



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
*Ympäristö- ja energiatekniikan koulutusohjelma*

Emilia Koskinen

FYYSISEN KUORMITTAVUUDEN VÄHENTÄMINEN  
TAVARANKULJETUSLINJASTOLLA

**Diplomityö**

Tarkastaja: professori  
Kaija Leena Saarela  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
osastoneuvoston kokouksessa  
12.12.2007

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Ympäristö- ja energiatekniikan koulutusohjelma

**KOSKINEN, EMILIA:** Fyysisen kuormittavuuden vähentäminen

tavarankuljetuslinjastolla

Diplomityö, 66 sivua, 3 liitesivua

Joulukuu 2007

Pääaine: Turvallisuustekniikka

Tarkastaja: professori Kaija Leena Saarela

Avainsanat: Ergonomia, fyysinen kuormittavuus

---

Tuki- ja liikuntaelinsairaudet ovat lisääntyneet Itella Oyj:ssä viime vuosina. Aiempina vuosina tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että raskaan postin lajitteluprosessin yksiköintivaihe, jota kutsutaan luisutyöksi, on fyysisesti kuormittavaa. Myös tässä työssä tehdyssä havainnoinnissa ja työntekijöiden haastattelussa huomattiin luisutyön olevan fyysisesti kuormittava työvaihe. Työvaiheessa nostetaan käsin lähetyksiä luisusta kuljetusyksiköihin eli rullakoihin tai häkkeihin.

Päätavoitteena tässä työssä oli löytää luisun rakenteeseen, kuljetusyksiköiden sijoitteluun sekä apuvälineisiin liittyviä ratkaisuvaihtoehtoja, joilla löydettyjä ongelmia voidaan vähentää. Ongelmia olivat hankalat ja raskaat nostot, huonot työasennot, työpisteen mitoitus, työn toistuvuus, lähetysten pakkautuminen luisun alaosaan sekä siitä johtuva voimankäyttö ja lähetysten juuttuminen luisun yläosaan.

Työssä edettiin soveltaen tuotekehitysprosessin etenemistapaa ja periaatteena oli osallistuva suunnittelu, jolloin otettiin huomioon myös työntekijöiden mielipiteet ja parannusehdotukset. Ensimmäin etsittiin kirjallisuusselvityksen avulla ratkaisuja. Tämän jälkeen ideoitiin osallistuvan suunnittelun ryhmässä erilaisia ratkaisuja. Ratkaisuehdotuksia arvioitiin tavoiteanalyysin avulla sekä havainnollistamalla.

Tuloksena saatiin ratkaisuehdotuksia, joilla fyysistä kuormitusta voidaan pienentää. Luisun rakenteeseen liittyviä ehdotuksia olivat luisun leventäminen, kuulapöytätyyppisen ratkaisun asentaminen luisun alaosaan, kuulien lisääminen luisun yläosaan, korkeuden säätö sekä rullan asentaminen luisun reunaan. Kuljetusyksiköihin liittyvä ratkaisu on niiden sijoittelu eri tavalla. Lisäksi kaikille luisuille tulisi hankkia apukepit juuttuneiden lähetysten alas vetämiseen.

Näiden ratkaisujen lisäksi suositeltiin hankittavaksi enemmän roska-astioita sekä työskentelyvälineitä työntekijöille. Myös opastuksen ja työkierron tehostamista suositellaan.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Environmental and Energy Technology

**KOSKINEN, EMILIA:** Reduction of Physical Load at Line Transfer System

Master of Science Thesis, 66 Pages, 3 Appendix Pages

December 2007

Major: Occupational Safety Engineering

Examiner: professor Kaija Leena Saarela

Keywords: ergonomics, physical load

---

Musculoskeletal disorders have increased during the past years at Itella Oyj. Recently it has been noticed that sorting of heavy shipments is physically loading. One of the most loading tasks is package unitizing (called slide work). Slide work means that workers are handling packages manually. While making observations and interviewing workers it was also noticed that slide work is physically loading.

The main target of this study was to find solutions which decrease ergonomic problems. Solutions had to relate to the structure of the ramp, to transport units and to helping instruments. Problems at slide work were heavy lifts, awkward working postures, repetitive work, dimensioning of working place, compacted packages and stuck packages.

This study was based on the basic principles of product development process and participatory design. This way the workers could take part in developing of their own working conditions. At first solutions were searched from literature. After this the members of participatory design group used brainstorming for finding solutions. Solutions were evaluated with target analysis and visualizing.

Results were solutions that decrease physical load. Solutions related to the structure of the ramp were wider ramp, bottom of ramp with balls, balls to upper part of ramp, adjustable high of ramp and roller edge. Other solutions were that transport units should be set differently and that a stick is needed at every ramp. With the stick stuck packages can be taken down.

In addition to these solutions workers have to get more bins and shelf for work articles. Also guidance for work and work circulation has to be improved.

## ALKUSANAT

Haluan kiittää työni valmistumiseen vaikuttaneita tahoja. Kiitän Itella Oyj:n työhyvinvointisäätiötä mahdollisuudesta tehdä tämä työ. Lisäksi kiitän ohjaajaani Jukka Tihistä Itella Oyj:ssä sekä muuta Itella Oyj:n henkilöstöä, jotka antoivat neuvoja tähän työhön. Lisäksi haluan kiittää Tampereen postikeskuksen työntekijöitä ja esimiehiä yhteistyöstä. Kiitän myös työni tarkastajia professori Kaija Leena Saarelaa ja lehtori Minna Päivistä arvokkaista neuvoista, joita sain työn edetessä.

Lisäksi esitän kiitokset äidilleni ja isälleni kannustuksesta opiskeluun sekä veljelleni Eerolle mielenkiintoisista opinnäytetöitä koskevista keskusteluista. Kiitän myös Jaakkoa kaikesta tuesta.

Tampereella 18.1.2008

Emilia Koskinen

## SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	1
1.1. Tausta.....	1
1.2. Työn tavoitteet ja eteneminen.....	2
2. TEOREETTINEN TAUSTA .....	4
2.1. Ergonomia ja fyysinen kuormitus.....	4
2.1.1. Lainsäädäntö.....	4
2.1.2. Määritelmät.....	5
2.1.3. Fyysinen ergonomia ja kuormitus .....	6
2.1.4. Työasennot ja toistuvat työliikkeet .....	9
2.1.5. Materiaalien käsittely.....	11
2.1.6. Työpaikan layout ja työtilat.....	13
2.1.7. Työ- ja apuvälineet.....	13
2.2. Työkyvyn parantaminen ja fyysisen kuormittavuuden vähentäminen .....	14
2.3. Sairauspoissaolojen merkitys yritykselle.....	17
2.4. Ergonomian huomioon ottaminen suunnittelussa.....	18
2.4.1. Työtilojen ergonomian suunnittelu.....	18
2.4.2. Käytettävyys.....	19
2.4.3. Käyttäjien huomioon ottaminen suunnittelussa.....	19
2.5. Työympäristön kehittäminen ja tuotekehitys.....	20
3. PROSESSIN KUVAUS JA TUTKIMUSONGELMA.....	22
3.1. Yrityksen ja prosessin kuvaus .....	22
3.2. Tutkimusongelma .....	25
4. MENETELMÄT JA AINEISTO .....	29
4.1. Kirjallisuusselvitys .....	29
4.2. Tutustumiskäynnit .....	29
4.3. Osallistuva suunnittelu.....	30
4.4. Tavoiteanalyysi.....	31
4.5. Havainnollistamismenetelmät.....	33
5. TULOKSET .....	34
5.1. Tutustumiskäyntien tulokset.....	34
5.2. Eri valmistajien tuotteet .....	35
5.3. Ideoinnin tulokset .....	35
5.4. Ratkaisuehdotusten arviointi tavoiteanalyysin avulla.....	40
5.4.1. Luisun rakenteeseen liittyvät ehdotukset .....	40
5.4.2. Kuljetusyksiköihin ja niiden kenttiin liittyvät ratkaisut .....	45
5.4.3. Apuvälineratkaisut ja työn rajauksen ulkopuolelle jäävät ideat .....	47
5.5. Ratkaisuehdotusten havainnollistaminen.....	48
6. TULOSTEN TARKASTELU.....	55
6.1 Tulosten luotettavuus ja vastaavuus tutkimusongelmaan.....	55
6.2 Löytyneiden ratkaisuehdotusten soveltuminen muihin postikeskuksiin .....	57
7. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	58
LÄHTEET .....	61
LIITE 1: TAVOITEANALYYSITAUUKKO, OSA 1 .....	67
LIITE 2: TAVOITEANALYYSITAUUKKO, OSA2 .....	68
LIITE 3: TAVOITEANALYYSITAUUKKO, OSA3 .....	69

# 1. JOHDANTO

## 1.1. Tausta

Ergonomialla tarkoitetaan ihmisen ja toimintajärjestelmän välistä vuorovaikutusta ja sen tutkimista. Fyysiseen ergonomiaan luetaan kuuluvaksi ihmisen anatomiset ja fysiologiset ominaisuudet. Työpaikalla fyysiseen ergonomiaan kuuluvat esimerkiksi työasennot, työliikkeet, materiaalien käsittely, työpaikan layout ja työtilat sekä työvälineet. Fyysisen kuormittumisen vähentäminen on tärkeää, koska liiallinen fyysinen kuormitus aiheuttaa muun muassa tuki- ja liikuntaelinongelmia. (Väyrynen et al. 2004, IEA 2007). Sairauspoissaoloilla on taloudellista merkitystä yritykselle, joten niiden ehkäiseminen on kannattavaa (Ahonen et al. 2001, Liukkonen 2006). Työympäristön ergonomista kehittämistä voidaan osittain rinnastaa myös tuotekehitysprosessiin. Ensin on määritettävä ongelma, minkä jälkeen etsitään ratkaisuvaihtoehtoja. Tämän jälkeen vaihtoehtoja arvioidaan ja testataan ja valitaan näiden perusteella parhaat ratkaisut. (Jokinen 1987, Matikainen et al. 1995, Heinonen et al. 2004)

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan fyysisen kuormittavuuden vähentämistä postin lajittelutyössä. Tuki- ja liikuntaelinsairaudet ovat lisääntyneet entisessä Suomen Posti Oyj:ssä eli Itella Oyj:ssä. Huomattava osuus poissaoloista johtuu näistä sairauksista niin koko yrityksen osalta kuin Tampereen postikeskuksenkin osalta. Tämän vuoksi ergonomian parantaminen on noussut merkittäväksi osaksi työhyvinvoinnin kehittämistä.

Postissa aiemmin tehdyssä ergopostiprojektissa sekä riskienarvioinneissa on todettu luisutyön olevan fyysisesti kuormittavaa. Ergopostiprojekti on alkanut vuonna 2003 ja se on tehty yhteistyössä eri tahojen, kuten muun muassa Medivire Työterveyspalvelut Oy:n ja Firstbeat Technologies Oy:n kanssa. Riskienarviointeja on tehty vuosittain eri työtehtävissä. Arviointien työryhmissä on ollut mukana päättäjiä, asiantuntijoita ja työntekijöitä. Tätä opinnäytetyötä aloitettaessa tehtiin esiselvityksenä havainnointia sekä työntekijöiden haastattelua. Tässä havaittiin samat ongelmat, kuin ergopostissa ja riskienarvioinneissakin on tullut esille. Pahimpia ongelmia ergopostin ja riskienarviointien sekä havainnoinnin ja haastattelun perusteella ovat nostot, työasennot, työpisteen mitoitus, työn toistuvuus, lähetysten pakkautuminen sekä siitä johtuva repiminen ja voimankäyttö ja lähetysten juuttuminen luisuun.

## 1.2. Työn tavoitteet ja eteneminen

Työn tavoitteena oli kehittää raskaan postin lajittelun lähetysten yksiköintivaihetta eli luisutyötä siten, että se olisi fyysisesti vähemmän kuormittavaa. Tämä työ on tehty Tampereen postikeskuksessa, mutta lisäksi on pohdittu löydettyjen ratkaisujen soveltumista myös muihin postikeskuksiin. Työ on rajattu luisutyöskentelyyn, jossa työntekijän tehtävänä on nostaa lähetykset käsin luisusta kuljetusyksiköihin. Tämän työvaiheen on todettu olevan fyysisesti kuormittavin raskaan postin lajittelun vaihe. Raskaan postin lajittelulla tarkoitetaan prosessia, jossa koneellisesti lajitellaan paketit, lehtikimput sekä maksikirjeet.

Tutkimusongelmaksi muodostui ratkaisujen etsiminen löydettyihin ongelmiin. Ratkaisujen tuli liittyä luisun rakenteeseen, kuljetusyksiköihin ja niiden kenttiin sekä apuvälineisiin. Työssä pyrittiin vastaamaan kysymykseen: Millä luisun rakenteeseen, kuljetusyksiköihin ja niiden kenttiin sekä apuvälineisiin liittyvillä ratkaisuilla voidaan vähentää havaittuja ongelmia ja näin parantaa työn ergonomiaa?

Työssä käytettiin osallistuvan suunnittelun periaatetta ja eteneminen tapahtui soveltaen tuotekehitysprosessin etenemistä. Tutkimusongelman määrittelyn jälkeen alettiin etsiä erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja ideoimalla sekä tutustumalla jo käytössä oleviin ratkaisuihin. Kun vaihtoehtoja oli löytynyt, niitä arvioitiin ja havainnollistettiin mahdollisuuksien mukaan. Lopuksi arviointien ja havainnollistamisen perusteella valittiin käyttökelpoisimmat ehdotukset toimenpide-ehdotuksiksi.

Ideoinnissa käytettiin osallistuvan suunnittelun ryhmän kanssa aivoriihityypistä työskentelyä sekä tunnettujen vaihtoehtojen läpikäyntiä. Tunnettuja vaihtoehtoja etsittiin kirjallisuusselvityksellä, jossa vastaavia ratkaisuja etsittiin erilaisista artikkeleista, raporteista, yritysten internet-sivuilta sekä muista postikeskuksista. Ideoinnin lopuksi valittiin ideat, jotka otettiin mukaan arviointiin. Valinta tehtiin asettamalla ideoita järjestykseen sen mukaan, miten ne ovat sovellettavissa luisutyöhön.

Ehdotuksia arvioitiin tavoiteanalyysin avulla. Tavoiteanalyysissä arvioitiin ratkaisuja suhteessa siihen, miten ne vaikuttavat havaittuihin ongelmiin. Arvioinnissa laitettiin ehdotukset ja ongelmat taulukkoon, jossa niitä tarkasteltiin. Arviointi käytiin läpi myös osallistuvan suunnittelun ryhmän kanssa, jolloin saatiin laajempaa näkökulmaa. Arvioinnissa parhaaksi todetut ideat otettiin edelleen mukaan havainnollistamisvaiheeseen.

Havainnollistamista tehtiin työpaikalla mock-up mallien, eli pahvisten fyysisesti oikean kokoisten mallien avulla. Lisäksi ratkaisuja piirrettiin ja tarkasteltiin työpaikalla, miten eri ratkaisuja voitaisiin toteuttaa. Lopputuloksena saatiin toimenpide-ehdotuksia koskien pääasiassa luisun rakenteen muutoksia. Lisäksi ehdotuksiin sisältyi joitain kuljetusyksiköihin, niiden kenttiin, apuvälineisiin sekä työn tekemiseen liittyviä ehdotuksia.



## 2. TEOREETTINEN TAUSTA

### 2.1. Ergonomia ja fyysinen kuormitus

#### 2.1.1. Lainsäädäntö

Työturvallisuuslain mukaan työnantaja on velvollinen huolehtimaan tarvittavilla toimenpiteillä työntekijöiden terveydestä ja turvallisuudesta. Huomioon on otettava työ, työolosuhteet ja työympäristö. Näissä tekijöissä on aina ensin mahdollisuuksien mukaan pyrittävä ennaltaehkäisemään mahdollisesti aiheutuvat haitat. Kuitenkin myös työntekijöillä on oma velvollisuutensa noudattaa annettuja ohjeita sekä huolehtia omasta ja muiden turvallisuudesta. (L 23.8.2002/738)

Työturvallisuuslaissa on säädetty myös työpaikan henkisestä ja fyysisestä kuormittavuudesta. Fyysisen kuormittavuuden yhteydessä puhutaan ergonomiasta. Lain mukaan työpiste ja työvälineet on sijoitettava ja mitoitettava työntekijän kannalta hyvää ergonomiasta noudattaen ja niiden on mahdollisuuksien mukaan oltava säädettäviä. Työpisteen on oltava tilava, nostot on tehtävä mahdollisimman turvallisiksi, toistotyön on oltava mahdollisimman vähäistä ja apuvälineitä tulee tarvittaessa olla saatavilla. (L 23.8.2002/738)

Työnantajan on aina ryhdyttävä toimiin, mikäli työ on fyysisesti liian kuormittavaa. Muita kuormitustekijöitä, joista työturvallisuuslaissa säädetään, ovat häirintä, yksintyöskentely, yötyö, työn tauotus, väkivallan uhka ja näyttöpäätetyö. (L 23.8.2002/738)

Ergonomia liittyy myös muihin lakeihin. Esimerkiksi valtioneuvoston asetuksessa koneiden turvallisuudesta on määritetty koneiden turvallisuus- ja terveysvaatimuksia (VNa 21.12.1994/1314). Koneisiin ja työvälineisiin liittyvä laki on myös valtioneuvoston päätös koneiden ja muiden työvälineiden hankinnasta, turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (VNp 25.11.1998/856). Valtioneuvoston päätöksessä käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä on nostotyöhön liittyviä määräyksiä (VNp 22.12.1993/1409).

### 2.1.2. Määritelmät

Sana ergonomia tulee alun perin kreikan kielestä, jossa *ergon* tarkoittaa työtä ja *nomos* lakia (Sillanpää 2003). Ergonomian määrittely on muuttunut viime vuosikymmenien kuluessa. Suomessa, Ruotsissa, Saksassa, Ranskassa ja osittain Yhdysvalloissa ergonomiasta on aiemmin käytetty nimitystä bioteknologia. Tällä nimityksellä viitattiin siihen, että työssä tulee ottaa huomioon toisaalta ihmisen biologiset ominaisuudet ja toisaalta työn tekniset ratkaisut. Ergonomista tutkimusta on tehty jo vuosikymmeniä ja ajan kuluessa siitä on käytetty muun muassa nimityksiä ”human engineering”, ”engineering psychology” ja ”human factors”. (Noro et al. 1972)

Vaikka nimitys on myöhemmin muuttunut ergonomiaksi, käsitteen sisältö on pysynyt osittain melko samanlaisena. Ergonomian määrittely ja käsitys ovat kuitenkin laajentuneet myöhemmin jonkin verran. Lyhyesti ergonomia määritellään nykyään ihmisen ja toimintajärjestelmän vuorovaikutuksen tutkimiseksi (Väyrynen et al. 2004) tai työn järjestelmälliseksi tarkasteluksi (Sillanpää 2003). Laajemmin ergonomia voidaan käsittää työn järjestelmälliseksi tutkimiseksi, jossa otetaan huomioon työn, menetelmien, työvälineiden, tuotteiden, organisaatioiden, toimintajärjestelmien ja –ympäristöjen suunnittelu, toteutus ja arviointi. Työn olisi oltava mahdollisimman hyvin ihmisen henkisiä ja fyysisiä kykyjä vastaavaa, jolloin on huomioitava myös ihmisen tarpeet, kyvyt ja rajoitukset. (Sillanpää 2003, IEA 2007)

Kansainvälisen ergonomiajärjestön IEA (The International Ergonomics Association) mukaan fyysisessä ergonomiassa tarkastellaan ihmisen anatomisia, antropometrisiä ja biomekaanisia ominaisuuksia ja niiden suhdetta fyysiseen aktiivisuuteen. Tärkeitä fyysisen ergonomian alueita ovat työasennot, materiaalien käsittely, toistuvat työliikkeet, työn yhteys tuki- ja liikuntaelinsairauksiin, työpisteen layout sekä terveys ja turvallisuus. (IEA 2007)

Ergonomia jaetaan fyysiseen, kognitiiviseen ja organisaatioergonomiaan. Kognitiivisella ergonomialla tarkoitetaan ihmisen psyykkisiä toimintoja. Näitä ovat muistitoiminnot, havaintokyky, aistitoiminnot, päättelykyky sekä motoriset toiminnot. Esimerkiksi päätöksenteko, ihminen-kone –vuorovaikutus ja stressi ovat kognitiiviseen ergonomiaan lukeutuvia toimintoja. Organisaatioergonomia puolestaan pyrkii optimoimaan organisaation sosioteknisiä prosesseja ja ottaa huomioon myös organisaation rakenteen sekä politiikan. Organisaatioergonomiaan kuuluvia tekijöitä ovat muun muassa työaikajärjestelyt, työn muotoilu, yhteistyö sekä työmallit. (IEA 2007)

### **2.1.3. Fyysinen ergonomia ja kuormitus**

Fyysinen ergonomia käsittää ihmisen anatomiset ja fysiologiset ominaisuudet, antropometriset mitat sekä biomekaaniset toiminnot (IEA 2007). Tutkittaessa ergonomiaa on tarpeellista omata perustiedot näistä osa-alueista. Biomekaniikka käsittelee ihmisen toimintoja melko laajasti. Hermo-lihasjärjestelmä, voimantuotto sekä selkärangan ja raajojen nivelten toiminta ovat biomekaanisia toimintoja. Ergonomiassa biomekaniikasta on hyötyä juuri näiden toimintojen perustiedon antajana. Biomekaniikka perustuu siihen, että käytetään fysiikan lakeja kuvatessa ihmiseen kohdistuvia voimia sekä ihmisen liikkeitä. Tätä kautta biomekaniikan avulla pyritään ennaltaehkäisemään vammojen syntyä. Jotta biomekaniikkaa voitaisiin mahdollisimman tehokkaasti soveltaa, on oltava tietoa ihmisen fysiologiasta ja anatomiasta. (Väyrynen et al. 2004)

Ihmisen hermosto jakautuu keskushermostoon ja ääreishermostoon. Ääreishermosto jakautuu edelleen somaattiseen ja autonomiseen hermostoon, joista somaattinen hermosto säätelee liikettä aikaansaavien tahdonalaisten lihasten eli poikkijuovaisten lihasten toimintaa. Sähköinen supistumiskäskey lähtee aivoista ja etenee motorista hermoa pitkin lihakseen. Impulssi leviää lihaksessa saaden sen supistumaan. (Haug et al. 1999, Väyrynen et al. 2004)

Ihmisen voimantuotto voi olla staattista tai dynaamista. Dynaaminen voimantuotto jaotellaan edelleen eksentriseen eli lihaksen pidentävään supistukseen ja konsentriseen eli lihaksen lyhentävään supistukseen. Tärkeää ergonomian kannalta on se, vaatiiko työ staattista vai dynaamista voimaa. Staattisessa työssä lihas on koko ajan supistuneena, jolloin sen verenkierto heikkenee ja lihas väsyä. Dynaamisessa työssä puolestaan lihaksen supistuminen ja näin myös verenkierto vaihtelee, jolloin työtä pystytään tekemään pitkiäkin aikoja. (Väyrynen et al. 2004)

Työpisteen mitoitukseen, työasentoihin ja -liikkeisiin liittyvät suositukset perustuvat monesti siihen, missä asennossa lihaksen voimantuotto on suurinta. Voimantuoton suuruuteen vaikuttaa yksittäisten nivelten lisäksi koko keho. Voimantuotto on suurempaa silloin, kun voidaan käyttää koko kehon painoa apuna. (Väyrynen et al. 2004)

Nivelet määräävät ihmisen mahdolliset liikkeet. Liikkeet voivat tapahtua kolmella eri tasolla ja nivel määrää, missä tasossa tai tasoissa liike voi tapahtua. Selkärangan nikamien väleissä olevat välilevyt tekevät mahdolliseksi selkärangan liikkeet joka suuntaan. Välilevyt toimivat myös iskunvaimentimena. Esimerkiksi taakkojen käsittelystä ja vartalon eteentaivutuksesta aiheutuvaa kuormitusta perustellaan juuri välilevyjen heikolla kestävyydellä. (Väyrynen et al. 2004)

Ihmisen verenkiertoelimistöä kuormittaa dynaaminen lihastyö. Esimerkiksi kävely ja taakkojen käsittely on verenkiertoelimistöä kuormittavaa työtä. Mitä suuremmat lihakset tekevät työtä, sitä enemmän verenkiertoelimistö kuormittuu. Tauottamattomassa työssä yläraja verenkiertoelimistön kuormittumiselle kahdeksan tunnin aikana on 30 % maksimihapenottokyvystä. Tauotetussa työssä raja on 50 %. (Väyrynen et al. 2004)

### *Antropometria*

Antropometria on yksi ergonomian ala, jolla tarkoitetaan ihmisten mittoja käsittelevää tieteenalaa. Antropometria keskittyy mittoihin vartalon koosta ja muodosta. Lisäksi siihen liittyy lihasten voimantuotto-kyky, liikkuvuus, joustavuus sekä työskentelyn suorituskyky. Antropometriset mitat ovat eri yksilöillä hyvin erilaisia ja siksi työtilojen suunnittelussa voidaan vain tietyissä rajoissa huomioida antropometriset mitat. Mitat vaihtelevat lisäksi myös sukupuolen mukaan ja etnisen taustan mukaan. Mitoista on olemassa taulukoita eri kansallisuuksille ja eri-ikäisille henkilöille. Taulukot sisältävät muun muassa mittoja käsien ja jalkojen pituuksista, istumakorkeuksista, silmien korkeuksista sekä olkapäiden ja kyynärpäiden korkeuksista. (Pheasant & Haslegrave 2005)

Antropometrian avulla saadaan perustietoa siitä, miten tilan tarve, ulottuvuus, asennot ja voima tulee huomioida työpisteessä. Nämä tekijät ovat pääkohdat, jotka työpaikalla tulee ottaa huomioon. Tarvittavalla tilalla tarkoitetaan yleensä tilaa, joka tarvitaan tehtävän suorittamiseen, mutta se voi olla myös mukavuustekijä. Tilan tarve riippuu työtehtävästä. Esimerkiksi lentokoneiden istuimet on suunniteltu siten, että keskiarvojen mukaan istuimessa mahtuu syömään, nukkumaan ja tekemään töitä. (Pheasant & Haslegrave 2005)

Ulottuvuuden rajat määritetään alueeksi, jossa käsin tehtävät toiminnot voidaan suorittaa helposti. Normaalit työskentelyalueet on esimerkiksi pöydälle määritelty siten, että alue on se, mihin kädet ulottuvat kyynärpäiden ollessa noin 90 asteen kulmassa. Työskentely liian kaukana aiheuttaa kurottelua, mikä ei tunnu mukavalta, mutta myös työskentely liian lähellä aiheuttaa ongelmia. (Pheasant & Haslegrave 2005)

Liikkeet voivat tapahtua kolmessa eri tasossa ja niitä määritellään pääasiassa kulmina. Liikkeet riippuvat nivelestä ja siitä, millä yhdellä, kahdella tai kolmella tasolla raaja nivelen avulla liikkuu. Liikkeet voivat olla esimerkiksi kiertoja, raajojen lähennyksiä tai loitonnuksia. (Pheasant & Haslegrave 2005)

Asennot syntyvät ihmisen mittojen ja työpisteen välisestä suhteesta. Asentojen kuormittavuutta voidaan tutkia esimerkiksi biomekaniikan avulla. Kuormitus on erilaista eri asennoissa. Etenkin asennot, joissa nivelet ovat ääriasennossa, ovat hyvin epämukavia. (Pheasant & Haslegrave 2005)

### *Tuki- ja liikuntaelinsairaudet*

Ergonomialla on selvä yhteys tuki- ja liikuntaelinsairauksiin. Työstä aiheutuvia sairauksia kutsutaan rasisairauksiksi ja ne määritellään nivelten, lihasten ja jänteiden kiputiloiksi tai sairauksiksi, jotka johtuvat työn aiheuttamasta rasituksesta. Rasisairauksiksi voidaan tuki- ja liikuntaelinsairauksien lisäksi määritellä myös hermoston sairaudet tai verenkiertoelimistön sairaudet. Rasisairauksia esiintyy riippumatta siitä, mitä työtä tehdään ja niiden syntymiseen vaikuttaa monia tekijöitä. (Silta et al. 1986, Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus 2002)

Tyypillisiä tuki- ja liikuntaelinsairauksia ovat jänteisiin liittyvät sairaudet, hermojen toimintaan vaikuttavat vammat, neurovaskulaariset sairaudet ja äkilliset traumat, kuten venähdykset ja murtumat (Väyrynen et al. 2004). Suomessa yleisimpiä työperäisiä sairauksia ovat rasisairaudet, jotka aiheutuvat esimerkiksi jatkuvasti samana toistuvista työliikkeistä. Ergonomian kehittäminen onkin yksi keino ennaltaehkäistä tuki- ja liikuntaelinsairauksien syntymistä. (Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus 2002)

Yleisemmin voidaan sanoa, että työssä tuki- ja liikuntaelinsairauksia aiheutuu siitä, että ihmisen ja työtehtävän vaatimusten yhteensovittaminen on epäonnistunut, mikä johtaa ylikuormittumiseen. Näin voi käydä esimerkiksi tilanteissa, joissa joudutaan käyttämään paljon voimaa ja saadaan kuormituspiikki. Kuormituspiikki voi syntyä esimerkiksi nostettaessa yhtäkkiä raskasta taakkaa, jolloin selkä voi vaurioitua. (Pheasant & Haslegrave 2005)

Yläraajojen vammoja ovat käsiin, käsivarsiin, olkapäihin, niskaan ja kyynärpäihin liittyvät ongelmat. Euroopassa niskan ja olkapäiden ongelmat ovat yleisimpiä. Esimerkiksi liukuhihnatyö altistaa työntekijöitä yläraajojen sairauksille. Selkäsairaudet aiheutuvat fyysisesti raskaista töistä, kuten nostamisesta, työntämisestä, vetämisestä sekä yhtäkkisestä voimankäytöstä. Lisäksi esimerkiksi kumarat asennot, pitkittynyt istuminen, yksipuolinen työ ja epätavallinen ponnistelu aiheuttavat selkäongelmia. (Pheasant & Haslegrave 2005)

### *Kuormittavuus*

Kuormittavuus voi ylikuormittavuuden lisäksi olla myös alikuormittavaa. Työn kuormittavuus voidaan esittää esimerkiksi kuorma-kuormittuneisuus-mallin avulla. Mallissa on neljä tasoa, joista ensimmäinen on tekninen taso. Teknisellä tasolla määräytyvät työlle ominaiset kuormitustekijät, jotka yhdessä muodostavat kuorman. Toisella tasolla, eli työjärjestelytasolla, työjärjestelyt, kuten työkierto, määräävät työstä aiheutuvan kuormituksen. Inhimillinen taso on kolmas taso, jossa työntekijän henkilökohtaiset ominaisuudet vaikuttavat siihen, miten kyseinen henkilö kuormittuu. Viimeisellä tasolla, joka on aikataso, työn kesto ja toistuvat työliikkeet eli aikatekijät määräävät kuormittuneisuuden, joka ilmenee erilaisina muutoksina niin fyysisinä kuin henkisinäkin tuntemuksina. (Sillanpää 2003)

Fyysisellä kuormituksella tarkoitetaan hengitys- ja verenkiertoelimistöön sekä liikuntaelimiin kohdistuvaa kuormitusta ja siihen vaikuttaa staattisen ja dynaamisen lihastyön määrä ja suhde (Matikainen et al. 1995). Lihastyön määrä ja laatu riippuu puolestaan työasennoista ja -liikkeistä sekä voimankäytöstä. Lisäksi ympäristöolot vaikuttavat lihastyön laatuun. Yksi tärkeimmistä ympäristötekijöistä on lämpöolot. Tärkeää työn fyysisen kuormituksen kannalta on ottaa huomioon työn vaatimusten suhde työntekijöiden elimistön suorituskykyyn. (Sillanpää 2003)

Fyysisen kuormittumisen taso riippuu käytettävien lihasten määrästä sekä supistumistavasta. Lisäksi lihassupistuksen voimakkuus, kesto ja toistuvuus vaikuttavat kuormittumisen tasoon. Lihaskuormituksen ollessa sopiva, elimistö sopeutuu rasitukseen. Jos kuormitus on liian suuri, työntekijä väsyä ja myös palautuminen kestää kauemmin. Mikäli ylikuormitus on pitkäaikaista tai altistutaan yhtäkkisille kuormitushuipuille, voi elimistö vaurioitua ja syntyä työperäisiä sairauksia. (Louhevaara & Smolander 1997)

Esimerkiksi toistotyöstä on hankala antaa suosituksia kuormittumiselle. Vaikka työ olisi kevyttä, se saattaa aiheuttaa fyysistä ylikuormittumista, jos samoja työliikkeitä toistetaan jatkuvasti. Kevyet toistotyöt saattavat näin aiheuttaa esimerkiksi jännetupin tulehduksia. (Louhevaara & Smolander 1997)

Koettuun työkuormitukseen vaikuttavat myös erilaiset taustatekijät, kuten työntekijän sukupuoli ja työtuntien määrä viikossa. Lisäksi liiallisella työkuormituksella ja tyytymättömyydellä psykososiaalista työympäristöä kohtaan on havaittu olevan yhteyttä. Tähän ei kuitenkaan ole löydetty yksiselitteistä selitystä. (Ingelgård et al. 1996)

Työn kuormitusta voidaan arvioida työpaikkaselvityksillä, joita tekevät esimerkiksi työsuojeluorganisaatio ja työterveyshuolto. Työpaikkaselvityksillä saadaan tietoa esimerkiksi työpaikan ergonomisista puutteista ja työn kuormittavuudesta. Työn fyysisistä kuormitusta kannattaa tutkia töissä, joissa esiintyy paljon taakkojen käsittelyä, staattista lihastyötä ja voiman käyttöä, yksipuolisia työliikkeitä tai yhtäkkisiä ponnistuksia. (Matikainen et al. 1995)

#### **2.1.4. Työasennot ja toistuvat työliikkeet**

Jatkuva ja toistuva samojen lihasten kuormittuminen aiheuttaa vammoja, joten työskentelyä jatkuvasti samassa asennossa tulisi välttää (Kvålseth 1983, Hasegawa et al. 2001). Keho pyrkii mukautumaan asentoihin niin hyvin kuin mahdollista, mutta jos mukautuminen ei onnistu, on seurauksena vamma. Ergonomiselta kannalta työasennot vaikuttavat hyvinvointiin sekä työn tehokkuuteen. (Kvålseth 1983) Työturvallisuuslaki määrää, että mikäli työssä on yhtäjaksoista paikallaoloa tai se on yhtäjaksoisesti

kuormittavaa, on järjestettävä tauotusta. Tällöin työntekijöillä on oltava mahdollisuus taukoihin, jolloin he saavat poistua työpisteestä. (L 23.8.2002/738)

Se, miten kauan tiettyä asentoa pystyy ylläpitämään, riippuu kuormitettavista lihaksista ja niiden maksimivoimasta. Asentoa voidaan ylläpitää hyvin silloin kun maksimivoimasta on käytössä noin 8-15 %. Monissa työtehtävissä ongelmana ei kuitenkaan ole tiettyjen asentojen ylläpito, vaan samojen liikkeiden jatkuva toistuminen. (Kvålseth 1983)

Työskentelyasentoa tulee pystyä vaihtelemaan ja monissa teollisuuden työtehtävissä olisi hyvä olla esimerkiksi puoli-istuva asento. Pään ja vartalon eteenpäin taivutusta tulee niin ikään välttää kuten myös yläraajojen pitämistä kohoasennossa. Yläraajojen kohoasunnoissa ylärajana voi pitää kyynär- ja olkapään puoliväliä. (Pheasant & Haslegrave 2005)

Kiertoliikkeitä voi välttää kääntymällä kokonaan tai istumatyössä käyttämällä kääntyvää tuolia (Pheasant & Haslegrave 2005). Työtä tehdessä työliikkeitä pitää pystyä vaihtelemaan ja äkkinäisiä, katkonaisia ja pysähteleviä liikkeitä tulee välttää (Matikainen et al. 1995).

Nivelet eivät saa olla pitkiä aikoja tai toistuvasti ääriasennoissa, koska ääriasennot kuormittavat niveliä eniten. Tämä koskee kaikkia kehon niveliä. Mikäli työ vaatii voimankäyttöä, tulee raajojen olla asennoissa, joissa niiden voimantuotto on suurin. Tällöin vältytään turhilta ylikuormittumisilta ja loukkaantumisen vaara on pienempi. (Pheasant & Haslegrave 2005)

Työssä pitäisi välttää jatkuvaa seisomista, sillä pitkäkestoista seisomatyötä tekevät työntekijät väsyvät helpommin ja myös työn tuottavuus laskee. Seisoma- ja kävelytyön on todettu aiheuttavan myös selkäkipua sekä erilaisia verisuonisairauksia. Kuitenkin jatkuva paikallaan seisominen aiheuttaa enemmän ongelmia, kuin työ, jossa myös liikutaan. (Kvålseth 1983, Laperrière et al. 2005) Suurta lihasvoimaa, laajaa ulottuvuutta tai jatkuvaa liikkumista vaativat työt on suoritettava mieluummin seisten, kuin istuen. Seisomatyössä tulee välttää edelläkin mainittuja vartalon kiertymistä, kumartelua ja yläraajojen kohoasentoja. Kenkien tulisi olla matalakantaiset ja tukevat ja seisoma-alustan joustava. Hyviä seisoma-alustoja ovat esimerkiksi puu, kumi tai muovi. Huomionarvoista on se, että seisominen on aina vähemmän haitallista kuin huono istuma-asento. (Noro et al. 1972, Matikainen et al. 1995, Työterveyslaitos 2004)

Jos samassa työpisteessä työskentelee useita henkilöitä, on työpisteen oltava mahdollisimman sopiva kaikille. Erityistilanteessa, kuten raskaana olevan naisen ollessa kyseessä, tulee huomioida, että hänen työskentelyalueensa ja työliikkeensä ovat

pienempiä kuin tavallisesti. Myös pyörätuolissa olevat henkilöt tulee huomioida eri tavoin. (Pheasant & Haslegrave 2005)

Toistuvien käsillä tehtävien työliikkeiden on todettu aiheuttavan niskan ja hartioiden sairauksia. Myös staattinen työ, taakan kannattelu, suuri voimankäyttö ja äärimmäiset asennot aiheuttavat vammoja. Olkapäitä kuormittavat niin ikään toistuvat työliikkeet ja voiman käyttö. Kyynärpäitä ja käsiä sekä ranteita kuormittavat toistuvat liikkeet ja voimankäyttö. Alaselkää kuormittavat raskas fyysinen työ, nostaminen ja voimankäyttöä vaativat liikkeet, kumartelu, kierto- ja kierto- ja staattiset työasennot. (Bernard 1997, Neumann et al. 2001)

### **2.1.5. Materiaalien käsittely**

Materiaalien manuaalisen käsittelyn eli nostamisen ja kantamisen on todettu olevan yhteydessä työntekijöiden selkäongelmiin (Talvela-Blomqvist et al. 2006). Nostaminen kuormittaa selkärangan välilevyjä sekä selkälihakia ja nivelsiteitä, jotka tukevat selkärankaa (Sillanpää 2003). Käsien tehtävistä nostoista ja siirroista työssä on annettu myös valtioneuvoston päätös. Päätöksessä on määritelty taakan, fyysisen ponnistuksen ja työympäristön piirteitä sekä toiminnan asettamia vaatimuksia, jotka erityisesti voivat aiheuttaa selän vahingoittumisen. (VnP 22.12.1993/1409)

Taakan erityispiirteitä, jotka aiheuttavat selälle vahingoittumisriskin, ovat taakan suuruus, hankala muoto, epävakaas ja huono sijainti. Myös taakan paino ja kädensijat vaikuttavat selän vahingoittumisriskiin. Vastaavia työympäristön piirteitä ovat puolestaan ahtaus, epätasainen lattia ja epävakaas seisoma-alusta. Lisäksi työpiste saattaa estää nostojen tekemisen oikein. Fyysinen ponnistus aiheuttaa vaaraa, jos se tehdään vartaloa kiertäen tai epävakaassa asennossa, ponnistus on liian rasittava tai ponnistus saa taakan yhtäkkiä liikkumaan. Työtoiminta aiheuttaa selän vahingoittumisriskin, mikäli fyysinen rasitus on toistuvaa tai kauan kestävä, lepo on riittämätöntä, nosto- tai siirtoetäisyydet ovat pitkiä tai työ on pakkotahtista. (VnP 22.12.1993/1409)

Myös silloin, kun taakan painoa ei tiedetä tarkasti, on olemassa selkävamman riski. Kun ei ole varauduttu taakan painoon, voidaan joutua nostamaan odottamatta liian suurta taakkaa. Tällöin voi aiheutua kuormituspiikki, jonka on todettu olevan riski alaselän ongelmille. (Neumann 2001, Matthews et al. 2006)

Nostaminen maasta tulee tehdä aina jaloilla siten, että selkä pysyy suorana. Mikäli taakkaa nostetaan jalat suorina, on selän kuormitus huomattavasti suurempi. Jalkojen tulisi olla myös mahdollisimman lähellä nostettavaa taakkaa. Nostettaessa taakkaa tulee siitä ottaa kiinni koko kämmenellä, eikä vain sormilla. Käsivarsien pitäisi lisäksi olla mahdollisimman lähellä vartaloa. (Noro et al. 1972) Paras nostokorkeus olisi noin vyötärön korkeudella. Nostokorkeus on kohtuullinen myös silloin, kun taakka on lähellä



vartaloa, vaikka nostokorkeus olisi hieman suositeltua korkeutta ylempi tai alempi. Ihanteellisinta olisi nostaa taakkoja, jotka ovat vakaita ja kohtuullisen pienikokoisia. (Pheasant & Haslegrave 2005)

Työterveyslaitoksen suosituksen mukaan 25 kg on taakka, jonka melkein kaikki miehet ja noin kaksi kolmasosaa naisista pystyvät nostamaan turvallisesti. Alle 18 –vuotiaille miehille suositus on 20 kg ja naisille 15 kg. Kuitenkin jatkuvassa nostamisessa nämä rajat ovat pienempiä. (Työterveyslaitos 2004) Maksimitaakat, joita voidaan soveltaa hyvissä olosuhteissa ja harjaantuneilla työntekijöillä, ovat miehillä tilapäisesti 55 kg ja toistuvasti 35 kg ja naisilla tilapäisesti 30 kg ja toistuvasti 20 kg. Kuormittavuus ei kuitenkaan koskaan riipu pelkästään taakan painosta, joten suositusarvot ovat vain jonkinlaisia nyrkkisääntöjä. (Matikainen et al. 1995)

Enimmäisnostotaakka voidaan arvioida esimerkiksi NIOSH:n (National Institute of Occupational Safety and Health) nostokaavan avulla. (Waters et al. 1994, Väyrynen et al. 2004) Kaavassa enimmäistaakka RWL lasketaan kaavasta:

$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$ , jossa

LC = taakkavakio (23 kg)

HM = vaakaetäisyyskerroin

VM = nostokorkeuskerroin

DM = korkeuserokerroin

AM = epäsymmetriakerroin

FM = taajuuskerroin

CM = otekerroin

Kertoimet lasketaan niille määritettyjen kaavojen perusteella.

H on etäisyys nilkkojen välisen janan keskipisteestä keskisormien rystysten välisen janan keskipisteeseen

$HM = 25 / H$

V on etäisyys seisomatasosta pystysuoraan rystysten välisen janan keskipisteeseen

$VM = 1 - (0,003 \times IV-75I)$

D on käsien korkeuden erotus alku- ja loppupisteen välillä

$DM = 0,82 + (4,5 / D)$

A on kulma epäsymmetriasuoran ja keskisagittaalitasoon välillä

AM saadaan katsomalla kuvaajasta

F on nostoja minuutissa

FM saadaan taulukosta

CM katsotaan taulukosta sen perusteella, miten hyvä otteen laatu on (hyvä, kohtalainen, huono)

Nostoindeksin LI avulla voidaan laskea nostojen kuormittavuutta. Nostoindeksi LI lasketaan kaavasta  $LI = L / RWL$ . LI:n tulisi olla alle 1,0.

### **2.1.6. Työpaikan layout ja työtilat**

Työpaikan layoutissa on otettava huomioon peruseriaatteen. Tärkeimpien ja useimmiten työssä käytettävien tarvikkeiden tulee olla mahdollisimman helposti saatavilla. Lisäksi samankaltaiset tarvikkeet tulee ryhmitellä yhteen paikkaan ja peräkkäin käytettävät tarvikkeet tulee olla käyttöjärjestyksessä. Näin voidaan välttää turhia työliikkeitä. (Pheasant & Haslegrave 2005)

Tärkeintä työpaikan layoutissa on se, että työ voidaan tehdä sujuvasti. Muunneltava ja joustava layout on paras ratkaisu, koska tällöin ei tarvitse jälkepäin tehdä suuria muutoksia. Työpaikalla tiedonkulun pitäisi sujua hyvin. Haitalliset prosessit tulisi eristää. Lisäksi valaistuksen on oltava kunnossa. Kuljetettavan ja siirrettävän materiaalin sijoittamisessa on huomioitava sen lähtö- ja tulosuunnat sekä kuljetuksen ja noston apuvälineiden sijainti. (Matikainen et al. 1995)

Standardissa SFS-EN ISO 11064-4 valvontakeskusten ergonomisesta suunnittelusta on määritetty yksittäisen työpisteen suunnittelua. Vaikka valvontakeskuksissa tehdään pääasiassa näyttöpäätteellä tehtävää työtä, voidaan pääperiaatteita soveltaa muuhunkin työhön. Työpisteessä tulee huomioida ihmisten rajoitukset ja tarpeet ja tässä voidaan käyttää apuna muun muassa antropometrisia mittatietoja. (SFS-EN ISO 11064-4 2005)

Yksittäisessä työpisteessä on oltava riittävästi tilaa. (Matikainen et al. 1995) Työpisteen tulisi mahdollisuuksien mukaan olla käyttäjän mittojen mukaan mitoitettu tai säädettävä. Oikealla mitoituksella voidaan vaikuttaa työasentoihin ja työliikkeisiin, jolloin voidaan myös ergonomiaa parantaa. Säädettävyyden etuna on se, että erikokoiset työntekijät voivat säätää työpisteen itselleen sopivaksi tai sama työntekijä voi vaihdella asentoon työpäivän aikana. (Sillanpää 2003)

### **2.1.7. Työ- ja apuvälineet**

Työvälineiden tulee sopia siihen tehtävään, mihin niitä käytetään. Parhaimmassa tapauksessa työvälineet on mitoitettu antropometristen mittatietojen mukaan mahdollisimman monelle sopiviksi. Työvälineet eivät myöskään saa aiheuttaa turhaa rasitusta, kuten huonoja asentoja tai tarpeetonta puristusta. Käsikäyttöisissä työkaluissa etenkin ranteiden, kyynärpäiden sekä olkapäiden asento tulee huomioida. (Karwowski & Marras 2003) Mikäli työkalun käytössä tarvitaan voimaa, pitää työkalun varsien tai massan oltava riittävän suuri, jolloin voima saadaan aikaan pienemmällä voimankäytöllä (Matikainen et al. 1995). Sähkökäyttöisissä työvälineissä on huomioitava, etteivät ne aiheuta liiallista tärinää (Karwowski & Marras 2003).

Työvälineiden materiaalien valinnassa on myös oltava tarkkana. Työkalujen tulee olla mahdollisimman kevyitä ja puristusta vaativat työkalut eivät saa olla materiaaliltaan liian pehmeitä. (Karwowski & Marras 2003) Lisäksi teräviä reunoja tulee välttää. Otteen on oltava hyvä ja otepinnan mahdollisimman suuri. Otetta tulisi pystyä myös jonkin verran muuntelemaan työskentelyn aikana. (Matikainen et al. 1995)

Työn ollessa fyysisesti kuormittavaa on mietittävä sopivien apuvälineiden käyttöä sekä uusien apuvälineiden kokeilemisesta. Apuvälineiden ollessa tarkoitukseen sopivia työasennot paranevat ja työntekijä voi paremmin. Apuvälineissä tulee ottaa huomioon, ettei niiden käyttö tuo uusia huonoja asentoja työhön ja että ne ovat käytettävyydeltään hyviä ja sopivia työhön. (Kaukiainen et al. 2000)

Esimerkiksi apuvälineitä valittaessa on otettava huomioon, että ne ovat käytettävyydeltään ja ergonomialtaan hyviä. Käytettävyydessä on huomioitava apuvälineiden sopivuus työtilaan, vaikutus työntekijän asentoon, materiaali, hallinta- ja ohjauslaitteet ja toimintavarmuus. Kuten yleensä työssä, myös välineiden käytössä on huomioitava, että asennot ovat hyviä. Materiaalin tulee olla riittävän kestävä ja sopiva työolosuhteisiin. Hallinta- ja ohjauslaitteiden käytön on oltava riittävän helppoa ja sujuvaa. (Kaukiainen et al. 2000)

Tarkasteltaessa työtä keventävien välineiden käytettävyyttä ja sopivuutta työhön, voidaan käyttää esimerkiksi taulukkoa, johon on merkitty työasento, työskentelykorkeus, siirrettävyys, ohjattavuus, voimantarve, hallintalaitteet, kädensijat, pyörät, jarrut, lukitus, huollettavuus, tuottavuus ja muut tekijät. (Kaukiainen et al. 2000)

## **2.2. Työkyvyn parantaminen ja fyysisen kuormittavuuden vähentäminen**

Ennen 1980-lukua terveyttä ja työkykyä edistävä toiminta keskittyi pääasiassa lääketieteelliseen sairauksien poistamiseen, mutta myöhemmin on työkyvyn parantamisessa otettu huomioon myös fyysiset, psyykkiset ja sosiaaliset näkökannat. 1980-luvulla alettiin kiinnittää enemmän huomiota muun muassa riskitekijöiden poistamiseen. Työkyvyn merkityksen kasvamisen myötä 1990-luvulta alkaen on edelleen alettu kiinnostua työkykyä parantavista olosuhteista, keinoista ja muista tekijöistä. (Matikainen et al. 1995)

Työkykyyn vaikuttavat työn sisältö, mutta myös työn fyysinen, henkinen ja sosiaalinen ympäristö. Ei pidä myöskään unohtaa elintapojen merkitystä hyvään työkykyyn. 1990-luvun puolivälin tienoilla työkyvyn on huomattu heikkenevän. Tähän on syynä ollut muun muassa työn vaatimusten kasvaminen niin fyysisellä kuin henkiselläkin alueella. (Matikainen et al. 1995)

Tärkeintä työkyvyn parantamisessa on ongelmien ennaltaehkäisy. Vasta tämän jälkeen tulevat toiminta, joka kohdistuu henkilöihin, joita työkyvyn heikkeneminen uhkaa ja toiminta, joka kohdistuu työkykynsä jo menettäneisiin työntekijöihin. (Matikainen et al.1995) Työympäristön kehittäminen on tehokkaimmillaan silloin, kun se tehdään järjestelmällisesti (Heinonen et al. 2004). Lyhyesti sanottuna työkyvyn parantaminen lähtee liikkeelle vallitsevan tilanteen arvioinnista, johon kuuluu yrityksen nykytilan selvitys, minkä jälkeen arvioidaan yksilöiden terveyttä ja työkykyä ja edelleen arvioidaan itse työtä ja työympäristöä ja lopuksi työyhteisön työkykyä. Näin saadaan tunnistettua ja analysoitua ongelmat. Nykytilan arvioinnin jälkeen suunnitellaan ja valitaan toimenpiteet ja toteutetaan suunnitelmat. (Matikainen et al. 1995, Heinonen et al. 2004) Lopuksi ratkaisujen vaikutuksia arvioidaan ja seurataan (Heinonen et al. 2004). Kehittämällä ei aina tarkoiteta täysin uuden luomista, vaan se voi olla myös vanhan parantamista ja korjaamista (Vartiainen 1994).

Työtä ja työympäristöä voidaan arvioida esimerkiksi työpaikkaselvityksillä. Niihin kuuluu muun muassa työhygienian arviointi, työstä, työoloista ja yhteisöstä johtuvien vaarojen arviointi, ensiapu- ja suuronnettomuusvaarojen arviointi. Työolojen ja työn tekemiseen liittyvien henkisten ja fyysisten kuormitustekijöiden arviointia voidaan tehdä ergonomisella selvityksellä. (Matikainen et al. 1995)

Fyysisesti kuormittavassa työssä ergonomian parantaminen on tärkeä osa tuki- ja liikuntaelinsairauksien ehkäisyä (Matikainen et al. 1995). Työturvallisuuslaki määrää, että työnantajan on poistettava tekijät, jotka aiheuttavat haittaa tai vaaraa työntekijöille (L 23.8.2002/738).

Työhön opastuksella on merkitys yleisesti turvallisuuden parantamisessa, mutta myös ergonomiatietämyksen lisäämisessä ja ergonomian parantamisessa. Näiden lisäksi perehdytys edesauttaa henkilöstön osaamista ja parantaa henkilöstön osaamisen kautta tuotteiden laatua. Ennen kaikkea hyvällä työhön opastuksella voidaan ennalta ehkäistä ongelmia, kuten työtapaturmia. Tämän vuoksi perehdytyksessä on otettava huomioon aina myös työturvallisuusasiat. Opastus on ennakoivaa turvallisuustyötä ja siksi siihen on otettava mukaan työpaikalla tehdyt riskienarviointit. Perehdyttäjän tulisi myös tuntea jonkin verran työturvallisuuteen liittyvää lainsäädäntöä. (Penttinen & Mäntynen 2006)

Työmenetelmien kehittäminen ja myös niiden vaihtelu vähentää työntekijöiden fyysistä kuormittumista (Silta et al. 1986). Myös työtehtävien vaihtelua eli työkiertoa voidaan pitää kuormituksen vähentämisen keinona (Valtion työmarkkinalaitos 2001). Myös Perkiö-Mäkelä et al. (2005) ovat suositelleet ergonomian parantamiseksi työkiertoa (Perkiö-Mäkelä et al. 2005). Työkiertoa on suositeltu ergonomian parantamiseksi monissa tilanteissa (OSHA 2004, Lahti 2006, Pitkänen 2006). Työkiertoon verrattavissa on ehdotus työn monipuolistamisesta, jossa yhden työvaiheen sijaan työntekijät

osallistuivat useaan työvaiheeseen (Nagamachi 2007). Työn tekemiseen liittyvä ratkaisu on myös video-opastus oikeisiin työtapoihin (Kautto et al. 2006).

Työkiertoa kutsutaan myös henkilöieroksi. Sillä tarkoitetaan sitä, että henkilö menee tietyksi ajaksi työskentelemään muihin tehtäviin tai jopa toiseen organisaatioon. Henkilökiertoa pidetään pääasiassa henkilöstön kehittämisen menetelmänä, mutta sillä on hyötyä myös työkykyä ylläpitävänä toimintana eli myös kuormittumisen vähentäjänä. (Valtion työmarkkinalaitos 2001)

Tehokkain tapa rasisairauksien ehkäisyyn on muuttaa liikeratoja ja työasentoja päivän aikana. Koska staattinen lihastyö aiheuttaa helpoimmin väsymystä, sen vähentäminen työssä on erityisen tärkeää. (Haug et al. 1999, Hasegawa et al. 2001) Fyysistä kuormitusta voidaan ehkäistä muun muassa koneiden huolellisella suunnittelulla sekä työpisteiden ergonomisella suunnittelulla. (Silta et al. 1986, Lin & Chan 2007)

Perkiö-Mäkelä et al. (2005) ovat kehittäneet ratkaisuja, jotka sopivat joko sellaisenaan tai hieman muutettuina myös postin lajittelutyöhön. Esimerkiksi vaihtamalla työskentelypuolta liukuhihnalla vältettiin kumartelua ja kurkottelua. Myös sijoittamalla hihnan vieressä oleva lava hihnan jatkeeksi, on vältetty selän kierto liikkeitä. Tämä perustuu siihen, että kappaleen voi liu'uttaa hihnalta lavalle, jolloin sitä ei tarvitse nostaa. (Perkiö-Mäkelä et al. 2005, Korkmaz et al. 2006)

Liukuhihnatyössä hihnan korkeutta säätämällä on saatu parannettua selän asentoja (Perkiö-Mäkelä et al. 2005, Nagamachi 1995). Lisäksi jatkettavia rullaratoja lisäämällä ja automatisoinnilla on parannettu työasentoja (Perkiö-Mäkelä et al. 2005). Nostamisen ja kantamisen vähentämiseksi on lisätty liukuhihnoja. Lyhyiden nostojen helpottamiseksi on asennettu rulla- tai pallopöytiä. (OSHA 2004) Myös Lahti (2006) on ehdottanut rulla- ja liukupöytäratkaisua. Lisäksi työpisteissä voidaan käyttää hydraulisesti säädettäviä pöytiä, jolloin jokaisen työntekijän on helppo säätää työpiste itselleen sopivaksi. (Lahti 2006)

Työn mahdollisella automatisoinnilla, kuten esimerkiksi automaattisilla tuotantolinjoilla voidaan vähentää fyysistä kuormitusta ja käsin tehtävää työtä (Balogh et al. 2006, Decabooter 2006). Nagamachin (1995) mukaan huonoja työasentoja on saatu vähennettyä huomattavasti hankkimalla automaattisia välineitä työtehtäviin, joissa joudutaan työskentelemään huonoissa työasunnoissa (Nagamachi 1995).

Apuvälineratkaisuna lavojen täytössä voidaan käyttää esimerkiksi nostopöytiä ja erilaisia hissejä (Eastman Kodak Company 1983). Raskaisiin siirtoihin voidaan käyttää pyörällisiä kärryjä apuna. Lisäksi raskaissa nostoissa voidaan käyttää alipainenostimia. (OSHA 2004)

### 2.3. Sairauspoissaolojen merkitys yritykselle

Sairauspoissaoloihin työpaikalla vaikuttaa ensinnäkin työntekijöiden työkyky ja terveys. Toiseksi työn vaatimukset sekä työolot ovat osatekijänä poissaolojen määrään. Työntekijöistä osa saattaa olla myös vajaakuntoisia, mikä myös osaltaan vaikuttaa poissaoloihin. (Liukkonen 2006)

Sairauspoissaoloilla ja työhyvinvoinnilla on yhteys myös yrityksen taloudelliseen kilpailukykyyn. Vaikka yrityksille aiheutuu kustannuksia monista tekijöistä, ovat sairauspoissaolot yksi kustannusten aiheuttaja ja kilpailukykyyn heikentäjä. Sairauspoissaolot aiheuttavat kustannuksia myös yhteiskunnalle ja työntekijälle. Joissain tapauksissa, kuten esimerkiksi laman aikana, sairauspoissaolot voivat olla yritykselle myös säästö. Kuitenkin olettaessa koko tuotantokapasiteetin olevan käytössä, puhutaan sairauspoissaolokuluista, koska tällöin työntekijän poissaolo pienentää työpanoksen kapasiteettia. (Liukkonen 2006)

Sairauspoissaoloista aiheutuviin kustannuksiin lukeutuu kolme eri tekijää. Ne ovat työnantajan maksama palkka sairauspoissaolon aikana, sairauspoissaolojen vaikutus tuotantoon sekä poissaoloa paikkaavan työn kustannukset. Koska työnantaja joutuu maksamaan sairauden ajalta palkkaa, maksaa hän työntekijästä, joka ei kuitenkaan tee työtä. Tuotannolle suurimmat kulut aiheutuvat sairauspoissaolon aiheuttamista virhekuluista, kun laatuvirheet lisääntyvät. Kolmanneksi joudutaan sairaan tilalle palkkaamaan sijainen. Sijaisen palkka tai mahdolliset ylimääräiset ostetut palvelut aiheuttavat kuluja. (Liukkonen 2006)

Työtapaturmien aiheuttamia kuluja ja eläköitymisen aiheuttamia kustannuksia on laskettu erikseen. Viime vuosina huomattava osa on jäänyt vanhuuseläkkeen sijaan työkyvyttömyyseläkkeelle, työttömyyseläkkeelle tai yksilölliselle varhaiseläkkeelle. Työkyvyttömyyseläkkeelle siirtyminen aiheuttaa kustannuksia sekä työntekijälle että yritykselle. (Liukkonen 2006)

Lisäksi on todettu työvoiman vähentämisen lisäävän sairastavuutta ja työilmapiiriin, työntekijöiden määrän ja yrityksen nuoruuden vaikuttavan tuottavuuteen. Työpaikan kannattavuuteen vaikuttaa myös esimiehen tuki, jatkuvan parantamisen elementit sekä myönteinen ilmapiiri. Työympäristön osalta lähinnä riskienkartoituksella ja siten myös tapaturmien ehkäisyllä on ollut positiivisia vaikutuksia. Yhdenkin tapaturman aiheuttamat kustannukset ovat yritykselle huomattavat. (Ahonen et al. 2001)

Sairauspoissaoloista ja niiden aiheuttamista kustannuksista saadaan tietoa, kun niitä seurataan ja tilastoidaan. Poissaolojen vähentämiseen ei kuitenkaan riitä pelkkä tilastointi. Tärkeää poissaolojen ehkäisyssä on työolosuhteiden ja työympäristön kehittäminen terveyttä ja hyvinvointia tukevaksi. (Liukkonen 2006)

Tutkimusta on tehty myös työkykyä ylläpitävän toiminnan taloudellisista vaikutuksista. Terveysteen vaikuttavat toimenpiteet, kuten työyhteisön sekä työympäristön kehittäminen vaikuttavat positiivisella tavalla liiketalouteen. Esimerkiksi sosiaali- ja terveysministeriön ja työterveyslaitoksen vuonna 1999 tekemän tyky-barometrin mukaan työnantajista lähes 90 % mieltää tyky-toimintaan panostamisen kannattavana. Lisäksi kansainvälisissä tutkimuksissa on todettu, että jokainen työkykyä edistäviin ohjelmiin panostettu euro tuottaa kolme euroa takaisin. (Ahonen et al. 2001)

## **2.4. Ergonomian huomioon ottaminen suunnittelussa**

### ***2.4.1. Työtilojen ergonomian suunnittelu***

Työolot ovat merkittävä osa työntekijöiden terveyden ja toimintakyvyn edistämistä. Hyviin työoloihin puolestaan päästään mahdollisimman hyvällä työpaikan suunnittelulla. Suunnittelulla tarkoitetaan toimenpiteiden määrittelyä, jossa pyritään fyysisten laitteiden kehittämiseen ja rakentamiseen. Suunnittelu on useimmiten vanhojen ratkaisujen yhdistelemistä, jolloin ei tarvitse lähteä keksimään aivan uusia ratkaisuja. Ihanteellisinta suunnittelu on silloin, kun siihen otetaan mukaan niin työterveyshuolto kuin työntekijätkin. (Matikainen et al. 1995)

Ergonomia olisi otettava huomioon työpaikan jokapäiväisessä toiminnassa, mutta erittäin tärkeää on ottaa se huomioon myös suunnittelussa. Työtilojen suunnittelu on tärkeää, sillä ennaltaehkäisevä toiminta vähentää työpaikan ergonomisia ongelmia. Esimerkiksi työpisteiden layoutin suunnittelu parantaa liikkumista työpisteessä. Kuitenkaan korjaavaa toimintaa ei pidä unohtaa kokonaan. Suunnittelussa kyseessä voi olla joko kokonaan uuden suunnittelu tai vanhan korjaaminen. Suunnittelu voi kohdistua työympäristöön, työskentelypaikkaan, työvälineisiin, työprosessiin sekä työn kohteisiin. (Sillanpää 2003)

Hyvässä työpaikkasuunnittelussa jokaisessa suunnitteluvaiheessa tulee miettiä myös ergonomisia kysymyksiä. Suunnittelijat eivät välttämättä tiedä itse paljoa ergonomiasta. Tällöin heidän tulisi tutkia muun muassa ergonomiaan liittyviä standardeja ja kirjoja sekä keskustella esimerkiksi työterveyshuollon asiantuntijan tai työtä tekevien henkilöiden kanssa mahdollisista ratkaisuista. (Lehtelä & Launis 2006)

Lehtelä ja Launis (2006) esittelevät logistep-ketjun, jota voidaan käyttää apuna turvallisten ja terveellisten toimitilojen aikaansaamiseksi. Ketjun mukaan ensin on mietittävä ihmisten työtehtävät työjärjestelmässä. Tämän jälkeen arvioidaan, onko näissä tehtävissä ihmisille huonosti sopivia tekijöitä. Työntekijöiden kanssa tulee keskustella siitä, miten heidän mielestään työ sujuisi paremmin. Tässä vaiheessa suunnittelijalle tulee kuvata mahdollisimman tarkkaan tarpeet, jotka työtilassa pitää huomioida. Eri ratkaisuja tulee kokeilla ja testata ja vertailla vastaavia paikkoja

keskenään. Laitteiden on lisäksi oltava tarpeeksi helppokäyttöisiä. Lopuksi tulee varmistaa laitteiden sopivuus työhön ja opastaa käyttäjät käyttämään niitä. Mikäli ergonomisia puutteita edelleen esiintyy, on ne korjattava. (Lehtelä & Launis 2006)

Suunnittelussa kannattaa ottaa huomioon myös standardien vaatimukset. Esimerkiksi työjärjestelmien ergonomiset suunnitteluperiaatteet on standardi, jota voidaan käyttää, jotta täytetään työjärjestelmän ergonomiset vaatimukset. Standardin mukaisesti suunniteltaessa ergonomian perustietämys otetaan huomioon. Standardin avulla voidaan työjärjestelmien lisäksi suunnitella myös tuotteita. (SFS-EN ISO 6385 2004)

#### **2.4.2. Käytettävyys**

Käytettävyydeltään hyvä tuote on miellyttävä ja helppo käyttää ja sillä saavutetaan tulokset tehokkaasti. Esimerkiksi koneilla ja laitteilla käytettävyys tarkoittaa niitä koneen ominaisuuksia, jotka tekevät laitteen helposti ja miellyttävästi käytettäväksi. Käytettävyyden ja ergonomian tavoitteena on toimiva suhde tuotteen, tehtävän ja käyttäjän välillä. (Väyrynen et al. 2004)

Ergonomia ja käytettävyys liitetään usein yhteen. Niiden välinen yhteys on siinä, että ergonomia voidaan nähdä joko turvallisuuden korostamisen tai käytettävyyden korostamisen näkökulmasta. Hyvä ergonomia edistää kuitenkin sekä turvallisuutta että käytettävyyttä. Käytettävyyttä korostavassa ergonomiassa kiinnitetään huomiota tuotteen hyödyllisyyteen ja käyttäjäturvallisuuteen ja edelleen niistä johtuviin tuloksiin ja hyvinvointiin. (Väyrynen et al. 2004)

Käytettävyystekniikalla puolestaan tarkoitetaan niitä mittaus- ja muita menetelmiä, joilla hyvään käytettävyyteen pyritään. Selvittäessä tuotteen ja käyttäjän välistä vuorovaikutusta, voidaan tehdä käytettävyystudkimuksia. Tutkimukset kohdistuvat usein jo valmiisiin tuotteisiin. Tutkimuksia voidaan tehdä myös suunnitteluasteella olevalle tuotteelle, mikä on parempi vaihtoehto. (Väyrynen et al. 2004)

#### **2.4.3. Käyttäjien huomioon ottaminen suunnittelussa**

Otettaessa jotakin tuotetta käyttöön tai suunniteltaessa uutta tuotetta on otettava huomioon käyttäjät. Käyttäjäkeskeisellä suunnittelulla tarkoitetaan käyttäjien ottamista huomioon heti prosessin alussa. Käyttäjäkeskeisen suunnittelun periaate on se, että mikäli tuote on tarkoitettu ihmisten käytettäväksi, on sen suunnittelussa otettava huomioon ihmisten henkiset ja fyysiset ominaisuudet. Käyttäjäkeskeisen suunnittelun avulla tuotteista saadaan käytettävyydeltään mahdollisimman hyviä. Käyttäjien ominaisuuksilla voi olla suurikin merkitys tuotteen suunnittelussa. Esimerkiksi ikä, sukupuoli, kansallisuus, ammatti ja erikoistaidot ovat ominaisuuksia, jotka kannattaa ottaa huomioon. Lisäksi on tiettyjä erityisryhmiä, jotka tulisi ottaa huomioon tuotetta ja



sen käyttöä suunniteltaessa. Erityisryhmiä ovat muun muassa nuoret, vanhukset, vammaiset ja raskaana olevat. Lisäksi käyttäjät voidaan jakaa ammattihenkilöihin ja tavallisiin kuluttajiin. (Väyrynen et al. 2004)

Tavoitteena käyttäjakeskeisessä suunnittelussa on tuote, josta on helppo nähdä, mitkä toiminnot ovat mahdollisia. Lisäksi asioiden on oltava näkyvissä. Järjestelmän tila tulee nähdä koko ajan. Myös aikomusten ja vaatimusten, toimenpiteiden ja seurausten sekä näkyvän tilan ja järjestelmän välisen suhteen tulee olla helposti ymmärrettävissä. Tuotteen ja käyttäjän välinen suhde on otettava huomioon. Hyvä tuote aiheuttaa käyttäjälleen myös mielihyvää. (Väyrynen et al. 2004)

Osallistuvalla suunnittelulla tarkoitetaan sitä, että sekä käyttäjiä että eri asiantuntijoita on mukana suunnittelussa. Osallistuvaa suunnittelua voidaan käyttää työolojen sekä tuotteiden ergonomian kehittämisessä. (Väyrynen et al. 2004) Osallistuvalla ergonomialla tarkoitetaan työntekijöiden aktiivista osallistumista ergonomiatiedon ja menettelytapojen parantamisessa. Osallistuva ergonomia onkin hyvä keino huolehtia työntekijöiden hyvinvoinnista, sillä työntekijät itse tietävät, minkälaisia ongelmia työpaikalla esiintyy. (Nagamachi 1995)

Hyviä puolia osallistuvassa suunnittelussa ovat käyttäjien ominaisuuksien huomioiminen, työntekijöiden korkeampi motivaatio ja lisäksi osallistuminen opettaa kaikkia osapuolia. Huonoina puolina voidaan pitää vaadittavaa aikaa ja mahdollisesti syntyviä ristiriitoja. Osallistuvassa suunnittelussa yksi tärkeä osa on minimoida vakiintuneisiin käytäntöihin nojautuminen ilman, että edes pohdittaisiin uusia ratkaisuja. (Väyrynen et al. 2004)

## **2.5. Työympäristön kehittäminen ja tuotekehitys**

Työympäristön kehittämistä voidaan osittain verrata myös tuotekehitysprosessiin. Ensin tehdään tehtävänasettelu ja asetetaan ratkaisuille tavoitteet ja vaatimukset. Tämän jälkeen etsitään erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja eri menetelmillä, ideoita arvostellaan, ratkaisut testataan ja hyväksytään. (Jokinen 1987)

Ongelman määrittelyssä ongelma rajataan ja siihen liittyvät tekijät tunnistetaan. Ongelman analysoinnissa pyritään selvittämään ongelman syntyyn vaikuttavat tekijät. Ratkaisujen ideoinnin tarkoituksena on löytää ratkaisut, joilla ongelmaa pystytään pienentämään. Ratkaisuvaihtoehtojen etsintään voidaan käyttää erilaisia menetelmiä. Alussa otetaan huomioon kaikki mahdolliset esille tulevat vaihtoehdot. Ideat jaotellaan vasta valintavaiheessa ja niitä tulee jaotella tehokkuuden, taloudellisuuden ja toteuttamiskelpoisuuden perusteella. (Heinonen et al. 2004)

Ratkaisuvaihtoehtoja tulisi havainnollistaa ja testata. Työpaikasta voidaan tehdä havainnollisia malleja tai voidaan rakentaa jopa luonnollisen kokoisia malleja testaamista varten. Testaamisessa kannattaa aina käyttää työntekijöiden mielipiteitä ratkaisusta. (Matikainen et al. 1995)

Vielä ratkaisujen toteutuksessa pohditaan ratkaisun käyttökelpoisuutta ja tehdään aikataulu toteutukselle. Seuraamalla ratkaisun käyttöön ottoa havaitaan mahdolliset esiintyvät ongelmat heti alkuvaiheessa, jolloin virheiden korjaus on helpompaa. Vaikutusten arvioinnissa selvitetään, onko ongelma poistunut ja onko mahdollisesti ilmennyt uusia ongelmia. Vaikutusten arviointi kannattaa myös dokumentoida, jotta dokumentteja voidaan myöhemmin käyttää hyväksi. (Heinonen et al. 2004) Ratkaisujen valintaan voidaan käyttää esimerkiksi taulukkoa, jossa sarakkeina ovat eri ratkaisut ja riveinä ratkaisulta vaadittavat ominaisuudet. Tällaisia ominaisuuksia ovat muun muassa ergonomisuus, turvallisuus ja kustannukset. (Jokinen 1987)

Erilaisten ratkaisuvaihtoehtojen etsinnässä voidaan myös käyttää valmiita malleja. Yksi tällainen malli etenee projektin aloittamisesta tiedon keräämiseen, konseptin eli luonnoksen luomiseen ja konseptin kehittämiseen. Näiden vaiheiden jälkeen luonnos valitaan ja hienosäädetään ja lopuksi tehdään lopulliset suunnittelukonseptit. Jokaisessa vaiheessa kuunnellaan käyttäjiä ja heidän antamaansa palautetta. Näin myös lopulliseen suunnittelukonseptiin saadaan mukaan käyttäjien mielipiteet ja ehdotukset ratkaisun suhteen. (Väyrynen et al. 2004)

## 3. PROSESSIN KUVAUS JA TUTKIMUSONGELMA

### 3.1. Yrityksen ja prosessin kuvaus

Suomen Posti Oyj muuttui 1.6.2007 Itella Oyj:ksi. Itella on logistiikan palveluyritys, joka jakautuu kolmeen liiketoimintaryhmään, jotka ovat viestinvälitys, informaatiologiikka ja logistiikka. Postin vuosikertomuksen mukaan liikevaihto oli vuonna 2006 1550,6 miljoonaa euroa ja liikevoitto 89,0 miljoonaa euroa. Itella-konserni on Suomen kolmanneksi suurin työnantaja. Henkilöstöä oli konsernissa vuonna 2006 24806, joista 1550 työskenteli ulkomailla. Työntekijöistä 20 % on työskennellyt Itellassa yli 25 vuotta.

Vuoden 2007 alussa kaikista Itellan poissaoloista yli 46 % johtui tuki- ja liikuntaelinsairauksista. Tämä on huomattava määrä, sillä seuraavaksi eniten ja 10 %:n ylittäviä poissaolojen syitä olivat työterveyshoitajan poissaolotodistuksen perusteella saadut poissaolot (12,4 %) sekä vammat ja myrkytykset (10,07 %). Tampereen postikeskuksen osalta vuonna 2006 52,4 % (4421 sairauspoissaolopäivää) sairauspoissaoloista johtui tuki- ja liikuntaelinsairauksista. Tuki- ja liikuntaelinsairauksista johtuvien poissaolojen määrä on suuri. Toiseksi eniten sairauspoissaoloja on aiheuttanut mielenterveyden häiriöt (10,8 %, 908 sairauspoissaolopäivää) ja kolmanneksi eniten poissaoloja on ollut työterveyshoitajan poissaolotodistuksella (8,4 %, 705 sairauspoissaolopäivää).

Kaikkien postikeskusten sekä pelkästään Tampereen postikeskuksen osalta vastaanottokäynneistä voidaan erottaa kolme yleisintä syytä, jotka ovat tuki- ja liikuntaelimet, hengityselimet sekä muut syyt. Kaikkien postikeskusten osalta vastaanottokäynneistä 27,4 % johtui tuki- ja liikuntaelimestä, 18,5 % muista syistä ja 18,4 % hengityselimestä. Tampereen postikeskuksessa vastaavat luvut ovat tuki- ja liikuntaelimet 34 %, hengityselimet 20,5 % ja muut syyt 14,8 %. Näistä luvuista voidaan päätellä tuki- ja liikuntaelinongelmien ehkäisyn olevan merkittävässä osassa.

Tämä työ kohdentuu Tampereen postikeskuksen raskaan postin eli pakettien, lehtikimppujen ja maksikirjeiden lajitteluun. Työ on rajattu lähetysten yksiköintivaiheeseen, jota tässä työssä kutsutaan luisutyöskentelyksi, koska konkreettisesti työ on lähetysten siirtämistä käsin luisusta kuljetusyksikköön. Luisulla

tarkoitetaan luiskaa, jota pitkin lähetykset liukuvat ylempänä olevalta kuljetushihnalta alas työntekijöiden käsiteltäviksi.

Raskaan postin lajittelu tehdään syöttö-koodaus-luisuprosessissa. (Kuva 2.1.) Syöttövaiheessa paketit ja lehtikimput kaadetaan hihnalle joko koneellisesti tai nostetaan käsin rullakosta. Iltavuorossa joudutaan nostamaan paketteja käsin rullakoista, kun aamuvuorossa tätä ei jouduta tekemään. Tämä johtuu siitä, että iltavuorossa paketteja tulee rullakoissa, joita ei voida kaataa kaatolaitteella. Iltavuorossa lisäksi kaadetaan käsin rullakoista paketteja hihnalle. Syöttövaiheessa paketit käännetään hihnalla siten, että koodaajan on helppo kirjata osoitetiedot tai lukea osoitetiedot viivakoodin lukijalla.

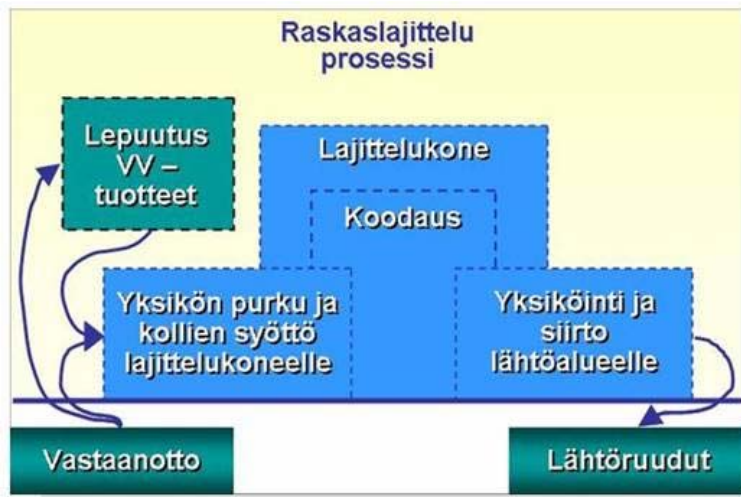
Syötöstä paketit ja lehtikimput etenevät hihnaa pitkin koodaukseen, jossa niiden postinumerot koodataan joko näppäilemällä koodi käsin tai lukemalla se symbol – tiedonkeruulaitteella. Koodauksen jälkeen lähetykset etenevät edelleen hihnaa pitkin. Hihnalta lähetykset etenevät oikean luisun kohdalle ja putoavat luisun kohdalla alas. (Kuva 2.2.) Mikäli lähetys ei mahdu luisuun sen ollessa täynnä tai mikäli lähetys ei löydä oikeaan paikkaan väärän koodauksen vuoksi, se kiertää hihnalla kahdeksan kierrosta, minkä jälkeen se menee hukkaluisuun, josta se joudutaan lajittelemaan uudestaan.

Yksiköinnissä eli luisutyöskentelyssä tulee ensimmäisenä valmistella kuljetusyksiköistä lajittelukenttä luisun eteen. Mikäli kuljetusyksiköitä on paljon, laitetaan yksi yksikkö myös luisun molemmille puolille luisun viereen. Kuljetusyksikkö voi olla rullakko, lehtihäkki tai pakettihäkki. Lajittelukentällä tarkoitetaan sitä kuljetusyksiköiden joukkoa, johon menevät samasta luisusta tulevat lähetykset. Jokaiseen kuljetusyksikköön tulostetaan ja kiinnitetään ohjauslappu. Ohjauslapussa lukee palvelu(t), postinumero(t), osoitetoimipaikka tai lauantaijakelu. Luisuista tulevat paketit ja lehtikimput nostetaan käsin ohjauslapun tietojen mukaan oikeaan kuljetusyksikköön.

Paketit tulisi sijoitella kuljetusyksikköön siten, että raskaat ovat alla ja kevyet päällä. Lisäksi kuljetusyksikön täyttöasteen tulisi olla mahdollisimman hyvä. Mikäli rullakko täytetään lehtikimpuilla, se on jätettävä puolilleen, koska rullakon paino saa olla korkeintaan 250 kg. Täytössä on lisäksi otettava huomioon se, etteivät lähetykset tule yli etureunan. Kun yksikkö on täynnä, laitetaan rullakoiden remmit kiinni ja suljetaan häkkien ovet. Valmiit yksiköt rekisteröidään ja siirretään oikeaan lähtöpaikkaan.

Luisut ovat reunan kanssa mitattuna 89 cm korkeita. Luisun pohja on lattiasta mitattuna 80 cm:n korkeudella, joka on nostokorkeus. Etureunasta mitattuna reunan korkeus on 11 cm. Luisut ovat 130 cm leveitä. Sellaiset paketit, jotka ovat liian painavia, liian suuria tai hankalan muotoisia, menevät erilliskäsiteltäviksi. Tällöin niitä ei käsitellä

luisutyöskentelyssä. Luisutyössä käsitellään vain alle 35 kg painavat ja alle 60x100 cm suuruiset paketit.



Kuva 2.1. Raskaan postin lajitteluprosessi (Itella Oyj 2007)



Kuva 2.2. Luisu, johon lähetykset tulevat ylempänä kulkevalta hihnalta.

### 3.2. Tutkimusongelma

Ergopostiprojektissa vuonna 2006 havaittiin luisutyön olevan fyysisesti kuormittavaa ja sen vuoksi luisutyötä tulee kehittää (Louhevaara et al. 2006). Ergopostin lisäksi vuonna 2004 Tampereen postikeskuksessa tehdyssä riskienarvioinnissa tuli esille luisutyöskentelyn ongelmia, jotka aiheuttavat fyysistä kuormitusta (Itella Oyj 2007). Tässä tutkimuksessa tehdyssä esiselvityksessä havainnoitiin työskentelyä Tampereen postikeskuksessa ja samassa yhteydessä haastateltiin työntekijöitä.

Ergopostin tulosten perusteella luisutyön ongelmia ovat nostot, työpisteen mitoitus, työn fyysinen kuormitus, toistotyö, hankalat työasennot, voimankäyttö, yläraajojen asennot ja tarttuminen sekä pakettien pakkautuminen. Nostoissa ongelmallista oli nostotyön osuus työajasta, nostotiheys, taakan paino ja nostokorkeus. Huonoja asentoja aiheuttavat häkit ja rullakot, kun niihin joudutaan kumartelemaan. (Louhevaara et al. 2006)

Tehtyjen riskienarviointien perusteella ongelmia luisutyössä ovat fyysinen kuormitus, nostot, toistotyö ja epäergonomiset asennot, ahtaus, väärät työasennot, pakettien pakkautuminen ja työpisteen järjestys ja siisteys. Tässä tutkimuksessa tehtyjen havaintokäyntien perusteella Tampereen postikeskuksen ongelmia ovat seisomatyö, joissakin tapauksissa pitkät kantomatkat, nostot, huonot työasennot, pakettien juuttuminen luisuun, pakettien pakkautuminen ja pakkautuneiden pakettien repiminen sekä toistotyö. Nämä ovat samantyyppisiä ongelmia, kuin riskienarvioinneissa ja ergopostin tuloksissa havaittiin.

Työntekijöitä haastateltaessa kysyttiin mitkä ovat suurimpia ongelmia työssä. Etenkin pitkät henkilöt olivat sitä mieltä, että heidän on hankalampi työskennellä kuin muiden, sillä työskentelykorkeudet ovat heille liian alhaisia. Pääasiassa työntekijät olivat sitä mieltä, että työn rasittavuus riippuu henkilöstä. Etenkin kiireessä työtä tehdään monesti huonoissa asennoissa. Painavat paketit ovat ongelmallisia samoin kuin toispuolinen rasitus, kurottelu ja kumartelu. Varsinkin häkit aiheuttavat ongelmia. Kappaleiden pakkautuminen ja juuttuminen luisuun koettiin myös ongelmallisiksi.

Todetut ongelmat taulukoitiin (Taulukko 2.1.). Tämän jälkeen laskettiin, kuinka monta kertaa kyseinen ongelma esiintyy, minkä perusteella löydettiin luisutyössä esiintyvät merkittävimmät ongelmat.

Taulukko 2.1. Luisutyössä ongelmia aiheuttavat tekijät eri tutkimusten mukaan

	Ergoposti (Louhevaara et al. 2006)	Riskienarvioinnit (Itella Oyj 2007)	Esiselvitys: Havainnointi	Esiselvitys: Työntekijöiden mielipiteet	Yhteensä havaittu (kertaa)
Nostot	x	x	x	x	4
Työpisteen mitoitus	x		x	x	3
Toistotyö	x	x	x		3
Hankalat asennot (kumartelu, kurkottelu)	x	x	x	x	4
Voimankäyttö	x				1
Yläraajojen asennot	x				1
Pakkautuminen	x		x	x	3
Ahtaus		x			1
Järjestys ja siisteys		x			1
Kävely, kantaminen			x		1
Pakettien juuttuminen luisuun			x	x	2
Toispuolinen rasitus				x	1

Taulukon mukaan lukumääräisesti eri tutkimusten perusteella eniten ongelmia aiheuttavat nostot ja hankalat työasennot. Nosto-ongelmiin kuuluvat kaikki nostamisen ongelmat, kuten painavat kappaleet, nostojen toistuvuus, nostokorkeus jne. Hankaliin työasentoihin puolestaan kuuluvat häkkien ja rullakoiden koosta aiheutuvat kumartelut ja kurkottelut sekä kiertoliikkeet ja nostoasennot. Työ on lisäksi jatkuvasti samana toistuvaa. Lähetykset pakkautuvat tiukasti luisun alaosaan ja ne saattavat myös juuttua ylemmäs luisuun, jolloin niitä on hankalaa irrottaa. Pakkautuminen aiheuttaa ongelmia, sillä pakettien repiminen vaatii paljon voimaa. Myös työpisteen mitoituksessa on ongelmia, sillä nostokorkeudet ovat hankalia.

Laskettiin nostokaavalla, mikä olisi suositeltava enimmäistaakka. Arvot arvioitiin työtilanteesta ja käytettiin taulukoita (Väyrynen et al. 2004).

$$H = 40 \text{ cm}, HM = 25/40 = 0,625$$

$$V = 80 \text{ cm}, VM = 1 - (0,003 * (80 - 75)) = 0,985$$

$$D (\text{nostettaessa luisusta rullakon pohjalle}) = 65 \text{ cm}, DM = 0,82 + (4,5/65) = 0,889$$

AM (taakkaa nostetaan yli 135 astetta, joten käytettiin suurinta mahdollista arvoa) = 0,5  
 FM (taulukosta, kun nostoja on yli 10 kpl/min työvuoron ajan) = 0  
 CM (kohtalainen, kun  $V < 75$ ) = 1,0  
 $RWL = 23 * 0,624 * 0,985 * 0,889 * 0,5 * 1 = \underline{6,3 \text{ kg}}$

Nostokaavalla laskettaessa enimmäistaakan tulisi olla noin 6,3 kg. Koska taakat voivat painaa maksimissaan 35 kg, voidaan päätellä, että nosto-olosuhteet ovat melko huonot. Nostettavat kappaleet ovat erikokoisia ja osa niistä on painavia. Juuri lähetysten erilaisuus on ongelmallista. Koska lähetykset voivat olla melkein minkälaisia tahansa ja niiden kokoon ja muotoon ei voida vaikuttaa, on panostettava nostamisen helpottamiseen.

Nostot myös toistuvat työssä jatkuvasti, mutta toistotyörahitusta on pyritty pienentämään työkierron avulla. Työkierto toimii siten, että yksi päivä työskennellään luisulla ja seuraavana päivänä työskennellään vaihdellen syöttöpisteen ja koodauspisteen välillä. Luisut ovat mittauksen mukaan työterveyslaitoksen suositusnostokorkeutta (75 cm) korkeammalla. Kuljetusyksiköt ovat luisua vastapäätä, jolloin lähetysten nostaminen luisusta kuljetusyksikköön aiheuttaa kiertoliikettä. Kiertoliikettä voisi välttää kääntymällä kokonaan, mutta etenkin kiireessä käytetään väärä asentoja.

Huonoja asentoja aiheutuu myös rullakoiden ja häkkien rakenteista. Rullakoiden ja häkkien pohjat ovat noin 15 cm lattiatason yläpuolella, jolloin nostettaessa lähetyksiä tyhjiin kuljetusyksiköihin joudutaan kumartelemaan alimmillaan 15 cm:n korkeudelle. Kun rullakko täyttyy, joudutaan lähetyksiä nostamaan huomattavasti hartiatason yläpuolelle. Maksiminostokorkeudet ovat pakettihäkeissä noin 167 cm, lehtihäkeissä noin 100 cm ja rullakoissa noin 155 cm.

Lähetysten pakkautuminen ja siihen liittyvä voimankäyttö aiheutuvat luisun täyttymisestä nopeammin, kuin sitä ehditään tyhjentää. Luisussa on ylhäällä valosilmä, joka vahtii luisun täyttymistä. Kun luisu on ylös asti täynnä, sinne ei pääse enää tavaraa, vaan se jää kiertämään hihnalle. Koska luisu on ylös asti täynnä, alhaalla olevat lähetykset pakkautuvat tiiviisti reunaa vasten, jolloin joudutaan käyttämään voimaa, jotta paketit ja lehtikimput saataisiin nostettua luisusta pois.

Pakettien ja etenkin muovipäällysteisten lehtikimppujen juuttuminen luisuun aiheuttaa ongelmia. Luisun pintaa vahataan, jotta luistaminen olisi parempaa, mutta pinnan kuluessa juuttumista tapahtuu. Muovipäällysteiset lehtikimput juuttuvat eniten. Varsinkin kosteina ne jäävät hyvin helposti ylös luisuun, josta niitä joudutaan irrottamaan metallisen kepin avulla. Tämä vaikuttaa negatiivisesti myös prosessiin, sillä lähetysten juuttuessa ylös valosilmä tulkitsee luisun olevan täynnä. Tällöin luisuun ei



pääse tavaraa, vaikka se olisikin tyhjä ja lähetykset kiertävät hinnalla ja joutuvat turhaan hukkaluusuun ja uudelleen lajiteltaviksi, mikä puolestaan on turhaa työtä.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on ratkaisuvaihtoehtojen etsiminen löydettyjen ongelmien vähentämiseksi. Tutkimuskohteet rajattiin siten, että niiden tuli liittyä 1) luisujen rakenteeseen, 2) rullakoihin, härkeihin ja rullakkokenttiin sekä 3) apuvälineisiin. Työssä pyrittiin vastaamaan kysymykseen: Millä rakenteeseen, kuljetusyksiköihin ja apuvälineisiin liittyvillä ratkaisulla voidaan vähentää havaittuja ongelmia?

Kun kysymys jaetaan pienempiin osiin, saadaan seuraavat kysymykset:

- Millä luisujen rakenteisiin liittyvillä ratkaisulla voidaan estää lähetysten pakkautumista ja pienentää lähetysten käsittelyyn liittyvää voimankäyttöä, estää pakettien juuttuminen, helpottaa nostoja ja parantaa työasentoja?
- Millä kuljetusyksiköihin ja niiden asetteluun liittyvillä ratkaisulla voidaan vähentää huonoja työasentoja ja helpottaa nostoja?
- Millä apuvälineratkaisuilla voidaan helpottaa nostoja ja vähentää huonoja työasentoja?

## 4. MENETELMÄT JA AINEISTO

### 4.1. Kirjallisuusselvitys

Kirjallisuusselvityksen tarkoituksena on etsiä kirjallisuudesta ratkaisuja, joita voisi käyttää luisutyön kehittämiseen. Menetelmänä kirjallisuusselvitys toimii siten, että etsitään erityyppisistä lähteistä tietoa, joka liittyy käsiteltävään ongelmaan. Tulokset voidaan esittää vain kirjaamalla ne ylös. (Taideteollinen korkeakoulu 2007)

Tässä työssä etsittiin kirjastosta sekä TTY:n e-journals tietokannasta kirjoja, lehtiä ja tutkimusraportteja. Näistä lähteistä etsittiin lajittelutyön kanssa samankaltaisia työtehtäviä tai työtehtäviä, joissa käytetään samankaltaisia välineitä. Hakusanoina käytettiin ergonomia, fyysinen kuormitus, physical load, ergonomics ja working postures. Löydettyä ratkaisuja, jotka voisivat soveltua myös pakettien ja lehtikimppujen lajitteluun, ne kirjattiin ylös. Kirjallisuusselvityksessä tutustuttiin lisäksi eri valmistajien tuotteisiin, jolloin saatiin kuvaa siitä, minkä tyyppisiä laitteita eri valmistajat toimittavat. Aineistona kirjallisuusselvityksessä kirjallisuuden osalta olivat lehtiartikkelit sekä raportit ja kirjat. Laitteita toimittavien yritysten ratkaisuihin tutustuttiin internet –sivujen perusteella.

### 4.2. Tutustumiskäynnit

Tutustumiskäynneillä vertailtiin eri postikeskuksia toisiinsa. Postikeskusten välistä vertailua tehtiin vierailamalla Helsingin postikeskuksessa, Kuopion postikeskuksessa ja Vantaan logistiikkakeskuksessa. Lisäksi saatiin tietoa Jyväskylän postikeskuksen ratkaisuista sähköpostin välityksellä. Tutustumiskäynneillä havainnoitiin ja keskusteltiin työntekijöiden kanssa ja otettiin näin selvää ideoista, joita on käytetty paremman ergonomian saavuttamiseksi. Erityisesti kiinnitettiin huomiota luisun rakenteeseen sekä käytössä oleviin apuvälineisiin. Rullakoissa ja häkeissä ei juuri ollut eroja eri postikeskusten välillä.

### 4.3. Osallistuva suunnittelu

Osallistuvalla suunnittelulla tarkoitetaan suunnittelua tai kehittämistä, johon otetaan mukaan henkilöitä eri osa-alueilta. Osallistuvaa suunnittelua voidaan käyttää niin tuotteiden kehityksessä kuin työympäristön kehityksessä. (Väyrynen et al. 2004) Tässä työssä sovellettiin osallistuvan suunnittelun periaatetta ideoiden tuottamisessa ja niiden arvioinnissa luisutyön kehittämiseksi. Ideoinneilla pyrittiin löytämään ratkaisuja, jotka vähentäisivät havaittuja ergonomisia ongelmia.

Koottiin ideointiryhmä, johon kuului eri työtehtävissä työskenteleviä henkilöitä. Ryhmään kuului kuusi henkilöä: kaksi suunnittelijaa, esimies, työntekijä, työsuojeluvaltuutettu ja työsuojeluasiamies. Ryhmän kanssa pidettiin neljä tapaamista, joissa ideoitiin ratkaisuja sekä arvioitiin ja valittiin ratkaisuista käyttökelpoisimmat. Tapaamiset pidettiin kukin omalla viikollaan, jotta niiden välissä jäi aikaa koota edellisestä tapaamisesta yhteenveto sekä valmistella seuraava. Tapaamiskertojen kestot vaihtelivat hieman, mutta keskimäärin yksi tapaaminen kesti noin kaksi tuntia.

Ensimmäisessä ideointitapaamisessa läsnä olivat työsuojeluvaltuutettu, työsuojeluasiamies, työntekijä, esimies ja suunnittelija. Aluksi selvitettiin lyhyesti, mikä on osallistuvan suunnittelun tarkoitus ja mitä tavoitteita tapaamisilla on. Ensimmäisessä palaverissa alettiin myös ideoida ratkaisuja. Uuden ideoinnissa aivoriihityyppinen ideointi on tässä tapauksessa paras, koska se ei vaadi aikaisempaa ideointikokemusta osanottajilta. Aivoriihi voi olla kirjallinen tai suullinen. Palaverissa käytettiin suullista aivoriihtä. Kohteet, joihin ratkaisuja etsittiin, jaettiin kolmeen osaan: 1) luisun rakenne 2) kuljetusyksiköt ja niiden kentät 3) apuvälineet.

Palaveri eteni siten, että ensin jokainen mietti noin kaksi minuuttia itsekseen ideoita. Tämän jälkeen ideoita alettiin kirjata ylös näkyville. Näkyville kirjattiin kaikki esille tulleet ideat ja niiden toimivuuteen ei otettu kantaa. Koska ideoita ei tullut kovin suurta määrää, niitä ei laitettu tässä vaiheessa järjestykseen, vaan otettiin kaikki ideat mukaan seuraavaan vaiheeseen. Ideoita saatiin 19, joista osa ei kuulunut tämän työn rajaukseen. Ensimmäisestä palaverista tuloksena saatiin arvioimattomia ideoita.

Toisessa palaverissa jatkettiin ideointia ja läsnä olivat työsuojeluvaltuutettu, työsuojeluasiamies, työntekijä ja esimies. Eteneminen poikkesi ensimmäisestä kerrasta. Toisessa palaverissa sovellettiin tunnettujen vaihtoehtojen läpikäyntiä, jonka Virkkala (1994) on kirjassaan luokitellut yhdeksi ideointimenetelmäksi. Tarkoituksena tässä menetelmässä on keskustella muualla jo käytössä olevista ideoista. Tässä tapauksessa keskusteltiin kirjallisuusselvityksessä eli kirjallisuudesta ja muista postikeskuksista löytyneistä ratkaisuideoista ja pohdittiin, voisiko niitä käyttää hyväksi luisutyöskentelyssä.

Toisessa tapaamisessa edettiin siten, että esiteltiin ryhmälle, minkälaisia ideoita on löytynyt kirjallisuudesta, muista postikeskuksista sekä laitteiden toimittajien internet - sivuilta. Tämän jälkeen keskusteltiin, mitkä ideoista voisivat toimia luisutyössä. Koska ensimmäisen ja toisen ideointikerran ideoita oli yhteensä paljon (31 kpl), merkittiin tähän mennessä tulleet ideat plus- ja miinusmerkeillä ja valittiin niistä parhaiten luisutyöhön soveltuvat ideat. Samalla karsittiin sellaiset ideat, joita ei pidetty hyödyllisinä luisutyöhön. Karsitut ideat olivat sellaisia, jotka aiheuttivat lisää ongelmia vanhojen poistussa tai jotka olivat monimutkaisia toteutettaviksi. Näin saatiin tuloksena arviointiin otettavat ideat.

Kolmannella kerralla läsnä olivat kaksi esimiestä, työsuojeluvaltuutettu ja työntekijä. Tarkasteltiin kolmannen ja neljännen tapaamiskerran välissä tehtyä tavoiteanalyysiä, jolla arvioitiin löytyneitä ideoita suhteessa siihen, miten ne vaikuttavat ongelmiin. Lisäksi tavoiteanalyysiä täydennettiin ryhmän mielipiteiden mukaan. Näin saatiin ryhmässä päätettyä tavoiteanalyysin ja sen tarkastelun perusteella parhaat ratkaisuehdotukset, joita tulee testata tai havainnollistaa.

Neljännessä eli viimeisessä tapaamisessa läsnä olivat työntekijä, työsuojeluasiamies, työsuojeluvaltuutettu ja esimies. Tapaamisessa tarkasteltiin kolmannen tapaamisen jälkeen tehtyä ratkaisuehdotusten havainnollistamista, jossa havainnollistettiin ehdotuksia. Lisäksi päätettiin, mitä ratkaisuehdotuksia esitetään toteutettaviksi. Viimeisessä tapaamisessa saatiin yhteenvetona parhaat ratkaisuehdotukset.

#### **4.4. Tavoiteanalyysi**

Ratkaisuvaihtoehtojen arvioinnissa käytettiin tavoiteanalyysiä, joka käytiin vielä osallistuvan suunnittelun ryhmässä läpi, jotta arvioinnista saatiin mahdollisimman monta näkökulmaa. Tavoiteanalyysissä arvioidaan ratkaisuehdotuksia suhteessa siihen, miten ne vaikuttavat havaittuihin ongelmiin. Tämän perusteella voidaan valita ratkaisuja, jotka parhaiten vastaavat asetettuja vaatimuksia. Vaihtoehtojen vertailua voidaan tehdä yhteenvetotaulukon avulla, johon kirjataan eri vaihtoehdot ja vaatimukset, joihin vaihtoehtojen tulisi vaikuttaa. Taulukon lisäksi arviointia on selitettävä vielä tarkemmin. (Stakes 2006)

Jotta saataisiin käyttökelpoiset reunaehdot siihen, millä perusteella ratkaisuehdotuksia vertaillaan, käytettiin vertailutietona ergopostissa ja riskienarvioinneissa löytyneitä sekä havainnoimalla löytyneitä ongelmia. Koska tavoitteena oli löytää juuri näihin ongelmiin ratkaisuja, on perusteltua käyttää löydettyjä ongelmia reunaehtoina. Huomioon on otettava, että lehtikimppujen ja etenkin pakettien kokoon ja muotoon ei voida vaikuttaa. Tällöin väistämättä tulee tilanteita, jolloin joudutaan nostamaan liian leveitä, korkeita, liian painavia paketteja tai paketteja, joista ei saa kunnon otetta. Tämän vuoksi on panostettava nosto-olosuhteiden parantamiseen ja käytettäviin apuvälineisiin. Näiden

tekijöiden lisäksi on otettava huomioon se, miten eri ratkaisut vaikuttavat prosessiin sekä toteutettavuus eli onko ratkaisua mahdollista toteuttaa järkevästi. Reunaehdoissa on myös huomioitu työturvallisuuslain vaatimukset työpaikan ergonomiasta.

Tavoitteet, joihin ratkaisuilla tulisi päästä:

- 1) Vaikutus nostoihin (nostojen määrä, nostoasento, nostokorkeus, nostoympäristö, taakan käsittely ja kannattelu)
- 2) Vaikutus työpisteen mitoituksesta aiheutuviin ongelmiin (nostokorkeudet rullakoissa ja häkeissä, nostokorkeus luisulla, työpisteen säädettävyys ja kuljetusyksiköiden sijoittelu)
- 3) Työasentojen paraneminen (nostoasennot luisulla, kumarat asennot ja kurkottelu, kiertoliikkeet ja työvälineiden sijoittelu)
- 4) Voimankäytön väheneminen
- 5) Toistotyön väheneminen
- 6) Pakkautumisen väheneminen
- 7) Juuttumisen väheneminen
- 8) Vaikutus prosessiin
- 9) Toteutettavuus

Tavoiteanalyysiä varten tehtiin taulukko (liitteet 1, 2 ja 3), johon riveille merkittiin toimenpiteen vaikutus eri tekijöihin ja sarakkeisiin ratkaisuvaihtoehdot. Risteyskohtaan merkittiin kunkin ratkaisuvaihtoehdon vaikutus kyseiseen tekijään. Taulukkoon otettiin mukaan ne ideat, jotka toisella ideointikierroksella valittiin toteuttamiskelpoisimmiksi. Arviointiin otettiin mukaan myös sellaiset ideat, jotka menevät hieman tämän työn rajauksen ulkopuolelle. Ne päätettiin kuitenkin pitää mukana, sillä ne olivat työntekijöiltä lähtöisin ja heidän mielestään nämä korjaukset työssä lisäisivät työskentelymukavuutta. Korjaukset ovat myös melko helppoja tehdä ja ne pidettiin mukana myös sen vuoksi. Kaksi hieman rajauksen ulkopuolelle menevää ideaa pidettiin mukana siksi, että ne oli kirjallisuusselvityksen tuloksissa mainittu useassa kohdassa ja siksi voidaan olettaa niiden olevan merkittäviä tekijöitä kuormittumisen vähentämisessä, vaikka ne eivät vastaa aivan etsittyjä ratkaisuja.

Nostoapuvälineratkaisut koettiin luisulle huonoiksi ratkaisuiksi, mutta erilliskäsitteltävien pakettien lajitteluun eli vk-linjalle niitä pidettiin sopivina. Tällöin tulee ottaa huomioon niiden mahdollinen käyttöönotto vk-linjalla työskentelyn keventämiseksi.

## 4.5. Havainnollistamismenetelmät

Ratkaisuvaihtoehtoja voidaan havainnollistaa erilaisilla tavoilla. Näitä ovat muun muassa mock-up, kuva tai muu kuvaus, prototyyppi, esimalli tai varsinainen tuote. Mock-up-malleilla tarkoitetaan täysikokoisia malleja jostakin tuotteesta. Mock-upit voivat olla joko toimivia malleja tai malleja, jotka ovat oikean kokoisia, mutta eivät toimi. Mock-upit ovat yksinkertaisempia tapoja mallintaa ratkaisuja, kuin esimerkiksi tietokoneen avulla toteutettu simulointi. (Väyrynen et al. 2004)

Tässä työssä havainnollistamiseen ja testaamiseen käytettiin mock-up mallia, piirtämällä tehtyjä kuvia sekä suunnittelemalla ratkaisua työpisteessä. Käytettävä havainnollistamistapa riippui siitä, mikä ratkaisuehdotus oli kyseessä. Mock-up malleja käytettiin osasta luisun rakenteeseen liittyvistä ratkaisuista. Lisäksi piirrettiin kuva, josta selviää kokonaisuus, millainen olisi parempi luisu. Kuva piirrettiin myös kuljetusyksikkökenttien muuttamiseen liittyvistä ratkaisuista.

## 5. TULOKSET

### 5.1. Tutustumiskäyntien tulokset

Jyväskylän postikeskuksessa on nostettu vk-linjan päätä tarkoituksena vähentää selän tarpeetonta kuormitusta, koska linjan on todettu olevan liian matala. Vantaan logistiikkakeskuksessa on ollut alipainenostimia koekäytössä sekä syötössä että luisulla. Logistiikkakeskuksessa on ehdotettu myös parityöskentelyä luisulla siten, että toinen työntekijä nostaisi suuremmat paketit nostimella ja toinen pienemmät paketit käsin. Lisäksi Vantaan logistiikkakeskuksessa on rullakon nostin, jolla rullakkoa voidaan nostaa ja laskea sitä mukaa kun se tyhjenee ja täyttyy. Tarkoituksena on pitää nostokorkeus kokoajan oikeana.

Kuopion postikeskuksessa luisuja on laskettu alemmas 5-10 cm. Tällä on pyritty parempaan nostokorkeuteen. Kuopiossa on ehdotettu lisäksi luisun reunan olevan pyörivä rullaratkaisu, jotta paketteja olisi helpompaa nostaa. Luisut ovat erimuotoisia eri postikeskuksissa. Tampereen postikeskuksessa luisun alaosa on melko lyhyt ja siinä on rullarata. Myös Vantaan logistiikkakeskuksessa luisun alaosa on rullaratatyypinen, mutta luisu on huomattavasti pidempi. Helsingin postikeskuksessa puolestaan luisun alaosassa ei ole rullarataa, vaan alaosa on laaja ja tasainen. Työntekijän mukaan tällainen luisu ei ole hyvä, sillä paketteja ei saa otettua yhdestä kohdasta, vaan luisun alaosaa joudutaan kiertämään, kun paketteihin ei yletytä. Kuopion postikeskuksen luisut ovat melko samanlaiset kuin Tampereenkin luisut. Helsingin postikeskuksessa on lisäksi luisun ympärillä puinen koroke, jolloin työtä ei tehdä betonin päällä seisten ja myöskään rullakot eivät voi tulla jalkojen päälle.

Rullakoissa ja häkeissä ei juuri ole eroa verrattaessa postikeskuksia keskenään. Tampereen postikeskuksessa työntekijä ehdotti, että rullakoiden pyörissä voisi olla lukot, jolloin rullakko ei karkaisi alta, kun siihen lasketaan suurta pakettia. Häkeissä puolestaan voisi olla kokonaan avautuva etureuna, jolloin häkin perälle ei tarvitsisi kumarrella, vaan perälle laskettaessa voitaisiin astua häkin sisäpuolelle.

Suuri ero luisuissa on kuitenkin verrattuna Euroopan postikeskuksiin, mikä tuli esille keskusteltaessa henkilöiden kanssa, jotka tekevät yhteistyötä eri maiden välillä. Osassa Euroopan postikeskuksissa on käytössä automaattisia luisuja. Tällöin ei varsinaista luisutyötä tehdä, vaan lähetykset kulkeutuvat automaattisesti rullakoihin.

## 5.2. Eri valmistajien tuotteet

Erilaisten kuljetinjärjestelmien valmistajien tuotteet ovat pääpiirteiltään saman kaltaisia. Järjestelmiä voidaan muokata erilaisiin ympäristöihin sopiviksi ja niitä voidaan automatisoida pitkälle. Järjestelmien osina on erilaisia rullaratoja ja kuljetinhihnoja. Näiden huomioiden perusteella kaikki näiden tuotteiden toimittajat voivat toimittaa toiveiden ja tarpeiden mukaan lähes mihin tahansa sopivia kokonaisuuksia. (Algol 2007, Laaksotuote 2007, Van Der Lande 2007)

Apuvälineitä on erilaisia. Materiaalinkäsittelyyn tarjolla olevat apuvälineet ovat erilaisia nostimia, nostopöytiä sekä kuljetuskärryjä. Nostimista vaihtoehtoina ovat alipainenostimet, keventimet, ketjunostimet ja nostovyöt. Monet nostimet on tarkoitettu satojen kilojen nostoihin, mutta on olemassa myös kymmenien kilojen taakkoihin tarkoitettuja nostimia. Nostopöydät ovat hydraulisesti nostettavia pöytätasoja, jotka ovat joko umpinaisia tai esimerkiksi U:n muotoisia pöytiä, joilla voidaan nostaa kapasiteetista riippuen erikokoisia kappaleita ylemmäs ilman ihmistyövoimaa. Kuljetuskärryt ovat yksinkertaisimmillaan yksitasoisia kärryjä, joilla voidaan siirtää kantamatta kappaleita paikasta toiseen. (Erlatek 2007, Witre 2007)

Kuljetusyksiköistä on tarjolla häkkejä, rullakoita ja lavoja. Häkit ja rullakot ovat hyvin saman kaltaisia keskenään. Suurimmat erot ovat rullakoiden ja häkkien koossa sekä siinä, onko ne varustettu välilylyillä vai ei. Lisäksi seinämien määrä ja niiden aukeavuus ovat eroina. (ABC Kärry Oy 2007, Witre 2007)

## 5.3. Ideoinnin tulokset

Ensimmäisellä ideointikierroksella kirjattiin ylös kaikki esille tulleet ideat, vaikka kaikki niistä eivät välttämättä ole toteuttamiskelpoisia. Lisäksi etenkin apuvälineisiin liittyvissä ideoissa esille tuli pieniä ja helposti toteutettavia asioita, jotka kuitenkin ovat hieman tämän työn aiheen ulkopuolella. Ideoinnin ensimmäisellä kierroksella saatiin tulokseksi seuraavat ehdotukset:

- 1) Luisun rakenteeseen liittyvät ideat
  - luisun reunan madaltaminen
  - luisun reunan kaltevuuden muuttaminen
  - vino reuna luisulle siten, että reuna on toisesta laidasta matalampi kuin toisesta
  - sähköisesti säädettävä luisun korkeus
  - luisu myös sivusuunnassa säädettävä, jolloin luisun pää olisi leveämpi
  - pyörivä / liikkuva luisu, mikä estäisi pakkautumista
  - rullat luisun yläpään (rullarata/kuularata)
  - portaat pakettien hakemiseen
  - ohjain, joka ohjaisi kappaleet eri kohtiin. Kiinteät tai liikkuvat ohjaimet



2) Rullakoihin ja häkkeihin sekä rullakkokenttiin liittyvät ideat

- ihanteellinen määrä häkkeitä olisi 6 kappaletta ja rullakoita 7-8 kappaletta yhdessä lajittelukentässä
- erilaiset rullakot (malli, joka olisi nykyistä mallia syvempi ja ovimaisesti kokonaan avautuvalla etuseinällä varustettu)
- pakattaisiin kuljetusyksiköt oikein
- rullakkoon merkki, mitä korkeutta ei lehdillä voi ylittää
- ei käytetä huonokuntoisia rullakoita

3) Apuvälineet ja työn tekemiseen liittyvät ideat

- enemmän apukeppejä, jokaiselle luisulle oma ("paimensauva")
- lattiaan upotetut työpistematot
- joka luisulle ohjauslapun tulostin, kosketusnäyttö päätteellä
- roska-astia joka luisulle
- tarvikehylly

Toisella ideointikierroksella käytiin läpi kirjallisuusselvityksessä löytyneitä vaihtoehtoja, muista postikeskuksista selvitettyjä vaihtoehtoja sekä toimittajien internetsivuilta löytyneitä ideoita. Näistä näytettiin myös kuvia. Ideat käytiin läpi ja keskusteltiin siitä, voisiko niitä käyttää hyväksi luisutyössä. Koska ensimmäisen ja toisen kierroksen ideoita oli yhteensä paljon (31 kpl), ne asetettiin karkeasti paremmuusjärjestykseen merkitsemällä ehdotukset plus- ja miinusmerkillä sen mukaan, miten hyvin ne soveltuvat luisutyöhön.

Toisen ideointikerran ensimmäiset tulokset eli kommentit kirjallisuusselvityksestä, muista postikeskuksista ja valmistajien internet-sivuilta löytyneisiin ideoihin esitetään taulukoissa 5.1., 5.2. ja 5.3. siten, että ensimmäisessä sarakkeessa on löytynyt idea ja toisessa on kommentit kyseisen idean sopivuudesta luisutyöhön.

Taulukko 5.1. Luisun rakenteeseen liittyvät ideat

<b>Idea</b>	<b>Kommentti</b>
Luisuun pyörivä reuna	Tämä voisi olla hyvä ratkaisu, mikäli se ei aiheuta pakettien putoamista reunan yli.
Jatkettavat rullaradat ja liukupöydät kantamisen välttämiseksi	Nämä eivät ole kovin käyttökelpoisia, koska kävely lisääntyy ja nostoja saattaa tulla lisää.
Rulla- tai pallopöytätyyppinen ratkaisu lyhyisiin nostoihin	Tämän tyyppinen luisun alaosa voisi olla toimiva.
Luisun alaosan pituus, leveys, kaltevuus jne.	Työntekijöiden tekemän mittauksen mukaan luisua olisi mahdollista leventää. Kun tähän yhdistetään ohjaimet, paketit ohjautuvat leveämmin leveämmälle luisulle, pakkautuminen ei ole niin tiivistä.
Automatisointi huonojen asentojen poistamiseksi	Toimiessaan hyvä, mutta aiheuttaa todennäköisesti enemmän haittaa kuin hyötyä.

Taulukko 5.2. Rullakoihin ja häkkeihin sekä rullakkokenttiin liittyvät ideat

<b>Idea</b>	<b>Kommentti</b>
Rullakoiden / häkkien asettaminen eri tavalla luisuun nähden kierto- ja kiertoliikkeiden välttämiseksi	Rullakoita on hankala asettaa kovin eri tavoilla, koska niitä on niin paljon. Muuten voi olla hyvä idea.
Rullakoiden pyöriin lukot	Lukot pyörissä aiheuttavat tapaturmavaaraa, mutta teline rullakoiden paikallaan pitämiseksi olisi hyvä ja tällainen on joskus ollut koekäytössä.
Häkkien etuseinä kokonaan auki	Voisi olla toimiva, mikäli etuseinän saisi ovimaisesti avattua kokonaan. Muuten ei ole hyvä, sillä painavia seiniä jouduttaisiin nostamaan ja ne olisivat tiellä ja aiheuttavat tapaturmavaaraa.

Taulukko 5.3. Apuvälineet ja työn tekemiseen liittyvät ideat

Idea	Kommentti
Alipainenostimet + parityöskentely, jotta alipainenostimien hyöty olisi suurempi	Luisulla nostin ei ole hyvä, mutta esimerkiksi vk-linjalla se voisi toimia.
Rullakonnostin / nostopöydät jne.	Ei ole luisulla toimiva. Tällainen on ollut syöttöpäässä, mutta se korvattiin kaatolaitteilla.
Pyörälliset kärryt suurten kappaleiden siirtoihin	Tämä voisi toimia vk-linjalla, mutta luisulla on turha.
Työskentelypuolen vaihtaminen yksipuolisen rasituksen välttämiseksi	Tämä on hyvä keino ja opastuksella työtavat paranisivat.
Työkierto yksipuolisen työn välttämiseksi	Työkierto on hyvä ratkaisu ja sen tehostaminen vähentäisi rasittavuutta edelleen.

Lisäksi toisella tapaamiskerralla käytiin läpi lista, johon oli listattu kaikki ensimmäisen palaverin ideat sekä toisen palaverin tunnetut vaihtoehdot ja niistä saadut ideat. (Taulukot 5.4., 5.5. ja 5.6.) Ideat merkittiin sen mukaan, miten niiden koettiin soveltuvan luisutyöhön. Lisäksi perusteltiin, miksi kyseinen ratkaisu on merkitty huonoksi vaihtoehdoksi ja jätetty pois arviointivaiheesta.

Taulukko 5.4. Luisun rakenteeseen liittyvät ideat. Kahdella plussalla merkitty idea koettiin parhaaksi. Yhdellä plussalla merkityt ideat koettiin toimiviksi ratkaisuuksi.

Ehdotus	Merkintä
Sähköisesti säädettävä luisun korkeus	++
Luisuun pyörivä reuna	+
Luisun pää olisi leveämpi	+
Pyörivä / liikkuva luisu, mikä estäisi pakkautumista	+
Rullat luisun yläpään (rullarata/kuularata)	+
Ohjain, joka ohjaisi kappaleet eri kohtiin Kiinteät tai liikkuvat ohjaimet	+
Rulla- tai pallopöytätyyppinen ratkaisu lyhyisiin nostoihin	+
Vino reuna luisulle siten, että reuna on toisesta laidasta matalampi kuin toisesta	- Tämä poistuu, mikäli reuna olisi rullamainen.
Luisun reunan madaltaminen	- Tämä on huono ratkaisu, sillä jos luisun reunaan madalletaan nykyisestä, pääsevät lähetykset putoamaan luisun täyttyessä lattialle.

Luisun reunan kaltevuuden muuttaminen	– Kaltevuuden muutos aiheuttaa saman ongelman, kuin luisun reunan madaltaminen
Portaat pakettien hakemiseen	– Jos lisäämällä rullat luisun yläosaan voidaan poistaa juuttumisongelma, ei tarvita suuria ratkaisuja lähetyksen hakemiseen. Lisäksi aiheuttaa vaaraa.
Jatkettavat rullaradat ja liukupöydät kantamisen välttämiseksi	– Nämä aiheuttavat vain enemmän kävelyä ja ovat epäkäytännölliset pienessä luisun ja rullakon välissä.
Automatisointi huonojen asentojen poistamiseksi	– Kuljetusyksiköt eivät pysy paikallaan, kun niihin putoaa lähetyksiä. Lisäksi niiden täyttöaste huononee, kun lähetykset putoilevat sattumanvaraisessa asennossa. Täysisiä yksiköitä ei voida vaihtaa tyhjiin, jos kone käy koko ajan.

*Taulukko 5.5. Rullakoihin ja häkkeihin sekä rullakkokenttiin liittyvät ideat. Plussalla merkityt ideat koettiin toimiviksi ratkaisuuksi.*

<b>Ehdotus</b>	<b>Merkintä</b>
Ihanteellinen määrä kuljetusyksiköitä yhdessä kentässä olisi 4-6 häkkiä + 1 rullakko tai 6-8 rullakkoa	+
Rullakoiden / häkkien asettaminen eri tavalla luisuun nähden kiertoliikkeiden välttämiseksi	+
Pakattaisiin kuljetusyksiköt oikein	+
Rullakkoon merkki, mitä korkeutta ei lehdillä voi ylittää	+
Ei käytetä huonokuntoisia rullakoita	+
Rullakoiden pyöriin lukot	- → Rullakoiden pitäminen paikallaan laitteen avulla +
Häkkien etuseinä kokonaan auki	- → Ovimaisesti avautuva etuseinä +
Erilaiset rullakot (ruotsissa käytössä oleva malli)	– Tämä vaatisi kaikkien rullakoiden uudistamisen, mikä on liian suuri prosessi. Lisäksi tämän mallisissa rullakoissa pakkaaminen on ongelma, kun niitä ei voida pakata järkevästi kuljetusvälineisiin.

Taulukko 5.6. Apuvälineet ja työn tekemiseen liittyvät ideat. Plussalla merkityt ideat koettiin toimiviksi ratkaisuuksi.

Ehdotus	Merkintä
Enemmän apukeppejä, jokaiselle luisulle oma ("paimensauva")	+
Joka luisulle ohjauslapun tulostin, kosketusnäyttö päätteellä	+
Roska-astia joka luisulle	+
Tarvikehylly	+
Työskentelypuolen vaihtaminen yksipuolisen rasituksen välttämiseksi	+
Työkierto yksipuolisen työn välttämiseksi	+
Ergonomiset matot, jotka on upotettu lattiaan	– Matot olisivat hyvät, mutta ne aiheuttavat kompastumisvaaran. Lattiaan upotettuina rullakon pyörä saattaa pudota koloon, vaikka se olisi hyvin pieni ja sen nostaminen on erittäin raskasta.
Rullakonnostin / nostopöydät / hissit	– Nämä ovat liian hitaita käyttää ja luisuille niitä pitäisi saada paljon ja niiden käyttö on kyseenalaista.
Alipainenostimet + parityöskentely, jotta alipainenostimien hyöty olisi suurempi	– Vk-linjalla voisi toimia, mutta luisulla ei ole käyttökelpoinen
Pyörälliset kärryt suurten kappaleiden siirtoihin	– Vk-linjalla voisivat olla käyttökelpoisia

## 5.4. Ratkaisuehdotusten arviointi tavoiteanalyysin avulla

### 5.4.1. Luisun rakenteeseen liittyvät ehdotukset

Arviointiin otettiin mukaan ideointivaiheessa parhaiten luisutyöhön soveltuvat ideat, joita tarkasteltiin taulukoiden avulla (liitteet 1, 2 ja 3). Poikkeuksena arviointiin otettiin mukaan automaattiset luisut. Nämä koettiin osallistuvan suunnittelun ryhmässä ideointivaiheessa huonoiksi ratkaisuuksi. Automaattiluisuja harkitaan kuitenkin uusien koneiden hankinnan yhteydessä, joten ne otettiin mukaan arviointiin.

Ratkaisuja arvioitaessa on otettava huomioon se, että mikäli lähetysten pakkautuminen voidaan estää, ei tarvita enää ratkaisuja, jotka auttavat luisuun pakkautuneiden lähetysten irrottamisessa luisusta. Tästä voidaan päätellä, että paras ratkaisu olisi estää pakettien pakkautuminen kokonaan, jolloin yksi kunnolla tehty ratkaisu korvaa monta pienempää irrottamiseen tarkoitettua ratkaisua. Lähetysten pakkautumisen estäminen on

kuitenkin hankalaa toteuttaa siten, ettei se vaikuttaisi prosessiin. Tässä tapauksessa yhdellä ratkaisulla ei voida poistaa montaa ongelmaa, koska ongelmat ovat eri tyyppisiä ja kohdistuvat eri tekijöihin luisutyössä. Tämän vuoksi onkin järkevää tarkastella, voidaanko eri ratkaisuja yhdistämällä saada aikaan toimiva kokonaisuus. Mikäli automaattisia luisuja tullaan rakentamaan, poistaa se myös pakkautumisongelman.

### *Automaattiset luisut*

Automaattisilla luisuilla tarkoitetaan sitä, että varsinainen luisutyövaihe jäisi pois, kun lähetykset siirtyvät suoraan hihnalta oikeaan rullakkoon. Mikäli luisut olisivat automaattiset, poistuisivat kaikki tämän hetken merkittävimmät ergonomiset ongelmat, koska varsinaista käsin tehtävää luisutyötä ei enää tarvita. Automaattiset luisut ovat myös taloudellisempia, sillä pitkällä aikavälillä ne tulevat halvemmaksi, kuin nykyiset luisut, sillä työvoimaa ei tarvita niin paljoa. Ergonomisesta ja taloudellisesta näkökulmasta automaattiset luisut olisivat erittäin hyvä ratkaisu.

Kuitenkin osallistuvan suunnittelun ryhmän mielipiteen mukaan automaattiset luisut eivät ole hyvä ratkaisu. Työntekijöitä ei enää tarvita niin paljoa, jos kaikki on automaattista, mikä oli etenkin työntekijöiden mielestä huono asia. Todennäköisesti työntekijöitä tarvitaan kuitenkin valvomaan ja järjestelemään lähetyksiä. Lisäksi kuljetusyksiköiden täyttöaste on huonompi, koska lähetykset putoilevat sattumanvaraisissa asennoissa, jolloin niitä ei voida pakata siististi. Kuljetusyksiköt eivät välttämättä pysy paikallaan, kun lähetykset putoilevat niihin. Mikäli kone käy koko ajan, tulee ongelmalliseksi vaihtaa täysiä kuljetusyksiköitä tyhjiin, koska lähetyksiä putoaa kuitenkin jatkuvasti. Ongelmana on myös lähetyksen rikkoutuminen. Mikäli alle tulee helpommin särkyvää tavaraa ja päälle putoaa raskaampia lähetyksiä, on lähetyksen särkyminen todennäköisempää.

### *Luisun säädettävyys*

Säädettävyys vaikuttaa nostokorkeuteen ja tällöin myös nostoasentoihin. Tavoitteena säädettävyydellä on mahdollistaa yksilöllinen työskentelykorkeus. Säädön tulisi olla helppokäyttöinen, jolloin jokainen työntekijä voisi säätää korkeuden tullessaan työpisteeseen. Työntekijöiden toivomus olisi, että säätöä voitaisiin tehdä lattiatasosta mitattuna 75–85 cm:n välillä. Työterveyslaitoksen suositus nostokorkeudeksi on noin 75 cm (Työterveyslaitos 2007), jolloin 75–85 cm tai 70–85 cm olisi hyvä säätöväli. Muihin ongelmiin, kuten toistotyöhön tai pakettien pakkautumiseen säädettävyys ei juuri vaikuta. Säädettävyys ei myöskään muuta prosessia.

Toteutettavuudessa on otettava huomioon luisun materiaalin kestävyys, sillä luisun ollessa täynnä lähetyksiä sen tulee kestää tämä massa. Toisaalta luisua voitaisiin ensin tyhjentää riittävästi ja säätää vasta sitten, jolloin kestävyys ei olisi ongelma. Lisäksi nostomekanismin olisi oltava sähköinen, sillä käsin tehtävä nosto on liian raskas tapa.

Nostomekanismin on oltava myös mahdollisimman helppo käyttää, jotta kaikki pystyvät sitä ongelmitta käyttämään, eikä työnteko hidastu.

### *Luisun rullareuna*

Luisun reuna vaikuttaa nostoihin, mikäli reuna olisi rullamainen ja pyörisi lähetyksiä nostettaessa luisusta. Tällöin lähetyksiä ei tarvitsisi nostaa reunan yli, vaan sen voi ikään kuin kääntää rullan avulla pois luisusta. Rullan koko vaikuttaa nostokorkeuteen ja etäisyyteen. Rulla ei saisi olla liian pieni, etteivät lähetykset putoa lattialle. Toisaalta rulla ei myöskään saa olla halkaisijaltaan liian suuri, ettei lähetyksiä tarvitse kurotella kaukaa rullan takaa. Lähetysten pakkautumiseen reunan muutos ei vaikuta, mutta se helpottaisi pakkautuneiden pakettien nostamista luisusta. Reunan muutos ei myöskään muuta prosessia.

Rullan asentaminen on todennäköisesti helppoa, mutta sen kokoa määriteltäessä on otettava huomioon se, ettei se aiheuta lähetysten putoamista luisusta lattialle. Mikäli lähetysten pakkautuminen voidaan estää, ei rullaa välttämättä tarvita. Toisaalta tällainen ratkaisu helpottaa yleensäkin painavien kappaleiden nostamista, jolloin se auttaa huolimatta siitä, pakkautuvatko lähetykset vai eivät. Huomioon on otettava myös se, että mikäli nostettavan kappaleen takana on useita lähetyksiä, saattavat ne rullan ansiosta työntää nostettavaa lähetystä työntekijän päälle. Tämän vuoksi rulla voisi olla vain toisella puolella luisua tai sen ei pidä pyöriä niin vapaasti, että lähetykset aiheuttavat vaaraa. Rullareunaa voidaan kuitenkin pitää hyvänä ratkaisuna, sillä nostamisen helpottuminen auttaisi työssä suuresti.

### *Leveämpi luisun pää*

Leveämpi luisun pää tai lajittelupöytämainen ratkaisu vähentäisi lähetysten pakkautumista, kun niille olisi enemmän tilaa luisun alaosaan. Kun alaosa olisi leveä, lyhenisi nostomatka rullakoihin. Nostoja ei myöskään tarvitsisi tehdä koko aikaa samasta kohdasta, vaan sen mukaan, mihin rullakkoon lähetys on menossa. Huomioon on otettava kuitenkin, aiheuttaako leveämpi luisu enemmän kävelemistä, jos joudutaan hakemaan lähetyksiä toiselta puolelta luisua. Jos luisuun lisätään useampaan suuntaan pyörivät rullat tai kuulat, on lähetyksiä helpompaa siirtää lajittelupöydällä lähemmäs oikeaa rullakkoa.

Lajittelupöytämaisessä ratkaisussa on mietittävä, mahtuuko luisuun tällöin entistä enemmän lähetyksiä, jolloin pakkautumista tapahtuu luisun leventämisestä huolimatta. Lähetykset putoavat luisuun aina samasta kohdasta. Tällöin käy helposti niin, että luisuun tulevat lähetykset jäävät jonoon luisuun, eivätkä leviä alaosaan. Tällaisessa tapauksessa leveämpi alaosa ei juuri hyödytä. Toisaalta yhtenä ehdotuksena oli kuulat luisun yläpäähän. Kuulien pyöriessä lähetykset saattaisivat liukua eri kohtiin luisulla, jolloin lähetykset eivät jää yhteen jonoon, vaan pääsevät leviämään.

Myös tasainen alaosa, joka mahdollisesti on varustettu rulla- tai pallotyypisellä pohjalla, voisi vähentää lähetysten jonoutumista. Tällöin lähetykset tulevat tasaiselle osalle, josta seuraava lähetys työntää sitä eteenpäin. Kun suuntaa ei ole määrätty alaspäin viistäväällä luisulla, paketit voisivat levitä alaosaan helpommin. Kuitenkin tasaisessa luisussa on ongelmana lähetysten jääminen liian taakse, mikä aiheuttaa kurottelua.

### *Pyörivä alaosa*

Ylimääräisen kävelyn estämiseksi leveällä luisulla voisi luisun alaosa olla pyörivä. Tällöin lähetysten pyöriessä pöydän mukana voitaisiin ottaa samasta kohdasta kyseiseen suuntaan menevä lähetys. Pyörivä pöytä myös hieman hajottaisi lähetysten tiiviyyttä, jolloin pakkautumista ei tapahtuisi. Pyörivä osa saattaa säädellä hieman lähetysten alastuloa, jolloin kaikki eivät pääse kerrallaan alas. Tämä saattaa vaikuttaa prosessiin, mikäli lähetys ei pääse yhtä paljon alas kuin ennen. Tällöin luisu täyttyy nopeammin ja lähetys saattaa jäädä enemmän kiertämään hihnalle.

Toteuttamista tulisi miettiä tarkemmin, sillä pyörivää pöytäsystemiä saattaa olla vaikea rakentaa. Käsivoimin liikuteltava pöytä ei tule kysymykseen, sillä sen ollessa täynnä lähetys, sitä on todella raskasta liikuttaa, mikä aiheuttaisi lisää ongelmia. Tässä on huomioitava myös melukysymys ja se, vaikeutuuko nostaminen, jos pöytä liikkuu koko ajan. Myös työturvallisuus voi heikentyä, mikäli työpisteeseen lisätään liikkuvia osia. Liikkuvan alaosan toteutettavuus on monimutkaista ja siihen liittyy osittain enemmän riski- kuin hyötytekijöitä.

### *Ohjaimet luisun alaosassa*

Lähetysten ohjaaminen eri kohtiin luisun alaosaa levittäisi niitä, jolloin pakkautuminen ei olisi niin tiukkaa ja nostaminen luisusta olisi helpompaa. Tässä on kuitenkin otettava huomioon se, että ohjain ohjaa lähetykset sattumanvaraisesti. Tällöin ongelmaksi saattaa muodostua se, että lähetys kulkeutuu luisun päinvastaiseen reunaan kuin missä oikea rullakko on. Tällöin kantomatka saattaa pidentyä. Ohjainten ongelmana saattaa olla myös lähetysten juuttuminen niihin, mikä aiheuttaa luisun tukkeutumista ja useampien lähetysten jumiutumista. Tämä edelleen aiheuttaa lisää turhaa työtä, kun lähetys joudutaan irrottelemaan. Prosessiin ohjaimet saattaisivat vaikuttaa aiheuttamalla edellä kuvattua juuttumista. Tällöin luisu täyttyy nopeammin, eikä lähetys pääse alas, jolloin ne jäävät kiertämään hihnalle. Toteutettavuus ohjaimilla olisi kohtuullisen helppo, mutta helppoa ratkaisua ei kannata tehdä, mikäli se aiheuttaa lisää ongelmia poistuneen ongelman tilalle.

### *Rulla- tai pallopöytämainen luisun alaosa*

Lähetys olisi helpompi siirrellä ja mahdollisesti myös nostaa, kun luisun alaosa olisi lajittelupöytämainen ja siinä olisi kahteen suuntaan pyörivät rullat tai kuulat. Luisun muuttaminen ei vähennä lähetysten pakkautumista, mutta helpottaisi niiden siirtelyä.



Kun siirtäminen on helppoa, voidaan lähetysten pakkautuessa siirtää niitä luisulla parempaan nostokohtaan, jolloin nostaminen helpottuu. Tällä hetkellä luisun alaosassa on rullat, joten luultavasti myös kahteen suuntaan pyörivät rullat tai kuulat voitaisiin asentaa.

### *Rullat tai kuulat luisun yläpäähän*

Jos rulla- tai kuulatyypinen ratkaisu olisi myös luisun yläpäässä, paketit ja lehtikimput eivät juuttuisi luisuun, vaan pääsisivät suoraan alas. Näin välttyttäisiin vaaralliselta luisuun kiipeilemiseltä. Myöskään lähetyksiä ei tarvitsisi kurotella apukepin avulla alas. Ratkaisu vaikuttaisi myös prosessiin positiivisesti, kun ylös juuttuneet lähetykset eivät huijaisi valosilmää luulemaan, että luisu on täynnä. Lisäksi työntekijöiden mielestä lähetysten juuttumisen estäminen on tärkein parantamiskohde. Ratkaisu ei ole luultavasti kovin vaikea toteuttaa, sillä esimerkiksi laitevalmistajien esitteistä löytyy tämänkaltaisia ratkaisuja.

### *Yhteenveto luisun rakenteisiin liittyvistä ratkaisuista*

Tarkastelemalla näitä luisun rakenteeseen liittyviä ratkaisuehdotuksia, voidaan päätellä, mitä tekijöitä yhdistelemällä saataisiin paras mahdollinen luisu. Käytäessä eri ratkaisuvaihtoehtojen arviointia läpi myös osallistuvan suunnittelun ryhmän kanssa, saatiin vielä laajempi näkemys siitä, mitkä olisivat parhaiten luisutyöhön sopivat ratkaisut.

Asentamalla rullat tai kuulat myös luisun yläpäähän vältetään lähetysten hakemiselta kiipeämällä sekä kurkottelulta apukepin avulla ja kaikki lähetykset pääsevät esteettä alas. Kuulat luisun yläpäässä saattavat aiheuttaa myös sen, että lähetykset eivät välttämättä luisu aivan samasta kohdasta alas, jolloin ne eivät jää jonoon luisuun ja leviävät paremmin luisun alaosaan.

Pakkautumista voidaan estää säätelemällä lähetysten alas pääsyä. Löydetyistä ehdotuksista pyörivä luisun alaosa tekisi tätä säätelyä. Pyörivässä alaosassa on kuitenkin huomioitava sen toimivuus ja toteutettavuus. Pyörivä mekanismi vaatisi enemmän tilaa. Tilat ovat tällä hetkellä rajalliset, joten pyörivä alaosa aiheuttaisi ahtautta. Lisäksi on otettava huomioon systeemistä aiheutuva melu ja tapaturmavaara. Pyörivä mekanismi saattaa aiheuttaa takertumisvaaran. Pyörimismekanismi aiheuttaa myös ääntä, jolloin melu saattaa lisääntyä. Näiden pohdintojen perusteella pyörivän luisun rakentaminen on hyvin monimutkainen asia, mutta sen voi antaa pohdittavaksi eteenpäin.

Pakkautumista voisi estää myös rakentamalla enemmän luisuja, jolloin yhteen luisuun ei tulisi niin paljoa tavaraa. Luisujen rakentaminen vaatii linjan pidentämistä, jolloin se vaatii myös enemmän tilaa. Tällä hetkellä tila ei riitä uusien luisujen rakentamiseen. Mikäli laajennusta tehdään, tulisi linjan pidentämistä harkita.

Mikäli pakkautumista ei voida estää, tulisi enemmän keskittyä lähetysten käsittelemisen ja nostamisen helpottamiseen. Työntekijät itse ehdottivat koko luisun leventämistä ja luisun alaosan muuttamista lajittelupöytämaiseksi ratkaisuksi. Heidän mukaansa luisua voitaisiin leventää noin 45–50 cm, jolloin lajittelupöydän leveys olisi noin 175–180 cm. Lajittelupöydän syvyyden tulisi olla noin 80 cm. Leveä luisun alaosa mahdollistaisi lähetysten leviämisen suuremmalle alueelle, jolloin pakkautuminen ei olisi niin tiukkaa. Sitä, miten lähetykset lopulta käyttäytyvät leveämmässä luisussa, on vaikeaa sanoa, kun leveitä luisuja ei ole ollut käytössä.

Tässä ratkaisussa voitaisiin ajatella yhdistettävän rulla- tai pallopöytätyypistä pohjaa lajittelupöydälle, jolloin lähetyksiä on tarvittaessa helpompi siirrellä luisussa. Luisuun voitaisiin laittaa myös ohjaimet, jotka ohjaavat lähetykset eri kohtiin luisua, mutta tämä ratkaisu ei ole kovin toimiva, sillä se saattaa ohjata lähetyksiä väärälle puolelle luisua. Lisäksi lähetyksiä ei voida siirtää luisulla, sillä ohjaimet estävät sen.

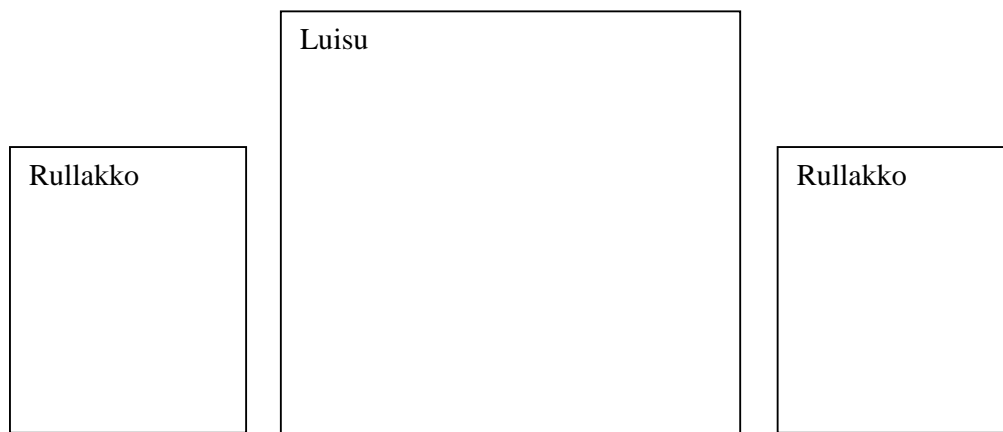
Lähetysten nostamista luisusta voidaan edelleen helpottaa rullamaisella luisun reunalla, jolloin kappaletta nostettaessa se voidaan ikään kuin kääntää rullan avulla luisusta pois. Lisäksi sähköisesti säädettävä korkeus parantaisi nostoasentoja huomattavasti, kun jokainen voisi luisulle tullessaan säätää sen itselleen sopivaksi. Säädettävyydessä on otettava huomioon, että luisun tulisi kestää korkeuden muutosta hajoamatta. Säädettävyys on kuitenkin työntekijöiden mielestä erittäin hyvä ratkaisu, joten sitä ei kannata sivuuttaa.

#### **5.4.2. Kuljetusyksiköihin ja kenttiin liittyvät ratkaisut**

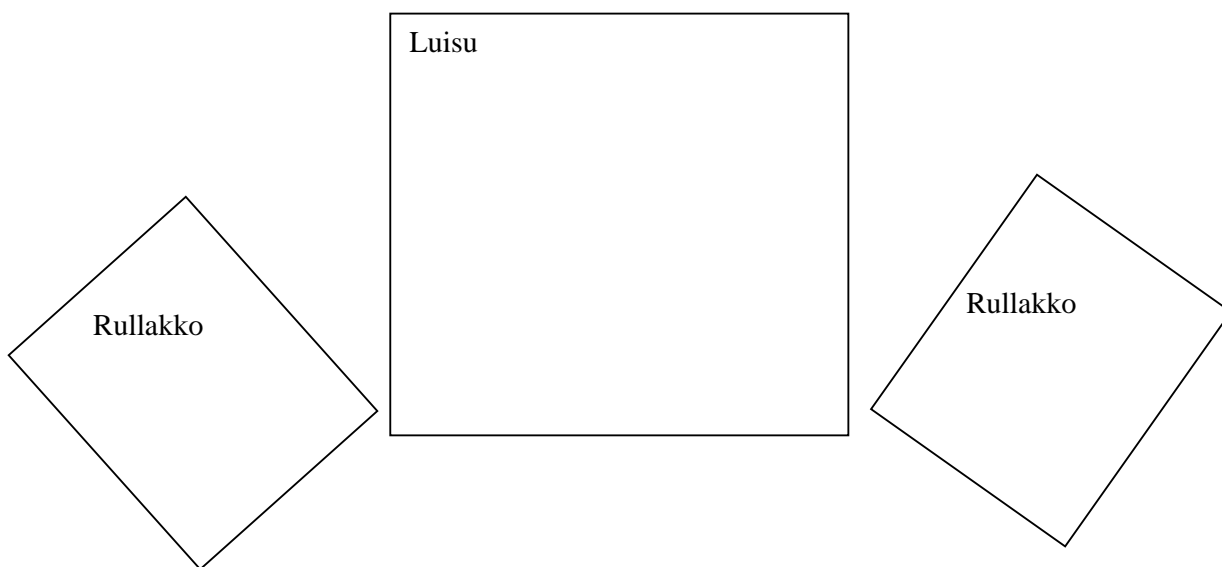
Kuljetusyksiköihin ja kenttiin liittyvistä ratkaisuista osa oli sellaisia, jotka eivät varsinaisesti paranna luisutyövaiheen ergonomiamia. Nämä ehdotukset ovat myös enemmän opastus- ja ohjeistuskysymyksiä. Opastusta vaativia asioita olivat kuljetusyksiköiden pakkaaminen oikein, merkin laittaminen rullakkoon sille kohdalle, mitä ei lehtikimpuilla saa ylittää sekä käytäntö, että rikkinäisiä kuljetusyksiköitä ei käytetä. Nämä sisällytetään kuitenkin tähän työhön, koska nämä ovat helppoja toteuttaa ja esimiehet ja muut opastuksesta vastaavat henkilöt voivat huolehtia asioiden sujuvuudesta. Rullakon oikein pakkaaminen sivuaa myös ergonomiamia, sillä pakattaessa raskaat lähetykset alle ja kevyet päälle, ei tarvitse raskaita paketteja nostaa hartiatason yläpuolelle. Ongelmana tässä on se, että lähetykset tulevat luisuun sattumanvaraisesti ja niitä ei aina voida täysin oikeaoppisesti pakata.

Rullakoiden sijoittelu eri tavalla luisuun nähden muuttaisi työasentoja. Usein rullakoita on myös luisun vieressä. Nämä rullakot voitaisiin laittaa viistoon avoin seinä luisulle päin, jolloin luisusta voidaan suoraan nostaa lähetykset rullakkoon ilman, että pitää ottaa ylimääräisiä askeleita. (Kuvat 5.1. ja 5.2.) Mikäli lajittelukoneet uudistuvat ja luisujen

alaosan muoto muuttuu, tulee rullakoiden sijoittelua mieltää vielä uudestaan ja muuttaa tarpeiden mukaan.



*Kuva 5.1. Luisun vieressä olevien rullakoiden sijoittelu ylhäältä päin katsottuna ennen muutosta*



*Kuva 5.2. Luisun vieressä olevien rullakoiden sijoittelu ylhäältä päin katsottuna muutoksen jälkeen*

Ihanteelliseksi kentän kooksi työntekijät mittasivat kentät, joissa on joko 4-6 häkkiä ja 1 rullakko tai 6-8 rullakkoa. Tämän kokoiset kentät ovat sopivan kokoisia eikä kävelyä tule liikaa. Suuremmat kentät lisäävät kävelyn määrää. Kuitenkin moneen luisuun tulee useammalle eri alueelle meneviä lähetyksiä, jolloin kuljetusyksiköitä on yhtä luisua kohti enemmän, kuin ihanteellinen määrä. Osalla luisuista määrä on suurempi ja

rullakoita saattaa olla jopa yli 10 yhtä luisua kohti. Ihanteellinen kentän koko saadaan vain lisäämällä luisujen määrää, mikä vaatisi suurempaa postikeskusta.

Eräänä ratkaisuna kentän kokoon voisi olla rullakoiden käyttäminen häkkien sijaan, sillä rullakoita mahtuu määrällisesti kenttään hieman enemmän. Näin ei kuitenkaan voida tehdä, sillä kuljetusyksiköt määräytyvät lähetysten määränpään mukaan. Kävelemistä vähentää rullakoiden asettaminen siten, että ne rullakot, joihin menee eniten tavaraa, ovat lähimpänä luisua. Vastaavasti ne, joihin menee vähiten lähetyksiä, ovat kauimmaisina.

Rullakoiden paikallaan pysymistä tulisi kehittää. Mikäli rullakoiden pyöriässä on lukot, ne ovat hyvin epäkäytännöllisiä, koska pyörät eivät tällöin pääse välttämättä pyörimään vapaasti, jolloin lukot saattavat aiheuttaa vaaraa rullakoita siirrettäessä. Tämän vuoksi aiemmin on apuvälineenä ollut käytössä laite, joka pitää rullakon paikallaan, kun siihen laitetaan tavaraa. Nostaminen rullakkoon helpottuu, kun se ei lähde kappaleen alta karkuun. Apulaite oli hyvin yksinkertainen, joka laitettiin maahan rullakon pyörien väliin ja siinä oleva takaseinä esti rullakon liikkumisen. Apulaite myös pitää rullakon halutussa asennossa. Tällaista laitetta voitaisiin käyttää niissä rullakoissa, jotka ovat luisujen väleissä. Apulaitteesta oli käytössä vain prototyyppi, eikä sitä kehitelty pidemmälle, eikä sitä ole tällä hetkellä käytössä.

Lähetysten nostamisesta häkkeihin aiheutuva kumartelu vähenisi, jos häkeissä olisi kokonaan aukeava etuseinä. Nykyisissä häkeissä etuseinä avataan vain puoleen väliin ja pohjalle laskettaessa joudutaan kumartelemaan. Etuseinän tulisi tällöin olla ovimainen, koska irrotettavat seinät aiheuttavat turhaa nostelua niitä siirrettäessä ja turhaa tapaturmavaaraa ollessaan irrallaan lajittelukentällä. Häkkejä ei todennäköisesti voida alkaa uusia, mutta mikäli tulevaisuudessa kuljetusyksiköitä muutetaan, voitaisiin tällainen häkkimalli ottaa huomioon.

Kuljetusyksiköitä eli häkkejä ja rullakoita täytettäessä joudutaan kumartelemaan ja työasennot ovat hankalia. Käytettävä kuljetusyksikkö riippuu siitä, minne kyseinen yksikkö on menossa. Tällöin kuljetusyksiköitä ei voida muuttaa ja niiden aiheuttamia hankalia työasentoja ei voida poistaa. Tärkeää tällaisessa tilanteessa on kiinnittää huomiota työhön opastukseen, jotta työ tehtäisiin oikeaoppisissa nostoasunnoissa.

#### **5.4.3. Apuvälineratkaisut ja työn rajauksen ulkopuolelle jäävät ideat**

Nostamisen helpottamiseksi ei löydetty sopivia apuvälineitä. Esille tulleita nostoapuvälineitä olivat alipainenostimet ja rullakon nostimet. Molemmat koettiin luisuille huonoksi ratkaisuksi, sillä ne miellettiin hitaiksi ja epäkäytännöllisiksi. Kuitenkin alipainenostimet miellettiin hyviksi apuvälineiksi erilliskäsitteltävien pakettien lajitteluun eli vk-linjalle. Pakettien juuttumisen varalta toiveena oli saada

jokaiselle luisulle apukeppi, jolla juuttuneita paketteja voi kurotella alas. Huomioon on otettava se, että mikäli juuttuminen voidaan esimerkiksi rullien avulla estää, ei apukeppejä tällöin tarvita. Kuitenkin apukeppien hankkiminen on niin helppo toteuttaa, että se kannattaa tehdä ennen kuin uusia koneita hankitaan. Toinen apuväline oli laite rullakoiden paikallaan pitämiseen.

Korjauksia, joita tulisi tehdä, vaikka ne eivät varsinaisesti kuulu tämän työn rajaukseen ovat roskapussiteline joka luisulle, jotta roskia ei tarvitse kuljetella pitkiä matkoja ja tarvikehylly jokaiselle luisulle, josta helposti saisi työssä tarvittavat perustarvikkeet, kuten teipin, ohjauslapunkiinnittimet ja paperin. Suurempi ja enemmän tarkastelua vaativa ehdotus oli saada uudet ohjauslapun tulostimet. Tulostimien tulisi olla kosketusnäytöllisiä ja käytettävyydeltään parempia, kuin nykyiset. Tulostimien uusiminen on kuitenkin suuri prosessi, joten se tulisi ottaa omaksi tutkimuskohteekseen.

Kaksi työn tekemiseen liittyvää ehdotusta löytyivät kirjallisuusselvityksessä useammasta lähteestä ja siksi ne päätettiin ottaa huomioon. Työskentelypuolen vaihtaminen ja laajemmin yleensä työskentelyasennon vaihtaminen työvuoron aikana poistavat yksipuolista kuormitusta. Lisäksi työtehtävien vaihtelu vuoron aikana eli työkierto tuo työhön vaihtelevuutta ja kuormitus on tällöin monipuolisempaa. Nämä ovat työn järjestelyyn liittyviä seikkoja ja esimiesten tulisi huolehtia opastuksesta ja muuhun työn tekemiseen liittyvien seikkojen toimivuudesta. Nämä ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat myös hankalien työasentojen aiheuttamaan kuormitukseen, koska kierron ja asentojen vaihtelun ansiosta ei tarvitse koko aikaa tehdä työtä hankalissa asennoissa. Tämä on tärkeää etenkin kuljetusyksiköiden rakenteesta johtuvissa huonoissa työasennoissa, sillä niitä ei voida vähentää muilla keinoilla.

## **5.5. Ratkaisuehdotusten havainnollistaminen**

Kun ratkaisuehdotuksia oli arvioitu tavoiteanalyysin avulla, käytiin arviointia vielä läpi osallistuvan suunnittelun ryhmän kanssa. Näin saatiin laajempi kuva siitä, mitkä ovat parhaat ratkaisut, joita tulee havainnollistaa ja testata. Myös mallien teon jälkeen näytettiin kuvat osallistuvan suunnittelun ryhmässä, jolloin vielä päätettiin, ovatko mallit sellaisia, jollaisiksi ratkaisut oli mielletty. Tärkeää on kaikissa vaiheissa kuunnella henkilöitä, jotka työskentelevät joka päivä tutkitussa työympäristössä.

Parhaiksi ratkaisuehdotuksiksi luisun rakenteeseen liittyen valikoituivat koko luisun leventäminen, korkeuden säätömahdollisuus, pyörivä luisun reuna, kuulat myös luisun yläosaan sekä luisun alaosan muuttaminen lajittelupöytämäiseksi ratkaisuksi, joka on varustettu useampaan suuntaan pyörivillä rullilla tai kuulilla.

Kuljetusyksiköihin ja yksikkökenttiin liittyen käyttökelpoisimpia ehdotuksia olivat kuljetusyksiköiden asettaminen eri tavoilla sekä laite rullakoiden paikallaan pitämiseen.

Kuljetusyksiköiden asettamisella tarkoitetaan muun muassa niiden kääntämistä eri asentoon tai järjestämistä siten, että ne, joihin menee eniten tavaraa, ovat lähimpänä ja ne, joihin tavaraa menee vähemmän, ovat kauempana.

Havainnollistamista tehtiin Tampereen postikeskuksessa työntekijän kanssa, joka on ollut suunnittelussa mukana myös nykyisiä laitteita suunniteltaessa. Luisun leveyttä, kuularatatyypistä alaosaan ja pyörivää rullareunaa havainnollistettiin mock-up malleilla. Näistä tehtiin fyysisesti oikean kokoiset mallit pahvista ja valokuvattiin ne. Samalla arvioitiin, ovatko ratkaisut todella käyttökelpoisia. Korkeuden säätöä ei voitu havainnollistaa, mutta mitattiin luisulla, millä välillä nostokorkeus mahdollisesti olisi. Myöskään luisun yläosaan tulevaa kuularataa ei voitu havainnollistaa, mutta todettiin, että sen voisi mahdollisesti toteuttaa samaan tapaan, kuin alaosaankin.

Kuljetusyksiköihin liittyvissä ratkaisuissa huomattiin, että asettelu on tällä hetkellä niin hyvä, kuin se voi tiloista johtuen olla. Tämä tarkoittaa sitä, että kuljetusyksiköt on järjestetty siten, että ne, joihin menee eniten tavaraa, ovat lähimpänä luisua. Vastaavasti ne kuljetusyksiköt, joihin menee vähiten tavaraa, ovat kauimmaisina. Tarpeen mukaan kenttiä järjestetään uudelleen sen mukaan, muuttuvatko lähetysten määrät kohteissa. Se, mitä kuljetusyksiköiden asettelussa voidaan vielä parantaa, on se, että luisujen väleissä olevat rullakot käännettäisiin aina viistoon, jolloin niihin on helpompi laittaa lähetyksiä.

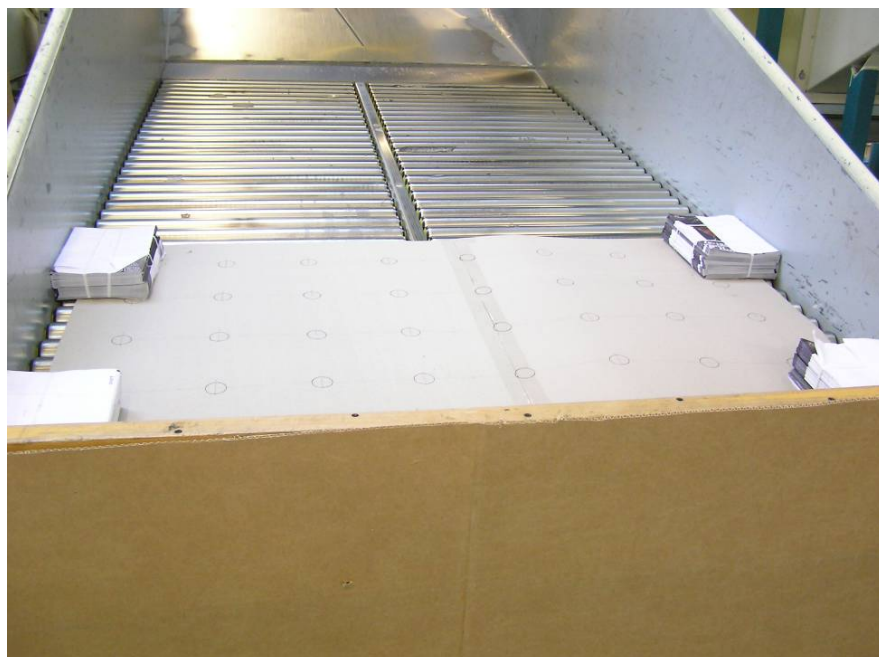
Luisun leveyttä havainnollistettiin muotoilemalla luisulle pahvista reuna, joka ulottui niin pitkälle, kuin luisua oli mahdollista leventää. (Kuva 5.3.)



*Kuva 5.3. Luisun leveyttä havainnollistettiin pahvimallin avulla.*

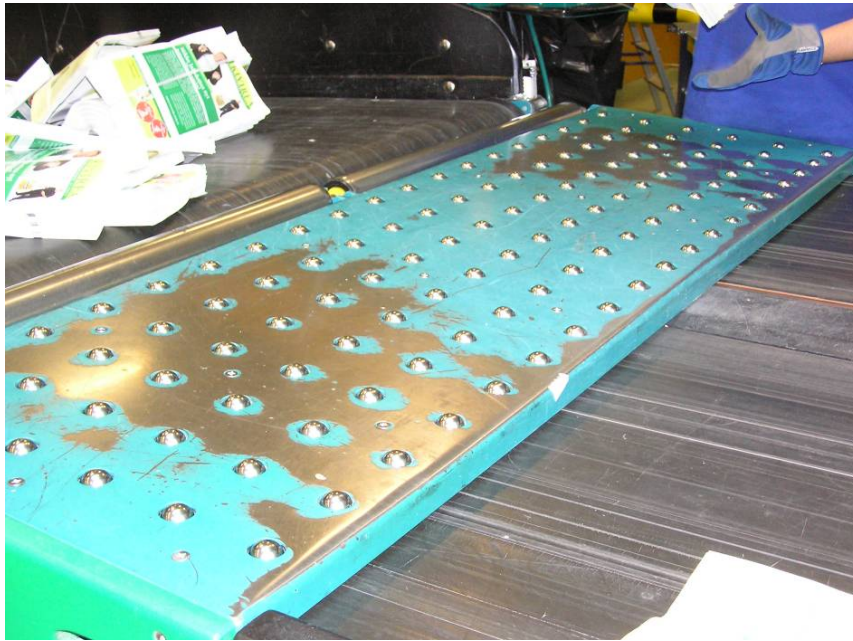
Leveydestä pääteltiin, että luisua voitaisiin leventää noin 45 cm, jolloin tilaa lähetysten leviämislle olisi enemmän ja mahdollisesti pakkautuminen olisi vähäisempää. Alaosan lisäksi koko luisua voitaisiin leventää jonkin verran. Kuitenkin 45 cm saattaa olla liian suuri levennys koko luisun kohdalla, mutta alaosassa tämä olisi sopiva. Koko luisun leventäminen on tärkeää, jotta suuret paketit eivät juuttuisi luisun mutkaan.

Lajittelupöytämaistä ratkaisua pohdittaessa paikan päällä tultiin siihen tulokseen, että luisun alaosaa ei kannata muuttaa tasaiseksi, sillä se saattaa aiheuttaa lähetysten jäämisen liian kauas etureunasta, mikä aiheuttaisi tarpeetonta kurottelua. Kuitenkin kuularatatyypinen alaosa olisi hyvä ratkaisu, mutta sen tulisi olla samalla tavoin kalteva, kuin luisu on tällä hetkellä. Kuularatatyypistä ratkaisua havainnollistettiin myös pahvimallilla, johon oli piirretty kuulat. (Kuva 5.4.)



*Kuva 5.4. Kuularataa kuvaamaan laitettiin luisuun pahvi, johon oli piirretty kuulat.*

Kuvasta poiketen kuularadan tulisi olla koko luisun levyinen. Lisäksi havaittiin, että mallina ollut 80 cm syvä kuularata ulottuu liian kauas, joten syvyys radalla voisi olla noin 70–75 cm. Lajitteluprosessin syöttöpäässä on käytössä kuularata, jollaista voitaisiin käyttää myös luisulla. (Kuva 5.5.)



*Kuva 5.5. Syöttöpäässä olevaa kuularataratkaisua voitaisiin käyttää myös luisulla.*

Syöttöpäässä olevalla kuularadalla kokeiltiin käytännössä lähetysten liikkumista kuulien päällä ja huomattiin kuulien olevan hyvä ratkaisu. Kuulien päällä on huomattavasti kevyempää liikutella lähetyksiä, kuin luisulla tällä hetkellä olevalla pinnalla. Kun lähetyksiä on luisussa paljon, olisi hyvä, että niitä olisi helppo liikutella ja siirrellä luisussa. Etenkin luisun ollessa leveämpi, voitaisiin lähetyksiä siirtää luisun toiselle reunalle lähemmäs oikeaa rullakkoa. Tämän vuoksi kuularatatyypinen ratkaisu olisi hyvä luisulle.

Vastaavaa kuularatatyypistä ratkaisua voitaisiin käyttää myös luisun yläpäässä, jolloin lähetykset eivät jäisi jumiin luisuun. Osallistuvan suunnittelun ryhmän mielestä kuulien laittaminen luisun yläpäähän on tärkein ratkaisuehdotus, sillä se vähentää pakettien ja lehtikimppujen juuttumista luisuun, jolloin niitä ei tarvitse erikseen irrottaa. Kiipeämistä luisuun tehdään kielloista huolimatta jatkuvasti, joten tämä ratkaisu poistaisi tapaturmavaaraa ja nopeuttaisi myös prosessia, kun lähetykset pääsisivät normaalisti alas. Tätä ratkaisua ei pystytty havainnollistamaan, mutta pääteltiin kuularatatyypisen ratkaisun sopivan myös luisun yläosaan.

Luisun tulisi siis olla korkeudeltaan säädettävä, leveämpi ja sen alaosassa tulisi olla kuularatatyypinen ratkaisu, jonka syvyys olisi noin 70 – 75 cm. Näihin ratkaisuihin voitaisiin vielä yhdistää pyörivä reuna luisuun, joka auttaisi lähetysten nostamista luisusta. Pyörivää rullaa reunaan havainnollistettiin myös pahvimallilla, joita kokeiltiin kahta eri kokoa ja kahta eri muotoa. Tultiin siihen tulokseen, että pyöreä rulla on parempi kuin kulmikas. Pyöreä rulla pyörisi paremmin ja lähetyksiä olisi helpompaa nostaa ja lisäksi pyöreä rulla on taloudellisesti parempi ratkaisu. Lisäksi pohdittiin, että



pienempi rulla voisi olla parempi kuin iso. Syöttöpäässä oleva rulla tuntui sopivan kokoiselta. Halkaisijaltaan se oli noin 7 cm. (Kuva 5.6.)

Rullan alle tulee laittaa ensin pieni reuna, joka estää pienten lähetysten putoamisen rullan alta. Rullan tulisi olla reunan päällä. Mikäli rulla on suuri, tulee reunasta huomattavasti paksumpi ja sitä saattaa olla tällöin hankalampi käyttää. Rullan toimivuudesta pohdittiin vielä, aiheuttaako rulla suurempien pakettien tulemisen työntekijän päälle, mikäli rulla pyöri vapaasti. Ehdotuksena tähän olisi rullan laittaminen vain puoleen väliin saakka luisun reunalle, jolloin kaikkia lähetyksiä nostettaessa ei tarvitse käyttää rullaa.



*Kuva 5.6. Pienempi pyöreä rulla reunaan helpottaisi nostamista, kun lähetykset voidaan kääntää reunan yli.*

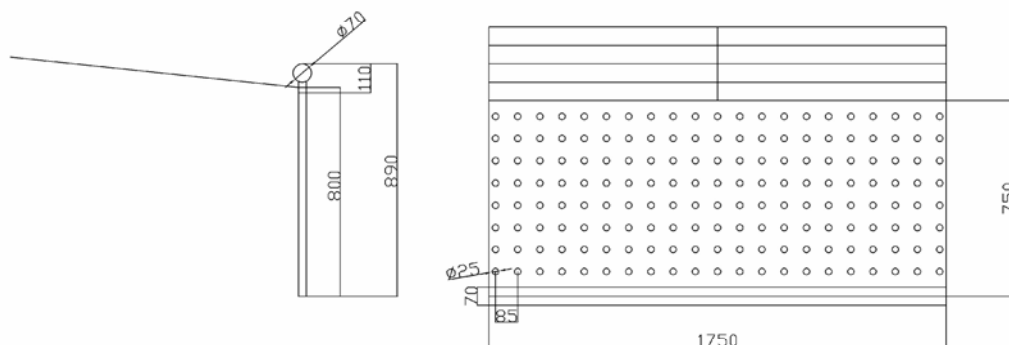
Syöttöpäässä, jossa on kuularata käytössä, on myös rulla ennen rataa. Tämä on juuri samantyyppinen ratkaisu, mitä luisulle ajateltiin. Luisulle kuitenkin tulisi ensin kuularata, jonka jälkeen reuna, joka on varustettu rullalla. (Kuva 5.7.) Kuvasta poiketen rullan ja kuularadan välissä tulisi olla pieni reuna.



*Kuva 5.7. Luisun alaosan tulisi olla kuularata, jonka jälkeen reuna olisi varustettu pyörivällä rullalla.*

Luisun reunan tulee olla nykyisen korkuinen eli noin 9 cm luisun sisäpuolelta mitattuna. Syöttöpäässä käytössä oleva rulla on halkaisijaltaan noin 7 cm, joten sen alla tulisi olla noin 2 cm:n korkuinen reuna. Tällöin lähetykset eivät pääse itsestään putoamaan reunan yli lattialle, eivätkä pienet lähetykset pääse putoamaan rullan alta.

Mallien teon jälkeen piirrettiin vielä havainnollistava kuva, minkälainen uusi luisu voisi olla. Piirtämällä saatiin kaikki ratkaisuehdotukset kerättyä yhteen kuvaan, jolloin voidaan nähdä kokonaisuus ehdotetuista ratkaisuista. (Kuva 5.8.)



*Kuva 5.8. Luisu, johon on tehty muutokset. Vasemmalla luisu on kuvattuna sivulta ja oikealla ylhäältä.*

Apuvälineisiin liittyviä ratkaisuja ei havainnollistettu, sillä luisuilla on käytössä apukeppejä, joita tulisi vain hankkia lisää. Lisäksi välinettä rullakoiden paikallaan pitämiseen on aikaisemmin kokeiltu ja havaittu hyväksi ratkaisuksi. Muut apuvälineisiin liittyvät ratkaisut menivät tämän työn rajauksen ulkopuolelle. Samoin myös muut, kuin aiemmin mainitut kuljetusyksiköihin ja niiden asetteluun liittyvät ratkaisut ovat enemmän opastuskysymyksiä, jotka jäävät rajauksen ulkopuolelle.

## 6. TULOSTEN TARKASTELU

### 6.1 Tulosten luotettavuus ja vastaavuus tutkimusongelmaan

Tässä työssä löydettiin erityyppisiä ratkaisuja luisutyön ergonomian parantamiseksi. Tarkasteltaessa tuloksia voidaan huomata, että monet aivoriihi-ideoinnissa löytyneet ratkaisuehdotukset jäivät lopulta pois joko niiden huonon soveltuvuuden tai monimutkaisuuden vuoksi. Tästä voidaan päätellä, että tämänkaltaiseen ongelmaan on haastavaa löytää sellaisia ratkaisuja, jotka parantaisivat ergonomiaa, mutta olisivat samalla myös työhön hyvin soveltuvia, eivätkä vaikuttaisi negatiivisesti työn sujuvuuteen.

Tuloksista huomataan myös se, että kaksi merkittävää ratkaisua eli työkierron tehostaminen ja työhön opastus ja perehdytys ovat tärkeässä asemassa ergonomiaa parannettaessa, vaikka ne eivät varsinaisesti kuuluneet tämän työn rajauksen sisälle. Tästä voidaan päätellä, että nämä ratkaisut ovat todella merkittäviä, sillä ne nousivat esille useassa yhteydessä.

Kirjallisuusselvitys oli hyvä tapa etsiä ratkaisuja, sillä sitä tehtäessä havaittiin, että monessa paikassa on käytetty samantyyppisiä ratkaisuja. Tästä voidaan päätellä, että löydetty ratkaisuehdotukset ovat jo aiemmin hyväksi havaittuja. Tulosten voidaan päätellä olevan luotettavia, sillä ne perustuvat julkaistuihin raportteihin, artikkeleihin ja kirjallisuuteen. Tuotetoimittajien internetsivuilta löydettyjä ratkaisuja pitää tarkastella kriittisesti, koska sivuilla mainostetaan kyseistä yritystä. Tällöin yritys ei aina kerro tuotteidensa huonoista puolista. Virhelähteenä kirjallisuusselvityksessä voidaan pitää sitä, että lähteitä on käytetty rajallisesti ja mahdollisesti joitain ratkaisuja on näin jäänyt huomiotta. Kuitenkin lähteiden määrää pidettiin riittävänä, koska samat ratkaisut toistuivat useammin, kuin kerran.

Osallistuva suunnittelu koettiin mielekkääksi tavaksi etsiä ja arvioida ratkaisuja, sillä näin myös työntekijät pääsivät vaikuttamaan ratkaisuehdotuksiin. Työntekijöiden edustajat olivat kiinnostuneita asiasta ja he myös tietävät parhaiten, mitkä ovat työn ongelmakohdat ja minkä tyyppisillä ratkaisuilla ongelmia voidaan korjata sekä mitkä ovat käytännöllisiä ratkaisuja työssä. Ryhmän kanssa tehtynä ideoinnissa saatiin enemmän ratkaisuja kuin esimerkiksi yksin ideoitaessa. Samoin ehdotusten arvioinnissa

oli hyvä saada myös muita näkökulmia, joten kaikissa vaiheissa keskusteltiin ryhmän kanssa.

Tällaisessa työssä tulokset vaihtelevat aina sen mukaan, keitä ryhmän jäseninä on. Mahdollisesti erilaisella ryhmällä olisi saatu erilaisia ratkaisuja. Kuitenkin tällä ryhmällä ratkaisuehdotuksia saatiin useita, joten voidaan olettaa, että ryhmätyöskentelyllä päästiin haluttuun lopputulokseen. Useampien ryhmien kokoaminen ei olisi ollut mahdollista, koska työn tekoajankohtana ei enempää henkilöitä olisi pystytty irrottamaan omista töistään.

Kritiikkinä ryhmätyöskentelyä kohtaan voidaan esittää se, että ainoastaan ensimmäisellä kerralla kaikki ryhmän jäsenet olivat paikalla. Myöhemmin etenkin suunnittelijoiden saaminen paikalle oli hankalaa. Asiaa hankaloitti se, että suunnittelijan osallistuminen selvisi yleensä vasta, kun havaittiin, saapuko hän paikalle vai ei. Tässä olisi ollut parantamisen varaa, mutta ajankohta oli mahdollisesti huono henkilöiden tehtävien vaihtumisen myötä.

Lähetysten pakkautumisen vähentämiseen oli erittäin haasteellista löytää parannusehdotuksia. Joitakin ehdotuksia tähän löytyi, mutta todettiin, että niiden toteuttaminen vaatisi lisätilaa, jota ei tällä hetkellä ole käytettävissä. Nostotyöhön saatiin ratkaisuehdotuksia sekä nostokorkeuden että nostotilanteen parantamiseen. Nostotilannetta voidaan parantaa ratkaisujen myötä, jotka vaikuttavat voimankäytön vähentämiseen. Nostotyössä ongelmana on se, että lähetykset tulevat hihnalta täysin sattumanvaraisessa järjestyksessä, jolloin ei voida tietää, minkälainen nostettava lähetyks on. Lähetykset ovat erikokoisia, eri painoisia ja erimuotoisia.

Työpisteen mitoitusongelmana oli kävelymatka, johon voidaan kuljetusyksiköiden asettelulla vaikuttaa. Toinen mitoitukseen sekä työasentoihin liittyvä ongelma on rullakoiden ja häkkien määräämät nostokorkeudet. Huonojen asentojen aiheuttamaa kuormitusta voidaan tässä tapauksessa poistaa vain huolellisella opastuksella, sillä on epätodennäköistä, että kuljetusyksiköitä muutettaisiin. Kuljetusyksiköt riippuvat aina määränpäästä, jolloin niiden muuttaminen vaatisi ensin laajaa selvitystä. Lähetysten juuttumiseen löydettiin ratkaisuehdotus, joka koettiin erittäin hyväksi. Työntekijäedustajan mukaan lähetysten juuttuminen on luisutyössä pahin ongelma, joten siihen ratkaisun löytäminen on merkittävä parannus työhön. Mahdollisia apuvälineitä löytyi vähän, sillä nostoihin tarkoitetut apuvälineet koettiin epäkäytännöllisiksi. Kuitenkin apukepit juuttuneiden lähetysten irrottamiseen ovat hyviä välineitä ja parantavat työturvallisuutta.

Luisun rakenteeseen liittyviä ehdotuksia ei aleta toteuttaa heti, sillä tulossa on uuden lajittelutoiminnan rakentaminen. Kuitenkin ehdotukset otetaan huomioon pienemmissä työryhmissä, jotka liittyvät uuden lajittelutoiminnan rakentamiseen. Tämä on

valtakunnallinen hanke, joten toteutus ei ole yhtä nopeaa, kuin pienemmissä ratkaisuisissa. Pienemmät ratkaisut otetaan Tampereen postikeskuksessa huomioon toiminnassa. Apukeppejä ollaan tilaamassa, kun tarvittava määrä on selvitetty. Samoin esimerkiksi rullakoiden asettelu ergonomisemmin lajittelukentissä huomioidaan. Ehdotusten vastaanotosta voidaan päätellä, että ne ovat käyttökelpoisia ja hyödyllisiä.

Verrattaessa työtä ja siihen tehtäviä parannusehdotuksia esimerkiksi työturvallisuuslakiin ja muuhun alan kirjallisuuteen, voidaan päätellä turvallisuusehtojen täyttyvän. Työturvallisuuslaki määrää, että työstä on tehtävä mahdollisimman turvallista ja ergonomiasta on parannettava. (L 738/2002) Vaikka kaikkia huonoja työasentoja ja lähetysten pakkautumista ei voida löydettyillä ratkaisulla poistaa, on työssä järjestetty työkierto, jonka tehostamisella toistotyön ja näin ollen myös jatkuvan yksipuolisen rasituksen aiheuttamat ongelmat vähenevät.

## **6.2 Löytyneiden ratkaisuehdotusten soveltuminen muihin postikeskuksiin**

Luisun rakenteeseen liittyvät ehdotukset soveltuvat suurimmaksi osaksi kaikkiin postikeskuksiin. Ainoastaan tilat saattavat rajoittaa joitakin muutoksia. Esimerkiksi luisuja ei välttämättä kaikissa paikoissa voida leventää, mikäli tilaa ei ole. Toisaalta esimerkiksi luisun reunan muuttaminen, säädettävyyden ja tai kuulapöytien käyttö voidaan toteuttaa tilojen koosta huolimatta.

Kuljetusyksiköiden sijoittelu eri tavalla riippuu siitä, minkälaiset luisut kyseisessä postikeskuksessa on. Tällä hetkellä luisut ovat hyvinkin erilaisia. Kaikissa postikeskuksissa voidaan kuitenkin miettiä erikseen, voidaanko rullakoita kääntää tai järjestää eri tavoilla, jotta ylimääräiseltä kävelyiltä tai turhilta kiertoliikkeiltä vältyttäisiin. Laite rullakoiden paikallaan pitämiseen todettiin hyväksi, joten sitä voitaisiin ottaa laajemminkin käyttöön.

Apuvälineratkaisuksi ehdotettiin apukeppien hankkimista kaikille luisuille. Apukepillä tarkoitetaan metallista keppiä, jonka avulla voidaan luisuun juuttuneita lähetyksiä vetää alas ilman, että joudutaan kiipeämään luisuun. Apukeppien hankkiminen on helppo ratkaisu ja niitä voidaan hankkia muihinkin postikeskuksiin.

Nostamiseen ja taakojen siirtämiseen ei löydetty apuvälineratkaisua, joka olisi koettu hyväksi luisutyön yhteydessä. Alipainenostimia pidettiin käyttökelpoisina erilliskäsittelylaitteiden lähetyksen lajitteluun eli vk-linjalle. Tulisikin pohtia, otetaanko vk-linjalle mahdollisesti koekäyttöön alipainenostin. Mikäli se koetaan hyväksi, voidaan sitä suositella otettavaksi käyttöön laajemmin. Vaikka alipainenostin koettiin tällä

hetkellä luisulle huonoksi ratkaisuksi, voidaan niitä koekäyttää luisullakin, mikäli vki-linjalla nostinta käytettäessä todetaan sen sopivan luisutyöhön.

Yleensäkin muutosten tekeminen eri postikeskuksissa saattaa riippua hyvinkin paljon työpaikan ilmapiiristä ja yleisestä halusta kehittää omaa työtään. Tässä on merkittävää myös esimiesten ja muun työnjohdon suhtautuminen muutoksiin. Esimerkiksi opastukseen liittyvät asiat ovat sellaisia, jotka usein ovat riippuvaisia muista, kuin työpaikan fyysisistä ominaisuuksista.

## 7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Työssä pyrittiin vastaamaan kysymykseen: Millä luisun rakenteeseen, kuljetusyksiköihin ja niiden kenttiin sekä apuvälineisiin liittyvillä ratkaisuilla voidaan parantaa ergopostiraportissa, riskienarvioinneissa ja esiselvitykseen liittyneessä havainnoinnissa ilmenneitä ongelmia? Ongelmia olivat nostot, työpisteen mitoitus, työasennot, toistotyö, lähetysten pakkautuminen ja voimankäyttö sekä lähetysten juuttuminen.

Tuloksena saatiin ratkaisuehdotuksia, joilla luisutyöskentelyn ergonomiaa voidaan parantaa. Päätulokset ovat toimenpide-ehdotuksia, joita suositellaan otettavaksi huomioon uusia lajittelukoneita hankittaessa. Lisäksi suositellaan opastuksesta ja yleensä työn järjestämisestä vastaavia henkilöitä ottamaan huomioon näihin asioihin liittyvät tekijät.

Luisujen korkeuden tulisi olla sähköisesti säädettävä ja säätövälin tulisi olla noin 70–85 cm lattian pinnasta mitattuna. Näin korkeus saataisiin jokaiselle työntekijälle sopivaksi, eikä nostoja tarvitse tehdä kumartuneessa asennossa. Luisuja tulisi leventää sekä koko matkalta että alaosasta. Tampereen postikeskuksessa luisuja voitaisiin leventää noin 45 cm. Näin saataisiin lähetykset siirtymään laajemmalle alueelle ja nostaminen helpottuu.

Luisun alaosan pohjan tulisi olla kuularatkaisu, jolloin lähetyksiä on helpompi liikutella luisussa. Vaikka lähetyksiä pakkautuisikin, niitä voidaan siirtää helpompaan nostokohtaan. Vastaava ratkaisu on Tampereen postikeskuksen syöttöpäässä. Luisun reunan tulisi myös olla puoliksi rullamainen, jolloin raskaammat paketit voidaan rullan avulla kääntää luisusta ylös ja nostaminen ei ole niin hankalaa. Luisun reunan ollessa puoliksi rullamainen, voidaan nostaa rullaa tarvitsevat lähetyksen sen avulla, mutta rulla ei edesauta lähetysten tulemista työntekijän päälle. Myös luisun yläosassa pitäisi olla kuularatkaisu, jotta lähetykset eivät juuttuisi luisuun.

Koska ihanteellista lajittelukentän kokoa ei voida käyttää luisujen määrän vuoksi, kuljetusyksiköt tulisi sijoitella mahdollisimman edullisesti siten, että ne joihin menee eniten tavaraa, ovat lähimpänä. Vastaavasti yksiköt, joihin menee vähiten tavaraa, ovat kauimpana. Lisäksi rullakoita tulisi kääntää mahdollisuuksien mukaan luisulle päin, jolloin voidaan nostaa lähetyksen suoraan rullakkoon. Asettelu tulee muuttua, mikäli lähetysten määrät muuttuvat huomattavasti. Jokaiselle luisulle tulisi hankkia metallinen



apukeppi juuttuneiden lähetysten irrottamiseen. Lisäksi aikaisemmin koekäytössä olleita laitteita rullakoiden paikallaan pitämiseen kannattaisi ottaa käyttöön.

Näiden ratkaisujen lisäksi suositellaan helposti tehtävien toimenpiteiden toteuttamista, vaikka ne eivät varsinaisesti kuulu työn rajaukseen. Työntekijöiden toiveena oli saada jokaiselle luisulle roskapussiteline sekä tarvikehylly, jossa voi säilyttää työssä tarvittavia välineitä. Opastukseen liittyviä tekijöitä ovat uusien työntekijöiden perehdytys sekä vanhojen työntekijöiden opastus. Työn oikeaoppisesta suorittamisesta tulisi muistuttaa opastuksella, jossa kerrotaan miten rullakot pakataan oikeaoppisesti ja miten toimitaan, kun huomataan rikkiäinen rullakko. Lisäksi tulisi kertoa perustiedot ergonomiasta ja esimerkiksi työskentelypuolen tai työskentelyasentojen muutosten merkityksestä samana toistuvassa työssä. Nämä kaikki asiat ovat sellaisia, joiden pitäisi olla kaikkien työntekijöiden tiedossa. Kuitenkin puutteita on, jolloin olisi hyvä kerrata nämä asiat.

Tärkeää on huomioida jatkuvasti myös työkierron toimivuus työssä, mikä vähentää yksipuolista rasitusta. Tehokkainta työkierto olisi silloin, kun työtehtäviä vaihdetaan useamman kerran päivän aikana.

Apuvälineitä etsittäessä tultiin siihen tulokseen, että alipainenostimet voisivat olla toimivia vk-linjalla. Luisutyöhön niitä ei koettu hyviksi ratkaisuiksi. Tässä tapauksessa suositellaan alipainenostimen hankkimista vk-linjalle ja mikäli se koetaan käytössä hyväksi, voidaan pohtia uudelleen, kannattaisiko se ottaa käyttöön myös luisutyössä.

Kokonaisuudessaan työssä pystyttiin vastaamaan tutkimuskysymykseen melko hyvin. Löydetyillä ratkaisuilla voidaan parantaa luisutyön ergonomiaa, jolloin niillä on merkitystä ergonomisesti turvallisen työskentelyn kannalta. Kuitenkaan pakkautumiseen ei löytynyt toimivaa ratkaisua. Samoin apuvälineiden löytyminen oli haasteellista. Apuvälineitä nostotyöhön löytyi, mutta niitä ei koettu luisutyöhön sopiviksi. Jatkossa voitaisiin tarkemmin tutkia, miten nostoapuvälineet soveltuisivat luisutyöhön. Samoin pakkautumisongelman voisi erottaa aivan omaksi tutkimuskohteekseen.

## LÄHTEET

ABC Käräy Oy. 2007. Internet-sivut. [viitattu 21.11.2007]. Saatavissa [www.abc-karry.fi](http://www.abc-karry.fi)

Ahonen, G., Bjurström, L-M. & Hussi, T. 2001. Työkykyä ylläpitävän toiminnan taloudelliset vaikutukset. Työkyvyn ylläpidon tutkimus ja arviointi. Raportti 3. Sosiaali- ja terveysministeriö. Kansaneläkelaitos. Työterveyslaitos. Oy Edita Ab. 38 s.

Algol Oy. 2007. Internet-sivut. [viitattu 21.11.2007]. Saatavissa [www.algol.fi](http://www.algol.fi)

Aura, O. 2006. Työpaikkaliikunnan kokonaisvaltaiset vaikutukset ja toteuttamistavat. Suomen Kuntoliikuntaliitto. Henry Ry:n julkaisu. 11/2006. [viitattu 2.4.2007]. Saatavissa [http://www.kunto.fi/uploads/media/Artikkeli\\_HENRY\\_Kuntoliikunta\\_Aura\\_150906.pdf](http://www.kunto.fi/uploads/media/Artikkeli_HENRY_Kuntoliikunta_Aura_150906.pdf)

Balogh, I., Ohlsson, K., Hansson, G-Å., Engström, T. & Skerfving, S. 2006. Increasing the degree of automation in a production system: Consequences for the physical workload. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Volume 36. Issue 4. Pages 353-365.

Bernard, B. P. 1997. *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back*. National Institute for Occupational Safety and Health. Cincinnati. U.S. Department of health and human services. DHHS (NIOSH) Publication No. 97B141. [viitattu 20.4.2007]. Saatavissa <http://www.bvsde.paho.org/bvsast/i/fulltext/niosh/niosh.pdf>

Decabooter, E. 2006. The shift from manual labour to robotisation in chocolate factory. *Proceedings of NES 2006. Promotion of Well-Being in Modern Society. 38th Annual Congress of the Nordic Ergonomics Society. 24–27 September 2006, Hämeenlinna, Finland*. Pk-paino Oy Tampere. s. 29–32. [viitattu 21.11.2007]. Saatavissa [http://www.ita2007.no/nes2006/Nes2006.pdf?bcsi\\_scan\\_DDB36C624E014AC8=0&bcsi\\_scan\\_filename=Nes2006.pdf](http://www.ita2007.no/nes2006/Nes2006.pdf?bcsi_scan_DDB36C624E014AC8=0&bcsi_scan_filename=Nes2006.pdf)

Eastman Kodak Company. 1983. *Ergonomic Design for People at Work. Volume 1*. Van Nostrand Reinhold New York. 406 s.

Erlatek Oy. 2007. Internet-sivut. [viitattu 21.11.2007]. Saatavissa [www.erlatek.fi](http://www.erlatek.fi)

Haug, E., Sand, O., Sjaastaad O. V. & Toverud K.C. 1999. *Ihmisen Fysiologia*. 1.-2. painos. Universitetsforlaget AS. WSOY – kirjapainoyksikkö Porvoo.

- Hasegawa, T., Inoue, K., Tsutsue, O. & Kumashiro, M. 2001. Effects of a sit-stand schedule on a light repetitive task. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Volume 28. Issues 3-4. Pages 219-224.
- Heinonen, K., Pääkkönen, R., Riipinen, H. & Säämänen, A. 2004. Osallistuhavainnollista-kehittä. Toimintamalleja työympäristön kehittämiseen. Työterveyslaitos. Ostomedia Oy. Helsinki. 59 s.
- IEA (International Ergonomics Association). 2007. Internet-sivut. [viitattu 20.11.2007]. Saatavissa [www.iea.cc/ergonomics](http://www.iea.cc/ergonomics)
- Ingelgård, A., Karlsson, H., Nones, K. & Ortengren, R. 1996. Psychosocial and physical work environment factors at three workplaces dealing with materials handling. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Volume 17. Issue 3. Pages 209-220.
- Itella Oyj. 2007. Intranet-sivut. [viitattu 20.11.2007]. Saatavissa <https://www.intra.posti.fi/intranetportal/appmanager/frontpage/desktop>
- Jokinen, T. 1987. Tuotekehitys. Otatieto Oy. Helsinki. 203 s.
- Karwowski, W. & Marras, W.S. 2003. Principles and applications in engineering series. *Occupational ergonomics: Principles of work design*. CRC Press. [viitattu 1.6.2007]. Saatavissa <http://www.ergonomicsnetbase.com/books/4851/1802fm.pdf>
- Kaukiainen, A. 2003. Taukoliikunta ja Venyttely. Työterveyslaitos. [viitattu 2.4.2007]. Saatavissa <http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Aihesivut/Rakennusterveys/Turvapakki/Taukoliikunta+ja+venyttely.htm>
- Kaukiainen, A., Lappalainen, J., Nyberg, M. & Sillanpää, J. 2000. Työtä keventävien välineiden valinta nostamista ja siirtämistä varten. Tampereen aluetyöterveyslaitos. Rakennusteollisuuden keskusliitto. [viitattu 20.4.2007]. Saatavissa [http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/E2CC34E5-DBB8-4648-B73E-D2224A7673B5/0/opas\\_valinta\\_apuvalineet.pdf](http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/E2CC34E5-DBB8-4648-B73E-D2224A7673B5/0/opas_valinta_apuvalineet.pdf)
- Kautto, I., Tikkaaja, T., Kantanen, K., Perkiö, T., Voutilainen, K., Ketola, R., Lusa, S. & Toivonen, R. 2006. Rajamäen logistiikkakeskuksen työntekijöiden kuormituksen arviointi ja hallinta. Työterveyslaitos. Loppuraportti. [viitattu 28.8.2007]. Saatavissa [http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/6A401799-9BC4-4F32-8FA0-D0D018A0600C/0/Altialoppuraportti\\_tsrlyhyt.pdf](http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/6A401799-9BC4-4F32-8FA0-D0D018A0600C/0/Altialoppuraportti_tsrlyhyt.pdf)
- Ketola, R. & Laaksonlaita, S. 2004. Toisto-Repe. Toistotyön arviointimenetelmä. Työterveyslaitos. Helsinki. 40 s.

- Korkmaz, S.V., Hoyle, J.A., Knapik, G.G., Splittstoesser, R.E., Yang, G., Trippany, D.R., Lahoti, P., Sommerich, C.M., Lavender, S.A. & Marras, W.S. 2006. Baggage handling in an airplane cargo hold: An ergonomic intervention study. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Volume 36. Issue 4. Pages 301-312.
- Kvålseth, T.O. (Toim.) 1983. *Ergonomics of workstation design*. University of Minnesota. Butterworth & Co (Publishers) Ltd. 260 s.
- Laaksotuote Oy. 2007. Internet-sivut. [viitattu 21.11.2007]. Saatavissa [www.laaksotuote.fi](http://www.laaksotuote.fi)
- Lahti, Hilikka. 2006. Kevennystä toistotyöhön. *Työ, terveys, turvallisuus*. 10/2006. s. 18-20.
- Laperrière, E., Messing, K., Couture, V. & Stock, S. 2005. Validation of questions on working posture among those who stand during most of the work day. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Volume 35. Issue 4. Pages 371-378.
- Lehtelä, J. & Launis, M. 2006. Työpaikan ergonominen suunnittelu kannattaa. Artikkele. *Työterveiset: työterveyslaitoksen tiedotuslehti*. 2/2006. s. 4-5.
- Lin, R-T. & Chan, C-C. 2007. Effectiveness of workstation design on reducing musculoskeletal risk factors and symptoms among semiconductor fabrication room workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Volume 37. Issue 1. Pages 35–42.
- Liukkonen, P. 2006. Työhyvinvoinnin mittarit – Menetelmät, eurot, päätelmät. Talentum. Tammer-Paino. 283 s.
- Louhevaara, V. & Smolander, J. 1997. Työfysiologian haaste ergonomiassa: Hyväksyttävä fyysinen työkuormitus. *Työterveiset*. 02/1997. [viitattu 5.6.2007]. Saatavissa <http://www.ttl.fi/internet/suomi/tiedonvalitys/verkkolehdet/tyoterveiset/1997-02/08.htm>
- Louhevaara, V., Hakkarainen, P., Laine, K., Järvelin, S. & Launonen, J. 2006. Työtehtävien ergonomian ja fyysisen työkyvyn arvioinnin kehittäminen Suomen Posti Oyj:ssä: ErgoPosti. Kuopion Yliopisto. Kunnan vartijat Ay. 102 s.
- Matikainen, E., Aro, T., Kalimo, R., Ilmarinen, J. & Torstila, I. (Toim.) 1995. Hyvä työkyky. Työkyvyn ylläpidon malleja ja keinoja. Työterveyslaitos, Eläkevakuutusosakeyhtiö Ilmarinen. Painotalo Miktör Helsinki. 496 s.

- Matthews, J.D., MacKinnona, S.N. Albert, W.J., Holmes, M. & Patterson, A. 2007. Effects of moving environments on the physical demands of heavy materials handling operators. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Volume 37. Issue 1. Pages 43-50.
- Nagamachi, M. 1995. Requisites and practices of participatory ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Volume 15. Issue 5. Pages 371–377.
- Neumann, W.P., Wells, R.P., Norman, R.W., Frank, J., Shannon, H. & Kerr, M.S. 2001. A posture and load sampling approach to determining low-back pain risk in occupational settings. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Volume 2., Issue 2. Pages 65-77.
- Noro, L., Häkkinen, S., Karvonen, J.M., Koskela, A., Oksala, O., Ahmavaara, P., Kuorinka, I. & Saari, J. (Toim.) 1972. *Ergonomia: ihminen – työ – tekniikka*. Toisen painoksen toinen muuttamaton lisäpainos teoksesta *Bioteknologia*. Työterveyslaitos WSOY Porvoo. 342 s.
- OSHA. 2004. Guidelines for Poultry Processing - Ergonomics for the Prevention of Musculoskeletal Disorders. [viitattu 27.8.2007]. Saatavissa <http://www.osha.gov/ergonomics/guidelines/poultryprocessing/poultryall-in-one.pdf>
- Penttinen, A. & Mäntynen, J. 2006. Työhön perehdyttäminen ja opastus – ennakoivaa työsuojelua. Työturvallisuuskeskus. Painojussit Oy Helsinki. 7s. [viitattu 5.6.2007]. Saatavissa [http://www.tyoturvallisuuskeskus.fi/julkaisut/ekirjat/tyohon\\_perehdyttaminen\\_ja\\_opastus.pdf](http://www.tyoturvallisuuskeskus.fi/julkaisut/ekirjat/tyohon_perehdyttaminen_ja_opastus.pdf)
- Perkiö-Mäkelä, M., Nevala, N., Jakonen, E. & Karjalainen, P. 2005. Toistotyö elintarviketeollisuudessa - kehittämishanke kahdessa yrityksessä. Itä-Suomen työsuojelupiiri. Raportti Sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosastolle. [viitattu 27.8.2007]. Saatavissa <http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/3C009392-58DD-4C4F-8821-B0AF975B6A38/0/toistotyö.pdf>
- Pheasant, S. & Haslegrave, C.M. 2005. *Bodyspace – anthropometry, ergonomics and the design of work*. Third edition. Taylor & Francis. 332 s.
- Pitkänen, K. 2006. Kenkätehdas ryhtyi sanoista tekoihin. *Työ, terveys, turvallisuus*. 10/2006. s. 34-37.
- SFS-EN ISO 11064–4. 2005. Valvontakeskusten ergonominen suunnittelu. Osa 4: Työpisteiden tilasuunnittelu ja mitat. Standardi. Suomen standardisoimisliitto SFS. Teknologiateollisuus ry, Standardisointi. 30 s.

- SFS-EN ISO 6385. 2004. Työjärjestelmien ergonomiset suunnitteluperiaatteet. Standardi. Suomen standardisoimisliitto SFS. Teknologiateollisuus ry, Standardisointi. 28 s.
- Sillanpää, J. 2003. Työn kuormittavuus. Kirjassa: Riikonen, E., Kämäräinen, M., Lappalainen, J., Oksa, P., Pääkkönen, R., Rantanen, S., Saarela, K.L. & Sillanpää, J. 2003. Työsuojelun perusteet. 1.-2.painos. Työterveyslaitos. Vammalan kirjapaino OY. S. 90-111.
- Silta, J., Heikkilä, S. & Kuorinka, I. 1986. Ergonomia toistotyössä - Rasisairauksien ehkäisy. WSOY Porvoo. 97 s.
- Sosiaali- ja terveysministeriö. 2002. Toistotyötä koskeva työsuojeluhallinnon valtakunnallinen ympäristöanalyysi. Sosiaali- ja terveysministeriö. Työsuojeluhallinto. Tampere. [viitattu 27.3.2007]. Saatavissa [http://www.hare.vn.fi/upload/Julkaisut/8064/1781\\_Analyysi\\_041102.doc#\\_Toc11654506](http://www.hare.vn.fi/upload/Julkaisut/8064/1781_Analyysi_041102.doc#_Toc11654506)
- Stakes. 2006. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi. Kehittämistyön menetelmiä. Osa 4, vaikutusten ennakoarvioinnin menetelmiä. [viitattu 19.9.2007]. Saatavissa <http://info.stakes.fi/NR/ronlyres/7F3E73DC-2767-4372-8DC7-25894BEB378A/0/menetelmatosa4.pdf>
- Taideteollinen korkeakoulu. 2007. Virtuaaliyliopisto. Tuotetiede. Tutkimusmenetelmät. Kirjallisuusselvitys. Internet –sivut. [viitattu 11.10.2007]. Saatavissa [http://www.uiah.fi/virtu/materiaalit/tuotetiede/html\\_files/120\\_kirjallisuus.html](http://www.uiah.fi/virtu/materiaalit/tuotetiede/html_files/120_kirjallisuus.html)
- Talvela-Blomqvist P., Vuorinen M., Vallenius K. & Jäske T. 2006. Development of warehouse work safety and ergonomics through e-learning. Proceedings of NES 2006. Promotion of Well-Being in Modern Society. 38th Annual Congress of the Nordic Ergonomics Society. 24–27 September 2006, Hämeenlinna, Finland. Pk-paino Oy Tampere. s. 29–32. [viitattu 19.4.2007]. Saatavissa [http://www.ita2007.no/nes2006/Nes2006.pdf?bcsi\\_scan\\_DDB36C624E014AC8=0&bcsi\\_scan\\_filename=Nes2006.pdf](http://www.ita2007.no/nes2006/Nes2006.pdf?bcsi_scan_DDB36C624E014AC8=0&bcsi_scan_filename=Nes2006.pdf)
- Työsuojeluhallinto. 2006. Käsien tehtävät nostot ja siirrot työssä. Työsuojeluoppaita ja –ohjeita 23. Tampere. 16 s. [viitattu 19.4.2007]. Saatavissa <http://www.tyosuojelu.fi/upload/oppaita23.pdf>
- Työterveyslaitos. 2004. Työpaikan ergonomian tarkastusohje. [viitattu 20.3.2007]. Saatavissa <http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Aihesivut/Ergonomia/Tyokalut/tet.htm>

Työterveyslaitos. 2007. Nostotyö. [viitattu 21.11.2007]. Saatavissa <http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Aihesivut/Ergonomia/Tyokalut/nostotyö.htm>

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738.

[viitattu 27.3.2007]. Saatavissa <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Valtioneuvosto päätös käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä 22.12.1993/1409.

[viitattu 8.5.2007]. Saatavissa <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1993/19931409>

Valtion työmarkkinalaitos. 2001. Henkilökierto-opas. Valtiovarainministeriö. Helsinki. 24 s. [viitattu 7.6.2007]. Saatavissa

[http://www.vm.fi/vm/fi/04\\_julkaisut\\_ja\\_asiakirjat/01\\_julkaisut/06\\_valtion\\_tyomarkkina\\_laitos/36358\\_fi.pdf](http://www.vm.fi/vm/fi/04_julkaisut_ja_asiakirjat/01_julkaisut/06_valtion_tyomarkkina_laitos/36358_fi.pdf)

Vartiainen, M. 1994. Työn muutoksen työvälitteet. Muutoksen hallinnan sosiotekniset menetelmät. Otatieto Oy. Tampere. 272 s.

Waters, T.R., Putz-Anderson, V. & Garg, A. 1994. Applications Manual For the Revised NIOSH Lifting Equation. Centers for Disease Control & Prevention. [viitattu 20.11.2007]. Saatavissa <http://aepo-xdv-www.epo.cdc.gov/wonder/prevguid/p0000427/p0000427.asp>

Väyrynen, S., Nevala, N. & Päivinen, M. 2004. Ergonomia ja käytettävyys suunnittelussa. Teknologiateollisuus. Tammer-paino Oy, Tampere. 336 s.

Witre Oy. 2007. Internet-sivut. [viitattu 21.11.2007]. Saatavissa [www.witre.fi](http://www.witre.fi)

Yrjänheikki, E. 2006. New approaches in the development of well-being at work. Proceedings of NES 2006. Promotion of Well-Being in Modern Society. 38th Annual Congress of the Nordic Ergonomics Society. 24–27 September 2006, Hämeenlinna, Finland. Pk-paino Oy Tampere. 2006. s. 11–14. [viitattu 19.4.2007]. Saatavissa [http://www.ita2007.no/nes2006/Nes2006.pdf?bcsi\\_scan\\_DDB36C624E014AC8=0&bcsi\\_scan\\_filename=Nes2006.pdf](http://www.ita2007.no/nes2006/Nes2006.pdf?bcsi_scan_DDB36C624E014AC8=0&bcsi_scan_filename=Nes2006.pdf)





## LIITE 2: TAVOITEANALYYSITAUUKKO, OSA2

Rullakoihin liittyvät ratkaisut							
	Ihanteellinen kenttä 4-6 häkkiä + 1 rullakko tai 6-8 rullakkoa	Kuljetusyksiköiden pakkaaminen oikein	Asettaminen eri tavalla luisuun nähdén	Rullakkoon korkeusmerkki	Ei käytetä huonokuntoisia rullakkoita	Väline rullakoiden paikallaan pitämiseen	Häkkeihin avattava etuseinä
Vaikutus nostoihin	Kantomatka mahdollisimman lyhyt	Raskaat alla, keyjet päällä? -> raskaita paketteja ei tarvitse nostaa hartiatason yläpuolelle				Rullakko ei karkaa alta, kun siihen nostaa	Poistaisi kumartelua ja näin myös kumaria nostoasentoja
Vaikutus työpisteeseen mitoitusongelmiin	Tällä määrällä kuljetusyksiköitä kävely matka on mahdollisimman lyhyt						
Vaikutus työasentoihin			Esim. kun luisun vieressä olevat rullakot ovat hieman virstossa, ei tarvitse ottaa siivaskelaa			Välineen avulla voi rullakot asettaa haluttuun asentoon	Poistaisi kumartelua häkin etureunan yli
Vaikutus toistotyöhön							
Vaikutus pakettien pakkautumiseen							
Vaikutus pakettien repimiseen ja voimankäyttöön							
Vaikutus pakettien juuttumiseen							
Vaikutus prosessiin				Ei tehtäisi liian painava rullakkoita			
Toteutettavuus	Melko helppo, mutta luisuja pitäisi olla enemmän, jolloin yhtä luisua kohti tulisi vähemmän kuljetusyksiköitä	Opastuskysymys. Lisäksi huomioitava, että lähetykset tulevat sattumanvaraisessa järjestyksessä luisuun.	Helppo tehdä		Tähän on olemassa ohjeistus, joten sitä tulisi myös noudattaa.	Voisi toimia niissä rullakoissa, jotka ovat luisujen väleissä.	Häkkejä ei voida alkaa vaihtaa erilaisiin.

### LIITE 3: TAVOITEANALYYSITAUUKKO, OSA3

Apuvälineet ja työn tekemiseen liittyvät ratkaisut						
	Enemmän apukeppejä	Joka luisulle tulostin, kosketusnäyttö	Joka luisulle roskis	Tarvikehylly	Työskentelypuolen vaihtaminen	Työkierro
Vaikutus nostoihin						
Vaikutus työpisteeseen mitoitussongelmiin						
Vaikutus työasentoihin	Juuttuneita lähetyksiä ei tarvitse hakea kipeämällä					
Vaikutus toistotyöhön					Yksipuolisen rasituksen väheneminen, työn monipuolistuminen	
Vaikutus pake ttien pakkautumiseen						
Vaikutus pake ttien repimiseen ja voimankäyttöön						
Vaikutus pake ttien juuttumiseen	Auttaa ottamaan juuttuneet kappaleet alas					
Vaikutus prosessiin						
Toteutettavuus	Helppo toteuttaa	Monimutkainen asia -> pitää tutkia erikseen	Helppo toteuttaa	Helppo toteuttaa	Helppo, jokainen voi itse tehdä. Opastuskysymys	Helppo. Opastuskysymys.