesta siirtelystä. Tavoitteena oli saada selkeä materiaalivirta. Layoutissa ei tule enää lavojen ja pahvilaatikoiden siirtelyä trukilla, sillä tuotantolavat nostetaan suoraan kuljettimelle, jonka jälkeen kaikki lavojen ja pahvilaatikoiden siirtely tapahtuu rullaratoja pitkin, pakkaamosta ulos asti. Tämä muutos tulee virtaviivaistamaan koko pakkausprosessia. Ylimääräistä kävelyä pyrittiin vähentämään myös ottamalla käyttöön pakkaamossa pienemmät materiaalivarastot ja sijoittamalla tarvittavat työvälineet ja materiaalit mahdollisimman lähelle työpisteitä. Kuormalavahylly on siirretty pois tilasta, jolloin työpisteellä ei enää varastoida suuria määriä pakkausmateriaaleja.

Työergonomia paranee uudessa layoutissa, kun pahvilaatikoiden esivalmistelu voidaan tehdä nostopöydän avulla säädetyllä työkorkeudella ja kuljettimet asennetaan optimaaliseen työskentelykorkeuteen. Kääntöpöydässä on myös pystysuuntainen säätömahdollisuus, joka tulee parantamaan työasentoa. Lisäksi uudessa layoutissa pakkaajien nostomatkat lyhenevät. Työntekijöiden turvallisuuteen on myös kiinnitetty

huomiota tekemällä tilasta trukiton. Kiinteät kuljettimet ohjaavat myös pakkausprosessia ja pakkaamoon saadaan selkeät työpisteet, joita on kaivattu. Tämän myötä työn vakioiminen helpottuu, ja työntekijöille tulee mahdollisuus jatkokehittää omaa työtä, joka lisää työtyytyväisyyttä.

Pakkaamoon tehdään ehdotuksen mukaan uusi oviaukko ulos, mistä lavat ja pahvilaatikot siirtyvät ulkokatokseen noudettavaksi, jolloin valmiita kolleja ei enää tarvitse viedä pakkaamosta trukilla. Yhtenä ajatuksena oli myös vaihtaa puominostin uuteen siltaketjunostimeen, jolloin lattiapinta-alaa saatiin muuhun käyttöön. Uuden layoutin myötä tiedonkeruulaitteen käytöstä voidaan luopua, koska päätepiste tulee olemaan aina pakkaustilanteessa lähellä pakkaajaa ja siten se jää tarpeettomaksi.

7.1.1 Ratkaisuehdotuksien tulokset

Layoutluonnostelman valmistuttua toteutettiin uudet MOST-analyysit. Uusien MOST-analyysien avulla haluttiin selvittää, miten paljon työaika säästyy muutoksien myötä ja olisiko layoutissa vielä jotain elementtejä, mitä kannattaisi muuttaa tai jättää pois. Tällä kertaa analyysit tehtiin simulointia hyväksikäyttäen eli pyrittiin jäljittelemään, miten työvaiheet toteutettaisiin todellisuudessa uudessa layoutissa.

Uusien MOST-analyysien valmistuttua saatuja tuloksia verrattiin tutkimuksen alussa tehtyihin MOST-tuloksiin. Tuloksia tarkasteltiin siirtymiseen osalta, eli kuinka paljon kulkemista saatiin vähennettyä uudessa layoutissa verrattuna vanhaan, ja ergonomian osalta, eli pystyttiinkö kumartumisia vähentämään muutoksen myötä. Ero oli huomattava, sillä MOST-analyysien mukaan uudessa layoutissa siirtyminen vähenee yhteensä 49 % ja kumartuminen yhteensä 12 %, luvut on laskettu painotetulla keskiarvolla. Liitteenä 3 taulukko, jossa on yhteenveto uuden ja vanhan layoutin kävely sekä kumartumisen osalta.

Huomionarvoista on se, että MOST-analyysien tuloksissa ei näy kokonaisuhyötyä, mitä ergonomian paranemisen osalta saavutetaan. Uuden layoutin myötä työasennot paranevat työpisteellä huomattavasti nostopöydän ja kuljettimien myötä, jolloin työntekijöiden ei tarvitse työskennellä enää lattiatasossa ja nostosuoritukset lyhenevät.

Uuden layoutin myötä pakkausprosessia pystyttiin virtaviivaistamaan ja poistamaan siitä useita työvaiheen osia pois, kuten valmiiden kollien kuljetus ulkokatokseen ja lavojen punnitus ennen ulkokatokseen vientiä, joka toi osaltaan merkittäviä aikasäästöjä. MOST-analyysien tuloksista laskettiin lopuksi saavutettava aikasäästö päivätasolla vanhaan layoutiin verrattuna, jonka jälkeen pystyttiin laskemaan kustannussäästö transaktioiden osalta. Työaikasäästöä kertyi päivässä 36 %, jonka laskettiin tuovan vuositasolla tuntuvia kustannussäästöjä.

Uudet spaghettidiagrammit toteutettiin MOST-analyysien pohjalta eniten menevien pakkauksien osalta. Spaghettidiagrammi vahvistaa saman tuloksen, mikä oli nähtävissä myös MOST-analyyseistä; siirtyminen ja turha kulkeminen työpisteellä vähenevät huomattavasti uuden layoutin myötä, kun pakkaamon tilasta saadaan trukiton ja työvälit on sijoitettu lähemmäs pakkauspistettä.

7.1.2 Uuden layoutin kannattavuus

Ratkaisuehdotuksien tulokset esiteltiin HUB:n päälliköille ja niihin oltiin tyytyväisiä. Projektissa voitiin edetä tarjouspyynnön laatimiseen ja toimittajayhteydenottoihin. Tarjouspyynnössä esiteltiin pakkaamon nyky- ja tavoitetila. Toimittajille annettiin uusi layoutluonnostelma ja kuvaus uuden layoutin mukaisesta prosessinkulusta sekä alustavat tiedot tarvittavista kuljettimista ja nostopöydästä. Uuden layoutin mukaisesta kuljetinjärjestelmähankinnasta jätettiin tarjouspyyntö viidelle alan yritykselle. Toimittajayritykset valikoituivat HUB:n aikaisempien yhteiskumppaneiden ja tehtyjen yritysselvittelyjen kautta. Toimittajien kanssa käytiin läpi yksityiskohtia ja mahdollisia teknisiä ratkaisuja sähköpostitse ja puhelimitse ennen tarjouksien jättämistä. Tarjouksen jätti lopulta määräaikaan mennessä kolme yritystä. Tarjoukset ja niihin perustuvat investointilaskelmat käytiin työn lopussa läpi toimeksiantajan kanssa, jonka jälkeen mahdolliset hankinnat ja jatkotoimenpiteet jäävät HUB:lle.

7.2 Investoinnin kannattavuus

Saatuamme toimittajilta alustavat tarjoukset työssä selvitettiin, miten kannattava investointi on. Tarjousten perusteella hankinnalle laskettiin hinta uuden layoutin osalta.

Itse tarjoukset ovat salassa pidettäviä, joten niitä ei tässä työssä esitellä. Laskelmat tehtiin käyttäen toimittajaehdokkaiden kuljetinjärjestelmätarjouksia ja työn aikana selvitettyjä kustannusarvioita tarvittavien lisätöiden ja kalusteiden osalta. Laskelmista selvisi, että kaksi tarjousta kolmesta oli kannattavia. Toimittajien tarkempi arviointi ja valinta jäävät toimeksiantajan tehtäväksi, mikäli hankinnassa edetään.

Investoinnin kannattavuutta arvioitiin yleisesti käytössä olevien investointilaskelmien perusteella hyödyntäen Microsoft Excel -taulukkolaskelmaohjelmaa. Salaisten hintatietojen vuoksi esittelen suuntaa antavasti ja esimerkinomaisesti yhden toimittajan osalta yhteenvedon investointilaskelmista taulukossa 2.

Taulukko 2. Yhteenvedo yhden tarjouksen investointilaskelmista.

Laskentamenetelmä	Tulos	Johtopäätös
Nettonykyarvo	21 445€	Kannattava
Sisäinen korkokanta	15%	Kannattava
Annuiteetti	3171€	Kannattava
Takaisinmaksuaika	3,3 vuotta	Kannattava

Nettonykyarvomenetelmällä laskettuna hankintameno jää pienemmäksi kuin hankinnan nettonykyarvo, jolloin hankinta on menetelmän mukaan kannattava. Sama johtopäätös saadaan myös sisäisen korkokantamenetelmän kautta, kun sisäinen korkokanta on suurempi kuin yrityksen investointiin käyttämä laskentakorkokanta. Tarkasteltaessa vuorostaan annuiteettimenetelmää huomataan, että tuloannuiteetti on enemmän kuin hankinnan menoannuiteetti, jolloin hankinta on niukasti kannattava. Investointi maksaa itsensä takaisin reilussa kolmessa vuodessa eli aikaisemmin ennen kuin investoinnin määritelty pitoaika päättyy, jolloin investoinnin katsotaan olevan kannattava kaikilla lasketuilla mittareilla.

Osana hankintaa liittyvää epävarmuuden hallintaa tehtiin myös Excelillä herkkyyksianalyysi, jonka avulla voitiin vielä tarkastella, miten lähtöarvojen muutokset vaikuttavat investoinnin kannattavuuteen ja siten saatiin yritykselle lisätietoa mahdollisen

investointipäätöksen tueksi. Herkkyysanalyysin avulla määritellyjä lähtöarvoja muutettiin epäedullisempaan suuntaan ja siten nähtiin, miten eri muuttujat vaikuttavat investoinnin kannattavuuteen.

8 Johtopäätökset

Työn tarkoituksena oli tutkia pakkauspuoleen nykytilaa ja selvittää työntutkimuksen tuloksien pohjalta minkälaisilla muutoksilla voitaisiin löytää ratkaisuja työn tehostamiseen ja ergonomian parantamiseen. Tutkimuksen myötä saatiin päivitettyä pakkaamoon uudet MOST-liikeaikatutkimukset, suunniteltua vaihtoehtoinen layouthahmotelma tilaan ja tietoa minkälaisia hyötyjä uudesta layoutista olisi taloudellisesta ja ergonomisesta näkökulmasta tarkasteltuna. Tutkimus toimi esiselvityksenä pakkaamon kehittämisprojektille ja työn myötä yritys sai konkreettisia tuloksia nykylayoutin liittyvistä haasteista ja layoutmuutoksella saavutettavista aika- ja kustannussäästöistä.

Layoutsuunnittelu on monimutkainen tehtävä. Suunnittelussa tulee huomioida työprosessien tuomat vaatimukset, käyttötarkoitukseen soveltuvat työvälineet, työntekijöiden turvallisuus ja työn mielekkyys sekä toimeksiantajan tavoitteet. Suunnittelutyö vaatii erilaisten ideoiden pallottelua ja uudelleen ajattelua. Ulkopuolisena tutkijana täytyy saada nopeasti käsitys tilassa tehtävästä työstä sekä toimeksiantajan pyrkimyksistä, jotta onnistunut layout voidaan toteuttaa. Pidän tärkeänä pitää kehitystyössä mukana myös työntekijät, sillä he ovat oman työnsä parhaita asiantuntijoita. Tällöin myös muutokseen suhtautuminen on positiivisempaa, kun työntekijät kokevat tullessa kuulluksi. HUB:lla oli hieno huomata, että työntekijät olivat motivoituneita ja halusivat kehittää omaa työtään, joka edesauttoi toimivan layoutratkaisun suunnittelussa. Korona kuitenkin varjosti hieman yhteistyötä työntekijöiden kanssa työn loppuvaiheessa, sillä tehtaalle tuli tiukat rajoitukset ja vierailua tuli välttää, joka osaltaan vaikutti tutkimuksen työnkulkuun.

Mielestäni tutkimus oli onnistunut, sillä toimeksiantaja sai hyödyllistä tietoa pakkaamon nykytilasta ja tutkimuksen aikana saatiin päivitettyä MOST-analyysejä, joiden avulla nähdään osaltaan ongelma- ja kehittämiskohteet. Lisäksi tutkimuksen aikana saatiin

suunniteltua tilaan uusi toimiva layout, joka todettiin eri laskelmien mukaan kannattavaksi. Tutkimuksen aikana saatiin arvioitua, että näinkin iso investointi olisi kannattava toteuttaa, sillä suunnitellut muutokset toisivat huomattavat aikasäästöt. Kaikki tutkimuksen aikana kerätty ja tuotettu materiaali jätetään toimeksiantajan käyttöön alkuperäisissä tiedostomuodoissa, jotta niitä voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti jatkokehityksessä. Kesken tutkimusta kaikille yllätyksenä tullut koronatilanne vaikuttaa varmasti kaikkien yritysten investointeihin tällä hetkellä, mutta kun tilanne normalisoituu ja voidaan keskittyä taas kehittämiseen, niin silloin uskon, että yrityksellä on hyvät lähtökohdat jatkaa tänä keväänä aloitettua kehitystyötä KHT-pakkaamossa.

Suunnitellun kuljetinjärjestelmän avulla on mahdollista parantaa työntekijöiden työasentoja, vakioida työtä ja toteuttaa FIFO-periaatetta. Kuljettimien avulla voidaan optimoida työasennot, ohjata työtä ja varmistua siitä, että ensimmäiseksi saapunut lava tulee aina ensimmäisenä käsiteltyä. Lisäksi selkeä työpiste, missä tarvittavat työvälineet ja materiaalit ovat lähellä, vähentävät merkittävästi turhaa liikkumista ja siten tehostavat työtä. Kuljetinjärjestelmä oli tällöin perusteltua ottaa osaksi uutta layoutia.

Työn avulla yrityksen on helpompi toteuttaa investointipäätöksiä, jos ja kun sinne asti edetään. Ennen niitä näen kuitenkin, että pakkaamon kannattaa tehdä vielä yksityiskohtaisempi suunnitelma toteutettavista muutoksista ja tarkastella kriittisesti, mitkä kaikki muutokset on perusteltua toteuttaa. Vallitseva koronatilanne on vaikuttanut myös kuljetinjärjestelmiä tarjoaviin yrityksiin, joten uusi tarjouskierros tilanteen helpottaessa tuntuu perustellulta ja oikealta ratkaisulta.

9 Jatkokehitys

Näkemykseni mukaan jo pienillä muutoksilla voidaan saada aikaan paljon hyötyjä, jos nyt kuljetinjärjestelmää ei ole mahdollisuutta hankkia epävakaa maailmantilanteen johdosta. Ehdotettu oviaukon toteutus pakkaamosta suoraan ulos edesauttaa yksinään huomattavasti työajan tehostamista perustuen MOST-liikeaikatutkimukseen. Myös esimerkiksi työpisteen järjestyksen ja siisteyden parantamisella voidaan saada aikasäästöjä aikaiseksi ja parannettua työergonomiaa. Kannustaisin tekemään pakkaamossa vielä työpisteprotailuja, joiden kautta pystytään testaamaan erilaisia

ratkaisuja ja mahdollisesti miettimään pienemmän muutoksen toteutusta. Tärkeää on myös huomioida, että jos tilassa lähdetään tekemään muutoksia, isoja tai pieniä, niin ergonomian ja työturvallisuuden huomioiminen muistetaan.

Toiminnan kehittäminen ja tehostaminen vaativat uuden layoutin lisäksi myös uudenlaista ajattelutapaa työhön. Jatkokehityksenä rohkaisisin myös HUB:ia ottamaan vahvemmin Lean-ajattelutavan osaksi johtamista, jolloin päivittäisjohtamisen voisi tuoda osaksi johtamismallia yrityksen jo käytössä olevan jatkuvan parantamisen rinnalle. Riippumatta siitä, miten tästä eteenpäin pakkaamon layoutia kehitetään, pitäisin tärkeänä kehittää työpisteen järjestystä ja siisteyttä esimerkiksi 5S-työkalun avulla, sillä siisteyden ylläpito olisi tavoitetilassa osa jokapäiväistä toimintaa.

Lähteet

Ahokas, P., Tiihonen, J., Neuvonen, J., & Suikki, M 2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. Verkkoaineisto. <
https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/tyomarkkinat_kannustava_palkkaus_palkkaustapoja_tyontutkimuksen_menettelytavat.pdf>. Luettu. 3.3.2020.

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I., & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Tampere. Tammer-paino Oy.

HUB Logistics yritys. 2020. Verkkoaineisto. HUB logistics Oy. <
<https://www.hub.fi/yritys/>>. Luettu 15.2.2020.

HUB Hämeenlinnan toimipiste. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. HUB logistics Oy.

Ikäheimo, S., Malmi, T. & Walden, R. 2019. Yrityksen laskentatoimi. E-kirja. Alma Talent Oy.

KHH Presentation. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Konecranes Oy.

Konecranes tietoa. 2020. Verkkoaineisto. Konecranes Oy.
<<https://www.konecranes.com/fi/tietoa>>. Luettu 20.2.2020.

Launis, Martti & Lehtelä, Jouni. 2011. Ergonomia. Tampere. Tammerprint Oy.

Logistiikan maailma. 2020. Tuotannon layout. Verkkoaineisto.
<<http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>>. Luettu 15.4.2020.

Logistiikan maailma. 2020. Tuotannon kehittäminen. Verkkoaineisto.
<<http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>>. Luettu 1.5.2020.

Modig, Niklas., Åhlström, Pär. 2016. Tätä on lean. Tukholma. Rheologica publishing.

MOST-Koulutusmateriaali. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. HUB logistics OY.

Mäkinen, Pekka. 2010. Basic- MOST menetelmän käyttö hydraulikkasyntereiden kokoonpanoajan määrittämisessä.

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/13006/Makinen_Pekka.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Luettu 3.3.2020.

Peltomäki, Teemu. 2018. Tuotantoprosessin analysointi ja kehitys. Verkkoaineisto.

<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/25826/Peltomäki.pdf?sequence=4&isAllowed=y>>. Luettu 1.3.2020.

Snadisti Tykimmin. 2019. Lean-Opas. Planmeca Group Oy.

Tevä-Helminen, Virpi. 2013. Investointilaskenta ja päätöksenteko. Opetusmoniste. Metropolia Ammattikorkeakoulu.

Työsuojelu.fi. 2015. Nostotyön kuormituksen vähentäminen. Verkkoaineisto.

<<https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fyysinen-kuormitus/nostot-kasin/vahentaminen>>
Luettu 15.4.2020.

Työterveyslaitos. 2012. Teolliset tilat muutoksessa. Verkkodokumentti.

<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/131615/teolliset_tilat_muutoksessa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Luettu 28.2.2020.

Kuva 1 KHH Presentation. 2019. Konecranes Oy. Yritysesite.

Kuva 2 KHH Presentation. 2019. Konecranes Oy. Yritysesite.

Kuva 3

https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/Käsin_tehtävät_nostot_ja_siirrot_työssä_TSO_23_2014.pdf/88c24e48-bf5d-456f-bcf4-073d177bdd6a.

Kuva 4 <https://www.leanlion.com/miksi-lean>

Kuva 5 <https://www.allaboutlean.com/spaghetti-diagrams/>

Kuva 6 Muokattu HUB logistics Oy MOST- koulutusmateriaalista

Kuva 7 MOST-koulutusmateriaali

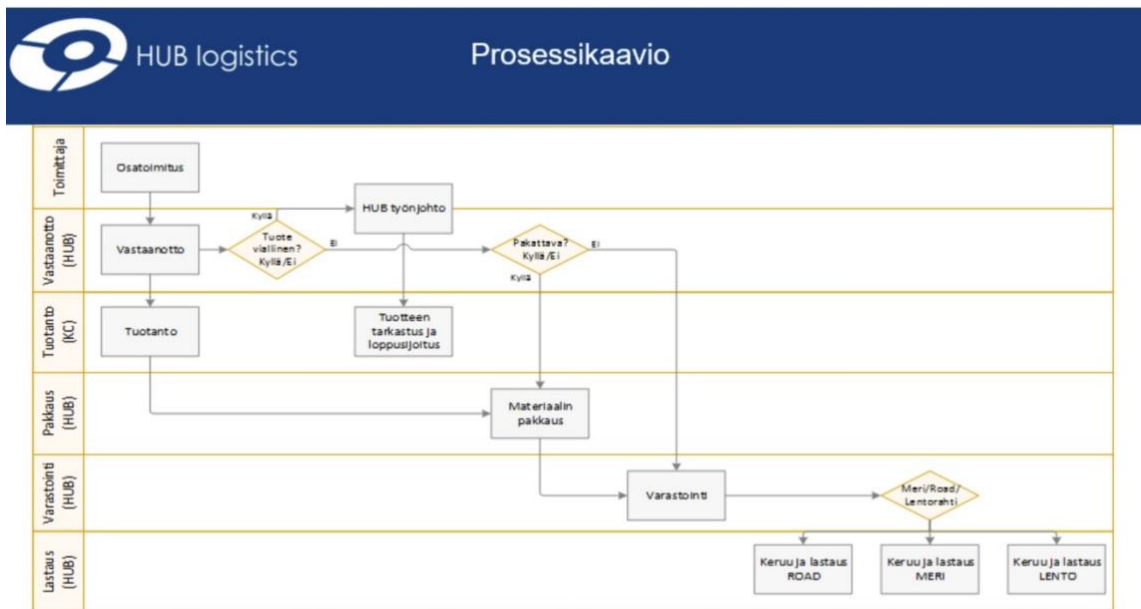
Kuva 8 MOST-Koulutusmateriaali

Kuva 9 Ahokas ym. 2011: 13.

Kuva 10 Sisäisen koron laskentakaava (Ikäheimo ym. 2019: 185).

Kuva 11 Takaisinmaksuajan laskentakaava (Ikäheimo ym. 2019: 183).

Kuva 12 KHT-tuotantohalli layout. Konecranes Oy.



Salattu liite

	Nykyinen layout				Uusi layout				Muutos%		Volyymi %-osuus		
	A siirtyminen	Miehi	Astei	B kumartuminen	A siirtyminen	Miehi	Astei	B kumartuminen	A	B			
KHT-pailet snail kabinuoronto	MOST-Avo	354	169	221	129	MOST-Avo	221	105	138	114	38 %	12 %	6 %
KHT-pailet med kabinuoronto		391	186	244	141		289	138	181	114	26 %	19 %	7 %
KHT-pailet med nostin		414	197	259	135		293	140	193	108	29 %	20 %	2 %
KHT-pailet snail, lempaus		397	170	223	117		264	121	159	108	29 %	8 %	3 %
KHT-pailet med, lempaus		369	176	231	129		262	125	164	120	29 %	7 %	4 %
KHT-pailet snail		186	89	116	60		117	56	73	54	37 %	10 %	7 %
KHT-pailet med		232	110	145	99		145	69	91	87	38 %	12 %	5 %
KHT-pailet SP1		472	225	295	159		173	82	108	141	63 %	11 %	53 %
KHT-pailet SP2, kasin		339	161	212	165		186	89	116	144	45 %	13 %	6 %
KHT-pailet SP2, nostin		451	215	282	186		190	90	119	144	58 %	23 %	3 %
		3565	1698	2228	1320		2130	1014	1331	1134	49 %	12 %	

