



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ilkka Töyli

KEVENTIMET JA TYÖTELINEET

Työhyvinvoinnin ja työturvallisuuden kehittämisen suunnitelma

Wärtsilän linjakokoonpanossa

Tekniikka ja liikenne
2013

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Ikka Töyli
Opinnäytetyön nimi	Keventimet ja työtelineet
Vuosi	2013
Kieli	suomi
Sivumäärä	74 + 1 liite
Ohjaaja	Reijo Mäkelä

Tämä työn toimeksiantajana oli Wärtsilä DCV (Delivery Centre Vaasa), Linjakoonpano W32. Työn päämääränä oli selvittää Wärtsilän linjakoonpanon 1. ja 2. kokoonpanovaiheessa käytössä olevien työskentelytelineiden työturvallisuuden kehitysmahdollisuudet, sekä selvittää 1. kokoonpanovaiheessa käyttöön otettavien keventimien ergonomiset hyödyt. Työn tuli sisältää työskentelytelineiden osata kehitys- ja hankintasuunnitelman, ja keventimien osalta käyttöönotto- ja hankinnan suunnitelman.

Työn teoreettisen viitekehyksen ylimpänä käsitteenä oli työhyvinvointi, jonka osa-alueina ovat työturvallisuus ja työergonomia toimivat näkökulmina tarkastellessa työympäristöön kuuluvia keventimiä ja työskentelytasoja. Työssä käytetty aineisto hankittiin pääosin havainnoimalla tutkimuskohdetta ja keskustelemalla kohteen ympäristössä työskentelevien henkilöiden kanssa. Tietoa hankittiin myös erilaisten tuotannonkehitysmenetelmien, kuten pilotoinnin ja benchmarking -toiminnan, avulla.

Työskentelytasojen osalta työssä havaittiin käytössä olevan kaluston käyttöön liittyvien riskien ja vaaratilanteiden välillä selviä yhtäläisyyksiä, joiden avulla voitiin laatia selkeät kriteerit työturvallisuuden kehittämiseksi. Ratkaisuja laatiessa kävi kuitenkin ilmi, että työturvallisuuden kehittämiseen tähtäävillä muutoksilla oli vaikutus telineiden käytettävyyteen. Työn todellisena haasteena oli näin ollen tapainon löytäminen näiden kahden tekijän välillä.

Keventimien osalta työssä pyrittiin selvittämään niiden tuomat mahdolliset ergonomiset hyödyt. Erilaisilla tutkimusmenetelmillä saaduista tuloksista voitiin päätellä, että keventimen tehostaessa työntekoa ja helpottaessa työtehtävien suorittamista, paransi se tällöin työergonomiaa.

ABSTRACT

Author	Ilkka Töyli
Title	Balancers and Working Platforms
Year	2013
Language	Finnish
Pages	74 + 1 Appendix
Name of Supervisor	Reijo Mäkelä

This thesis was commissioned by Wärtsilä DCV (Delivery Centre Vaasa), Line production W32. The objective of this thesis was to study the possibilities of improving the safety of the working platforms used in the first and the second phases of the production line, and to investigate the ergonomical advantages of balancers to be introduced in the first phase of the production line. The thesis was to contain the plans for procurement and deployment of both subjects.

The theoretical frame of reference consists of labor welfare acting as an umbrella term for work safety and ergonomics as they provide the viewpoints in studying the balancers and working platforms in the work environment. The knowledge and the materials used in the study were produced by observing the subjects and interviewing the workers involved. Other production development methods such as piloting and benchmarking activities were also utilized in acquiring information.

While studying the working platforms, many similarities were observed in analyzing the many possible hazards and risks involved in utilizing the platforms. Thus the methods of improving the safety of the platforms were rather clear. However, while forming possible solutions, it became clear that by improving the safety of the platforms the way the risk analysis suggested, the usability of the platforms was compromised. Hence the true challenge was to find a balance in between the two.

In part of the balancers, the assignment was to investigate the possible ergonomical improvements and advantages of their utilization. The results produced with several production development methods suggested a slight improvement in work efficiency and effort. This indicates that the balancers do improve ergonomics.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	10
1.1	Aihe ja tavoitteet.....	11
1.2	Yritysesittely.....	12
1.2.1	Historia ja liiketoiminta.....	13
1.2.2	Organisaatio.....	14
1.2.3	DCV ja linjakokoonpano.....	16
2	TEOREETTINEN VIITEKEHYS.....	17
2.1	Työhyvinvointi.....	17
2.2	Työsuojelu ja työturvallisuus.....	19
2.2.1	Riskien arviointi työpaikalla.....	20
2.2.2	Lainsäädäntö.....	23
2.2.3	Direktiivit ja standardit.....	24
2.3	Työergonomia.....	26
2.3.1	Ergonomian synty.....	26
2.3.2	Käytettävyys.....	27
2.3.3	Ergonominen työasento.....	27
2.3.4	Direktiivit ja standardit.....	29
2.4	Yhteenveto.....	30
3	AINEISTO JA MENETELMÄT.....	31
3.1	Tutkimusote ja menetelmä.....	31
3.2	Työssä käytetyn aineiston kerääminen.....	33
3.2.1	Pilotointi ja benchmarking.....	33
4	TYÖTASOT.....	35
4.1	Lähtötilanteen selvitys.....	35
4.1.1	Käytössä oleva kalusto.....	36
4.1.2	Käyttökohteet.....	36
4.1.3	Käytettävyys ja rajoitukset.....	38

	5
4.2 Tapaturmat ja riskien analysointi.....	39
4.2.1 Tapaturmat ja ilmoitukset vaaratilanteista	39
4.2.2 Riskianalyysi	40
4.2.3 Tulokset.....	41
4.3 Kehityssuunnitelma.....	42
4.3.1 Työtehtävien asettamat vaatimukset	42
4.3.2 Työturvallisuuden asettamat vaatimukset	44
4.3.3 Antropometriset vaatimukset	45
4.4 Hankinnan suunnitelma	46
4.4.1 Ratkaisujen kartoitus.....	46
4.4.2 Erilaisten mallien pilotointi.....	52
4.4.3 Suunnitelman lopputulos.....	53
5 KEVENTIMET	55
5.1 Lähtötilanne ja tavoitteet.....	56
5.1.1 Käytössä oleva kalusto.....	56
5.1.2 Turvallisuuden ja käytettävyyden arviointi.....	57
5.1.3 Tavoitteet ja tarkoitus.....	57
5.2 Keventimien vaatimukset.....	58
5.2.1 Keventimille suunnitellut nostotehtävät.....	58
5.2.2 Nostettavien kappaleiden asettamat vaatimukset.....	59
5.2.3 Taakkaohjaus.....	60
5.3 Pilotointi ja benchmarking	61
5.3.1 VM Group Oy	61
5.3.2 Linjakokoonpanon vaihe 1.4.....	63
5.3.3 Tulokset.....	64
5.4 Keventimen hankinta	65
5.4.1 Vaihtoehdot	66
5.4.2 Vertailu.....	67
5.4.3 Lopputulos	68
6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	69
6.1 Vastaus tutkimusongelmaan	69

6.2 Tulosten oikeellisuus ja luotettavuus	70
6.3 Ajatuksia kehitystyön jatkosta	71
7 YHTEENVETO	72
LÄHTEET	74
LIITTEET	

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1.	Missio, visio ja arvot	s.12
Kuva 2.	Liikevaihdon jakautuminen	s.14
Kuva 3.	Työhyvinvointiin vaikuttavat tekijät	s.18
Kuva 4.	Työsuojelun toimintaohjelma	s.20
Kuva 5.	SFS-EN ISO -standardi	s.25
Kuva 6.	CE -merkintä	s.25
Kuva 7.	Ihmisen antropometriset perusmitat	s.28
Kuva 8.	Työn viitekehys	s.30
Kuva 9.	Konstrukttiivisen tutkimuksen periaatteellinen rakenne	s.32
Kuva 10.	Käytössä olevien työtelineiden mitat	s.36
Kuva 11.	Suojakaiteelta vaadittavat mitat.	s.44
Kuva 12.	Koko lohkon sivun kattava työtasoratkaisu 1 mittoineen.	s.47
Kuva 13.	Vaiheen 1 työtasoratkaisu 2: pyörille asennettu nostin.	s.48
Kuva 14.	Vaiheen 1 työtasoratkaisu 3: kevytrakenteinen työteline.	s.49
Kuva 15.	Vaiheen 2 tasoratkaisu 1: kevytrakenteinen työtaso.	s.50
Kuva 16.	Vaiheessa 2 pilotoitavana olleet mallit.	s.52
Kuva 17.	Toimittajan A kevenninmalli	s.55
Kuva 18.	Alkuvaiheessa käytössä olleiden sähkönostimien malli.	s.56
Kuva 19.	Kevennin asennettuna pylväsmalliseen puomiin.	s.62

Kuva 20.	Toimituslavan yläpuolella oleva kevennin, toimituslavalla olevat osat sekä asennuskohde.	s.63
Taulukko 1.	Tapaturmien seurausten vakavuuden arviointi	s.21
Taulukko 2.	Tapaturmien todennäköisyyden arviointi	s.21
Taulukko 3.	Riskien merkittävyyden arviointi	s.22
Taulukko 4.	Riskien merkittävyyksien aiheuttamat toimenpiteet	s.23
Taulukko 5.	Työtelineisiin liittyvät ilmoitetut vaaratilanteet.	s.39
Taulukko 6.	Esimerkki riskianalyyssissä esiintyvistä riskistä	s.40
Taulukko 7.	Miesten ja naisten seisaaltaan mitatun kyynärkorkeuden vaihtelu.	s.45
Taulukko 8.	Keventimelle suunnitelluissa nostotehtävissä nostettavien komponenttien painot.	s.60
Taulukko 9.	Kevennintoimittajan A keventimen ominaisuudet.	s.66
Taulukko 10.	Kevennintoimittajan B keventimen ominaisuudet.	s.66

LIITELUETTELO**LIITE 1. Työtelineiden riskianalyysi**

1 JOHDANTO

Työhyvinvointi on hyvin kokonaisvaltainen käsite, joka koostuu lukemattomista osatekijöistä ja jonka vaikutusalue kattaa koko yrityksen organisaatiosta yksittäiseen työntekijään. Erilaisilla työhyvinvoinnin parantamiseen tähtäävillä kehitystoimilla pyritään edistämään työntekijöiden tyytyväisyyttä, mikä pitkällä aikavälillä vaikuttaa myös yrityksen menestymiseen ja kilpailukykyyn. Kohdistamalla kehittävät toimenpiteet muun muassa työympäristön eri aspekteihin voidaan vaikuttaa työhyvinvointiin yksilötasolla.

Tuotannonkehitystoiminnan päätarkoituksena on työnteon ja erilaisten työvaiheisiin liittyvän toiminnan tehostaminen. Tehokas työnteko on kuitenkin monien asioiden summa, ja sen kehittäminen vaatii paneutumista sen useisiin osa-alueisiin. Muodostamalla toimivan työympäristön voidaan luoda puitteet turvalliselle ja ergonomiselle työnteolle. Tällöin tuotannon ja työnteon tehostamiseen tähtäävät toiminnot voidaan suunnitella siten, että kestävä työnteon ja työkyvyn ylläpidon aspektit säilyvät.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Wärtsilä DCV (Delivery Centre Vaasa), Linjakokoonpano W32. Aihe liittyi vahvasti tuotannon kehittämiseen ja olin sitä itse osittain ehdottanut työnantajalleni oltuani linjakokoonpanossa töissä yli vuoden. Kehityskohteeseen ja ratkaisuihin liittyvät ajatukset otettiin mielenkiinnolla vastaan ja lopullinen aihe muodostui yhdessä työnantajan kanssa neuvottellessa. Työn suorittamiselle järjestettiin tarvittavat puitteet ja työn suorittamiseen annettiin 11 viikkoa.

1.1 Aihe ja tavoitteet

Tämän työn aiheena oli tutkia Wärtsilän linjakokoonpanon ensimmäisessä ja toisessa kokoonpanovaiheessa käytössä olevien työskentelytasojen kehitysmahdollisuuksia työturvallisuuden näkökulmasta. Tämän lisäksi työssä tutkittiin linjakokoonpanon ensimmäisessä vaiheessa käyttöön otettavien keventimien tuomia parannuksia työergonomian näkökulmasta.

Työn tavoitteena oli tutkimuksista saatujen tulosten perusteella laatia keventimien ja työskentelytasojen osalta kehityssuunnitelmat, jotka sisältäisivät tuleville hankinnoille asetettavat tärkeimmät vaatimukset ja kriteerit, jotka muodostuivat suunnitelluista työtehtävistä ja työympäristön asettamista rajoitteista ja vaatimuksista.

Kehityssuunnitelman pohjalta työssä muodostettiin hankinnan suunnitelma, jossa kehityssuunnitelman hankinnoille asettamia vaatimuksia apuna käyttäen kartoitettiin saatavilla olevat mallit ja ratkaisut. Sekä työskentelytasojen, että keventimien osalta hankinnan suunnitelma sisälsi muutamia vaihtoehtoja ja ratkaisuja kehityskohteisiin.

1.2 Yritysesittely

Wärtsilä on maailmanlaajuisesti toimiva konepajateollisuuden yritys, joka tuottaa erilaisia energiaratkaisuja muun muassa voimalaitoksiin ja meriteollisuuteen. Kansainvälisesti johtavaan asemaan energiamarkkinoilla nousseen Wärtsilän tuotteisiin kuuluu useita erilaisia diesel-, maakaasu-, öljy- ja monipolttoainemoottoreita, sekä erilaisia koneistoja ja laitteistoja, kuten potkuri- ja voimansiirtojärjestelmiä. Teknologisiin innovaatioihin keskittymällä Wärtsilä pyrkii maksimoimaan alusten ja voimalaitosten tehokkuuden ja taloudellisuuden, sekä pyrkii tukemaan asiakkaitaan tuotteiden koko elinkaaren ajan.

MISSIO	Toimitamme ratkaisuja, jotka tukevat asiakkaidemme liiketoimintaa tuotteen koko elinkaaren ajan. Samalla kehitämme yhä parempia teknologioita, joista hyötyvät sekä asiakkaat että ympäristö.		
VISIO	Olemme kaikkien asiakkaidemme arvostetuin kumppani.		
ARVOT	ENERGIA Tartumme tilaisuuteen ja panemme toimeksi	ERINOMAISUUS Teemme asiat paremmin kuin kukaan muu alalla	INNOSTUS Tuemme avoimuutta, kunnioitusta ja luottamusta

Kuva 1. Missio, visio ja arvot.

Wärtsilän tärkeimmät tuotantoyksiköt ovat Vaasassa ja Triestessä Italiassa ja tutkimus- ja tuotekehitysüksikkö Winterhurissa Sveitsissä. Markkina-alueiden kasvaessa Wärtsilä on myös laajentanut tuotantoaan Kiinaan, Intiaan, Koreaan ja Brasiliaan. Laajan huoltoverkoston rakentaneella Wärtsilällä on lähes 170 toimipistettä 70 maassa ja työntekijöitä noin 18 900. Wärtsilän osakkeet on listattu NASDAQ OMS Helsingissä. /9/

1.2.1 Historia ja liiketoiminta

Vuonna 1839 Tohmajärvelle perustetusta sahasta juurensa juontava Wärtsilä on ehtinyt toimia muun muassa lasi-, keramiikka-, lukko-, paperikone- ja telakkateollisuudessa. Dieselmotoren valmistamisen Wärtsilä vuonna 1938 saksalaisen Kruppin lisenssillä. Ensimmäinen itse suunnitteleman dieselmotoren valmistuksen Wärtsilä aloitti vuonna 1961 Vaasassa moottorimallilla Vasa 14T. Laivan moottoriksi tarkoitettua moottoria seurasi pian TK- ja TS-versiot. 1970-luvulla Vasa 14T -malli korvattiin uudella Vasa 22 -mallilla.

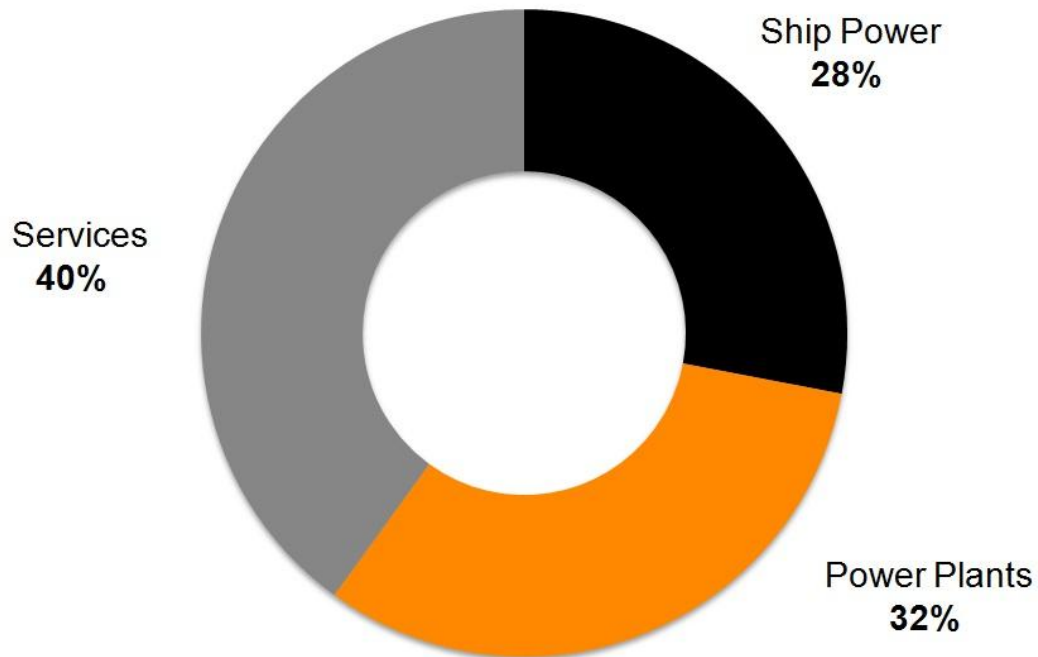
Wärtsilän ostettua useita pieniä dieselvalmistajia, kuten Nohab, SACM ja Stork, se nousi suurten dieselvalmistajien joukkoon vuonna 1997 ostettuaan puolet New Sulzer Dieselistä konkurssiin ajautuneelta Bremer Vulkanilta. Wärtsilän tuotevalikoimaan kuului nyt keskinopeiden nelitahtimoottoreiden lisäksi suuret, kaksitahtimoottorit.

Nykyään Wärtsilän päätuotteena on keskinopeat nelitahtimoottorit monella erilaisella polttoainevaihtoehdoilla, sylinterikoolla ja sylinterien lukumäärällä. Kaksitahtimoottoreita tuotetaan lisenssivalmistajilla. Kilpailun kiristyessä energiamarkkinoilla Wärtsilä on pyrkinyt erottautumaan tarjoamalla mahdollisimman kattavia kokonaisratkaisuja, sisältäen moottorin lisäksi esimerkiksi automaation, voimansiirron, propulsiojärjestelmän ja polttoaineen varastointijärjestelmän sekä tuotteen elinkaaren mittaisen huoltojärjestelmän.

Raskaan polttoöljyn ollessa vielä halvimpia energianlähteitä, tiukentuvat päästörajitukset ovat avanneet uusia markkinoita kustannustehokkaille energiaratkaisuille. Tällä hetkellä Wärtsilä on kansainvälisesti johtavassa asemassa nestemäistä maakaasua hyödyntävässä teknologiassa, ja pyrkii erilaisten yhteistyösopimusten avulla laajentamaan nestekaasun toimitusketjua yhä kattavammaksi. /9/

1.2.2 Organisaatio

Wärtsilän tuotannon järjestelyssä on käytännössä kolme jaosta: Power Plants, Ship Power ja Services. Tämän lisäksi organisaatioon kuuluu Power Tech, joka keskittyy tuotannon ohella tutkimukseen ja kehitykseen sekä laadunvalvontaan. Vuonna 2012 Wärtsilän liikevaihto oli 4,725 miljoonaa euroa.



Kuva 2. Liikevaihdon jakautuminen

- **Power Plants**

Wärtsilän voimalaitoksilla pyritään mahdollisimman joustavaan perusvoimantuotantoon. Useilla erilaisilla nestemäisillä polttoaineilla ja kaasulla toimivat voimalaratkaisut varmistavat sähköverkon tasaisen toiminnan. Wärtsilän voimalaitokset sopivat myös varavoimaksi, kuormahuippujen tasaamiseen, kuormituksen seurantaan, sekä vaihtelevaan voimantuotantoon. Luotettavuutta tarjoavat erilaisiin olosuhteisiin optimoidut monipolttoaineratkaisut sekä koko voimalaitoksen elinkaaren kestävä räätälöidyt käyttö- ja huoltopalvelut. /8/

- **Ship Power**

Wärtsilä Ship Power tarjoaa meriteollisuuden ja offshore-teollisuuden käyttöön suunniteltuja öljy- ja kaasumoottoreita ja oheislaitteita, sekä kirstyviin päästörajoituksiin vastaavia ympäristöratkaisuja ja automaatio-, voimansiirto-, propulsio-, ja pumppuratkaisuja. Ship Powerin palveluihin kuuluu myös tuotteiden elinkaaren mittaiset valvonta- ja huoltosopimukset sekä nouseviin öljyn kustannuksiin vastaavat kaasuteknologiaratkaisut. Tämän lisäksi Ship Power tarjoaa erilaisia laivansuunnittelupalveluja sekä erilaisiin olosuhteisiin suunniteltuja tiiviste ja laakeriratkaisuja. /8/

- **Services**

Suurin osa Wärtsilän liikevaihdosta tulee huollosta. Erilaisten voimalaitoksien ja meriteollisuuden energiaratkaisujen toimituksien yhteydessä solmituilla huolto- ja palvelusopimuksilla pyritään maksimoimaan oma markkinaosuus. Tuotteiden suorituskyvyn optimoinnilla pyritään tehostamaan hyötysuhdetta ja vähentämään kustannuksia pidentäen tuotteen elinkaarta ja vastaamaan asiakkaiden tarpeita. Ennakoivalla ja ennaltaehkäisevällä toiminnalla pyritään minimoimaan riskejä ja parantamaan luotettavuutta. /8/

- **Power Tech**

Power Tech toimii yhdessä kaikkien kolmen tuotannon jaoksien kanssa pyrkien edistämään Wärtsilän laatujohtamista ja tuotekehitystä. Tuotantoa ja suunnittelua kehittämällä tehokkaammaksi ja joustavammaksi pyritään takaamaan kestävä, laadukas ja luotettava toimitusketju. Wärtsilän asema teknologiajohtajana alalla pyritään säilyttämään tekemällä tiivistä yhteistyötä tutkimuskeskusten ja asiakkaiden kanssa. /8/

1.2.3 DCV ja linjakokoonpano

Wärtsilällä on Suomessa lähes 3 700 työntekijää. Helsingissä sijaitsevan pääkonttorin lisäksi toimipisteitä on Turussa olevia huolto- ja tukitoimintoja sekä tuote- ja sovellussuunnitteluja ja Wärtsilän Land & Sea Academy -koulutuskeskus. Vaasassa Wärtsilällä on Runsorissa sijaitseva PP, SP ja Services -jaosten myynti- ja projektihallintatoiminnot ja varaosavarasto.

Vaasan keskustassa sijaitseva toimitusyksikkö, Delivery Centre Vaasa (DCV), on Wärtsilän nelitahtimoottorien tutkimuksen ja tuotekehityksen pääkeskus. Yhteensä noin 1000 työntekijää työllistävän DCV:n tehtävänä on valmistaa ja toimittaa W32/34 ja W20 -moottoreita ja komponentteja. Tämän lisäksi sen vastuualueisiin kuuluu erilaiset kehitystyö- ja tukitoiminnot. Vaasan toimitusyksikköön kuuluu W32/34- ja W20-tuotetehtaat, moduulitehdas, logistiikkakeskus sekä laatu-, talous-, tuotekehitys-, ja osto-osastot.

Vaasan toimitusyksikössä vuonna 2007 käyttöönotetussa linjakokoonpanossa valmistetaan asiakkaiden vaatimuksia vastaavia W32/34 diesel- ja kaasumoottoreita mahdollisimman kustannustehokkaasti nykyaikaisin linjatuotantomenetelmin. Useaan eri vaiheeseen jaettua moottorin valmistusprosessia kyetään kontrolloimaan tehokkaasti, kun jokainen työvaihe on tarkkaan suunniteltu. Yhdessä tuotannon kanssa työskentelevät valmistusprosessin, tuotannonohjauksen, laadunvarmistuksen ja toiminnankehittämisen yksiköt varmistavat, että tuote valmistuu ajallaan ja vastaa ominaisuuksien ja laadun osalta Wärtsilän ja sen asiakkaiden vaatimuksia. /8, 9/

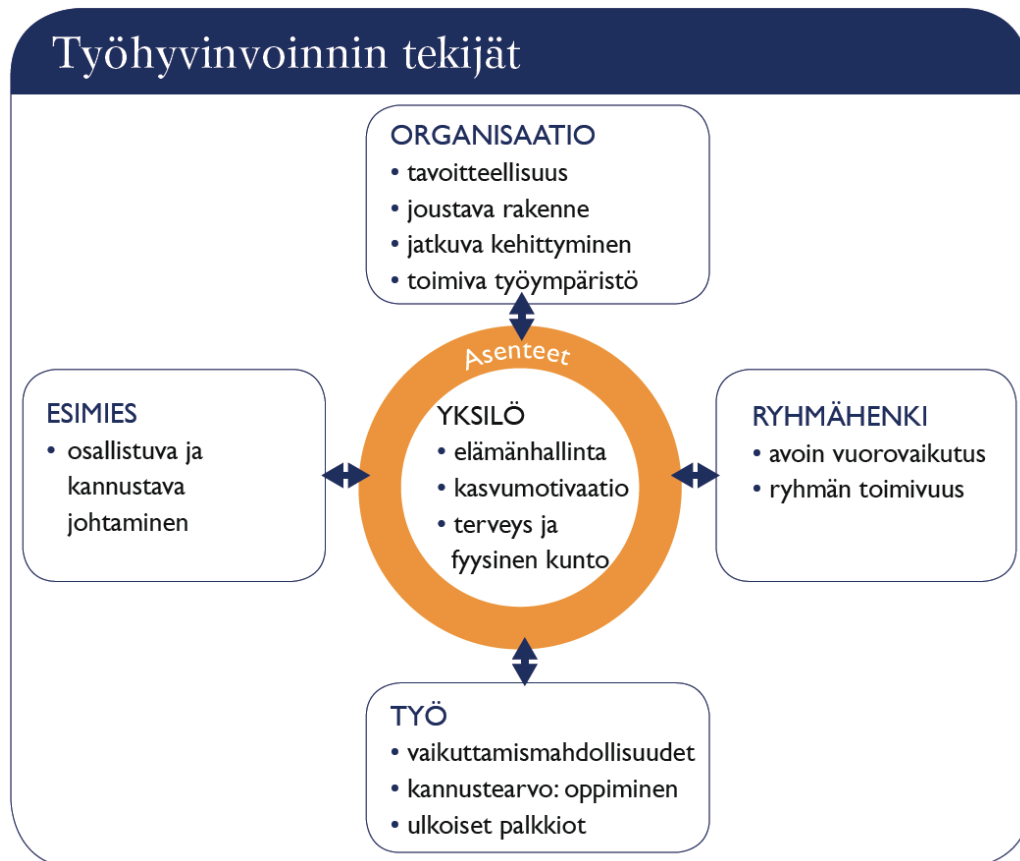
2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Turvallinen ja viihtyisä työympäristö, sekä oikein suunniteltu työasento ovat työntekijän hyvinvoinnin kannalta hyvin merkittäviä tekijöitä. Työvälineiden ja työasentojen ollessa työntekijälle sopivat, parantaa se työntekijän työmotivaatiota ja työssä jaksamista vähentämällä työkuorman fyysistä ja henkistä rasitusta. Näillä on suuri vaikutus työntekijän poissaoloihin ja siten yrityksen tuotantoon ja taloudelliseen kannattavuuteen. Työntekijän suojeleminen on siis sekä työntekijän että työnantajan etujen mukaista.

Työympäristön kehittäminen on kuitenkin vain yksi osa-alue työturvallisuudessa ja työergonomiassa, jotka taas kuuluvat vielä laajempaan kokonaisuuteen, työhyvinvointiin. Erittäin laajamittaiseksi käsitteeksi muodostunut työhyvinvointi käsittää useita osa-alueita ja sitä voidaan tarkastella useasta perspektiivistä. Työhyvinvoinnin edistämisen ja ylläpidon tueksi on myös säädetty useita lakeja, kuten Työturvallisuuslaki ja Työsuojelun valvontalaki. /1, 6/

2.1 Työhyvinvointi

1920-luvulla lääketieteellisenä ja fysiologisena stressitutkimuksena liikkeelle lähtenyt työhyvinvoinnin tutkimus on sitemmin laajentunut kattamaan myös työn aiheuttamat psykologiset reaktiot sekä muut työn kuormituksesta johtuvat vaikutukset. Nykyään työhyvinvointi on käsitteenä hyvin moniulotteinen ja koostuu useista osa-alueista, kuten organisaation piirteistä, työilmapiiristä sekä työntekijän omasta asenteesta ja suhtautumisesta työhönsä. Tampereen yliopiston professori Marja-Liisa Manka kuvaa teoksessaan Hyvinvointia yhteisöön – eväitä kehittämistyön avuksi (2007) työhyvinvoinnin osa-aluetta seuraavanlaisesti (**Kuva 3**).



Kuva 3. Työhyvinvointiin vaikuttavat tekijät. (Manka, Kaikkonen, Nuutinen: *Hyvinvointia yhteisöön – eväitä kehittämistyön avuksi*, 2007)

Työhyvinvointia voidaan tarkastella yksilön, työn, työyhteisön, esimiestoiminnan ja organisaation kannalta. Näiden osapuolten vuorovaikutuksesta syntyvä työhyvinvointi on kokonaisvaltainen käsite, jonka vaikutukset ulottuvat kaikkialle yrityksessä. Näissä osa-alueissa ilmenevät puutteet ja ongelmat antavat yritykselle mahdollisuuden omien työntekijöittensä työhyvinvoinnin kehittämiseen ja oppimiseen. Manka, Kaikkonen & Nuutinen (2007) kuvaavat työhyvinvoinnin kehitystä seuraavasti:

”Työhyvinvointi ei synny organisaatiossa itsessään, vaan se vaatii systemaattista johtamista: strategista suunnittelua, toimenpiteitä henkilöstön voimavarojen lisäämiseksi ja työhyvinvoinnin jatkuvaa arviointia.”

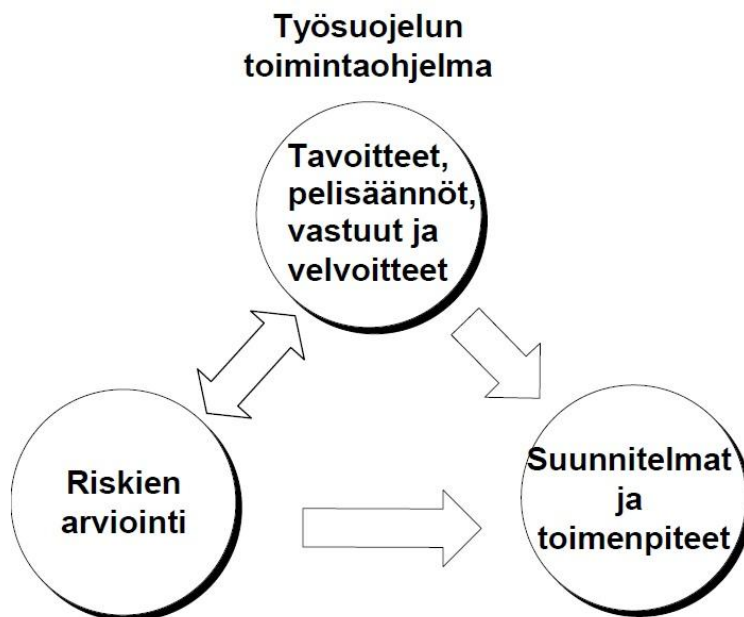
Työhyvinvoinnin kehittäminen työpaikoilla tulisi olla jokapäiväistä ja jatkuvaa toimintaa. Työntekijöiden työkyvyn ylläpito ja turvaaminen on yritykselle kannattavaa, sillä sairauspoissaoloista syntyvät kustannukset ovat merkittävä menoerä.

Hyvän työhyvinvoinnin ilmapiirissä työntekijät työskentelevät tarmokkaasti ja omistautuvat työlleen, jolloin työhyvinvoinnin kehittämiseen käytetyt resurssit tulevat moninkertaisina takaisin. Työhyvinvointia edistävää toimintaa on yrityksissä muun muassa työpaikkaterveydenhuolto, työturvallisuustoiminta, työsuoja-luvalvonta sekä erilaiset virkistystoiminnot. /7/

2.2 Työsuojelu ja työturvallisuus

Työsuojelun perustana on työolojen ja työympäristön kehittäminen turvallisemmaksi ja tukee näin ollen työntekijän työkyvyn ylläpitämistä. Kun työsuojelun kehittäminen on jatkuva prosessi työpaikalla, voidaan työympäristöä tarkkailla ja havaita siellä olevat mahdolliset epäkohdat ja ennakoida niiden mahdollisiin vaikutuksiin korjaavilla ja kehittäväillä toimilla. Vastuu työpaikan työturvallisuudesta on työnantajalla, mutta jokaisen noudattaessa sovittuja sääntöjä ja käytäntöjä, voidaan työpaikalle luoda tehokas järjestelmä hyvän työturvallisuuden ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi.

Työnantajalla on useita erilaisia työkaluja työpaikan työsuojelun kehittämiseksi. Yksi näistä on lain velvoittama työsuojelun toimintaohjelma, joka on työnantajan määrittelemä, ja joka sisältää työpaikan työturvallisuuden nykytilanteen ja ongelmakohdat. Työsuojelun toimintaohjelman tavoitteena on ennakoivan työsuojelun tehostaminen sekä työpaikan työolojen ja työturvallisuuden järjestelmällinen parantaminen ja seuranta. /4, 5/



Kuva 4. Työsuojelun toimintaohjelma

2.2.1 Riskien arviointi työpaikalla

Riskien arviointi on lakisääteinen velvoite, mutta myös yrityksen työturvallisuuden kehittämisen tärkeimpiä työkaluja. Yhdessä työsuojelun toimintaohjelman avulla työpaikan riskejä voidaan arvioida ja hallita tehokkaasti. Turvallisuuden kannalta tärkeimmät asiat eli suurimmat vaarat ja riskit pysytään paikantamaan järjestelmällisesti ja tehokkaasti käyttämällä erilaisia riskien luokittelu- ja määrittelytapoja, sekä päättäjien, asiantuntijoiden ja työntekijöiden yhteistyöllä. Työturvakeskuksen työkirjassa *Riskien arviointi työpaikalla* (2013) riski määritellään seuraavanlaisesti:

”Riski on vaaratilanteen aiheuttamien vahinkojen vakavuuden ja todennäköisyyden yhdistelmä.”

Riskin seurausten vakavuudella tarkoitetaan ihmisille aiheutuvien terveys- ja turvallisuushaittojen vakavuutta. Seuraamusten ollessa hyvin erilaisia ja eriasteisia, on arviointia tehdessä hyvä dokumentoida järjestelmällisesti kaikki huomioon otetut asiat. Riskiä arvioidessa sen vakavuus voidaan luokitella esimerkiksi vähäi-

siin, haitallisiin ja vakaviin, kuten TTK:n työkirjassa *Riskien arviointi työpaikalla* (2013) kertoo.

Taulukko 1. TTK - *Riskien arviointi työpaikalla* (2013). Vahingollisen tapahtuman vakavuudella voi olla useita asteita, joten sen suuruus voidaan määritellä erikseen useiden eri seurausten osalta.

Ohjeellisia seurausten vakavuuden tunnusmerkkejä	
1 Vähäiset	Tapahtuma aiheuttaa ohimenevän sairauden tai haitan, joka ei edellytä ensiapuasemalla käyntiä. Aiheuttaa korkeintaan 3 päivän poissaolon. Esimerkiksi päänsärky tai mustelma.
2 Haitalliset	Tapahtuma aiheuttaa suurempia tai pitkäkestoisempia seurauksia tai pitkäkestoisia vaikutukseltaan lieviä haittoja. Edellyttää käyntiä ensiapuasemalla. Aiheuttaa 3-30 päivän poissaolon. Esimerkiksi viiltohaavat tai lievät palovammat.
3 Vakavat	Tapahtuma aiheuttaa pysyviä ja palautumattomia vahinkoja. Edellyttää sairaalahoitoa ja aiheuttaa yli 30 päivän poissaolon. Esimerkiksi vakavat työperäiset sairaudet, pysyvä työkyvyttömyys tai kuolema.

Tapaturman todennäköisyyttä arvioidessa on tärkeintä, että riskit saadaan selvästi jakautumaan työturvallisuuden kannalta merkittävimpiin ja vähemmän merkittäviin riskeihin. Todennäköisyyksien absoluuttinen tarkkuus ei ole olennaista, vaan ne voidaan karkeasti jakaa kolmeen kategoriaan: epätodennäköisiin, mahdollisiin ja todennäköisiin (**Taulukko 2**).

Taulukko 2. Tapaturmien todennäköisyyksiä arvioitaessa käytettävät kriteerit.

Ohjeellisia tapahtuman todennäköisyyden tunnusmerkkejä	
1 Epätodennäköinen	Tapahtuma, joka esiintyy harvoin ja epäsäännöllisesti. Esimerkiksi kulkuteiden lattia jäätyy talvisaikaan vaarallisen liukkaaksi.
2 Mahdollinen	Tapahtuma, joka esiintyy toistuvasti mutta ei kuitenkaan säännöllisesti. Esimerkiksi purkulaitteen huollon aikana tavarat joudutaan nostelemaan hihnalta käsin.
3 Todennäköinen	Tapahtuma, joka esiintyy usein ja säännöllisesti. Säännöllinen trukkiliikenne aiheuttaa tapaturman vaaran.

Kun riskin merkittävyyttä arvioidaan, asetetaan sille sen suuruutta kuvaava tunnusluku. Näin riskit ja vaaratekijät pystytään järjestämään siten, että suurimmat ja tärkeimmät riskit pystytään erottamaan pienemmistä, jolloin toimenpiteiden kohdistaminen tärkeimpiin alueisiin voidaan tehdä tehokkaasti. Riskin suuruutta määriteltäessä tulee sen vastata tarkasteluhetken mukaista tilannetta. Riskin arvioinnin tulisi olla mahdollisimman objektiivinen ja liioittelua tai aliarvioimista tulisi välttää.

Taulukko 3. TTK:n työkirjasta *Riskien arviointi työpaikalla* (2013) standardin BS8800 mukainen riskitaulukko riskien vakavuudesta ja todennäköisyydestä, jotka muodostavat riskien merkittävyyden.

Todennäköisyys	Seuraukset		
	Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Epätodennäköinen	1 Merkityksetön riski	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski
Mahdollinen	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski
Todennäköinen	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski	5 Sietämätön riski

Riskien suuruuden ja merkittävyyden arvioinnin jälkeen alkaa *riskienhallinta*, eli korjaavien toimenpiteiden suunnittelu ja toteutus. Jokaiselle riskille arvioidun merkittävyyden perusteella voidaan määrätä myös riskiä pienentävien toimenpiteiden kiireellisyys ja laajuus, kuten alla olevasta taulukosta (**Taulukko 4.**) käy ilmi. Korjaaville ja riskiä pienentäville toimenpiteille voidaan samalla myös määrätä karkea aikataulu niiden toteuttamiseen. Näin saadaan riskien arvioinneista saatavista tuloksista mahdollisimman selvät tulokset. /4/

Taulukko 4. TTK:n työkirjasta *Riskien arviointi työpaikalla* (2013) riskien merkittävyydet ja niiden aiheuttamat toimenpiteet.

Riskin suuruus	Tarvittavat toimenpiteet riskin pienentämiseksi
Merkityksetön riski	<ul style="list-style-type: none"> Riski on niin pieni, että toimenpiteitä ei tarvita.
Vähäinen riski	<ul style="list-style-type: none"> Toimenpiteitä ei välttämättä tarvita. Tilannetta tulee seurata, jotta riski pysyy hallinnassa.
Kohtalainen riski	<ul style="list-style-type: none"> On ryhdyttävä toimenpiteisiin riskin pienentämiseksi. Toimenpiteet tulee mitoittaa ja aikatauluttaa järkevästi. Jos riskiin liittyy erittäin vakavia seurauksia, on tarpeen selvittää tapahtuman todennäköisyys tarkemmin.
Merkittävä riski	<ul style="list-style-type: none"> Riskin pienentäminen on välttämätöntä. Toimenpiteet tulee aloittaa nopeasti. Riskialtis toiminta pitää saada loppumaan nopeasti eikä sitä saa aloittaa, ennen kuin riskiä on pienennetty.
Sietämätön riski	<ul style="list-style-type: none"> Riskin poistaminen on välttämätöntä. Toimenpiteet tulee aloittaa välittömästi Riskialtis toiminta tulee keskeyttää eikä sitä saa aloittaa, ennen kuin riski on poistettu.

2.2.2 Lainsäädäntö

Työntekijän terveyden turvaamisen sekä työturvallisuuden takaamisen ja kehittämisen taustalla on useita työsuojelusäädöksiä ja -normeja, kuten esimerkiksi Työsopimuslaki, Työturvallisuuslaki, Työsuojelun valvontalaki ja Yhteistoimintalaki. Näistä merkittävin yksittäinen työsuojelua sääntelevä laki on Työturvallisuuslaki (TturvaL 738/2002), jonka tarkoituksena on työympäristön ja työolosuhteiden parantaminen sekä työympäristöstä johtuvien haittojen ja työtapaturmien ennaltaehkäisy. Edellä käsitellyt työsuojelun toimintaohjelma sekä työhön liittyvien riskien ja vaarojen kartoitus ja arviointi on Työturvallisuuslain työnantajalle osoittamia velvoitteita. /6, 7/

Alla esitellään Työturvallisuuslain (738/2002) keskeisiä kohtia poimittuna Teknologiateollisuuden, Metalliliiton ja Toimihenkilöunionin jäsenistä kootun työryhmän tekemästä oppaasta *Keskeisiä työsuojelumääräyksiä ja -ohjeita* (2011)

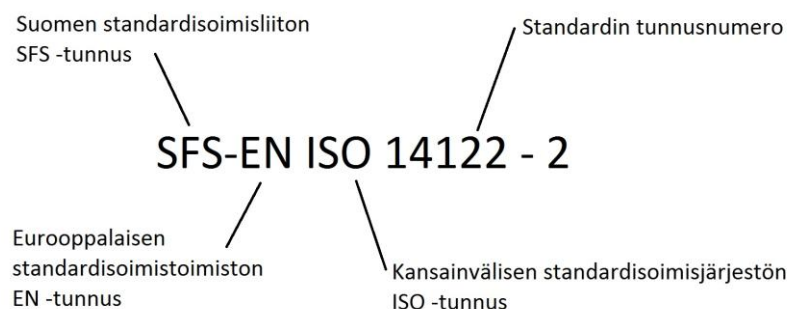
- 8§ Työnantajan yleinen huolehtimisvelvoite
- 9§ Työsuojelun toimintaohjelma
- 10§ Työn vaarojen selvittäminen ja arviointi
- 12§ ja 13§ Työn ja työympäristön suunnittelu
- 14§ Työntekijälle annettava opetus ja ohjaus
- 17§ Työnantajan ja työntekijöiden välinen yhteistoiminta
- 18§ Työntekijän yleiset velvollisuudet

2.2.3 Direktiivit ja standardit

Perusteellinen työsuojelu alkaa suunnittelupöydältä. Suunnittelu- ja rakennusvaiheessa olevien koneiden ja työkalujen terveys- ja turvallisuusratkaisuille on asetettu erilaisia lainsäädännöllisiä vaatimuksia. Päämääränä on, että koneet ja työkalut olisivat suunniteltu niin turvallisiksi, ettei turvalaitteita tarvittaisi. Tämän ollessa mahdotonta, voidaan vaaratekijöihin vaikuttaa erilaisin suojaustoimenpitein. Vielä jäljelle jäävistä vaaroista on varoitettava käyttöohjeissa, joilla pyritään estämään koneiden ja työkalujen väärinkäytökset ja opastamaan oikeat käyttötavat.

Koneiden ja työkalujen suunnittelusta ja rakentamisesta säätävät lait ovat *konelaki*, eli eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuus (1016/2004), sekä *koneasetus*, eli valtionneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta (400/2008). Koneasetus pohjautuu Euroopan Unionin direktiiviin (2006/42/EY), eli ns. *konedirektiiviin*. Vuoden 2009 lopussa voimaan tulleen direktiivin tarkoituksena oli yhdenmukaistaa kaikkien EU:n jäsenmaiden koneiden turvallisuutta koskevat lait ja asetukset ns. uuden menettelyn mukaisesti.

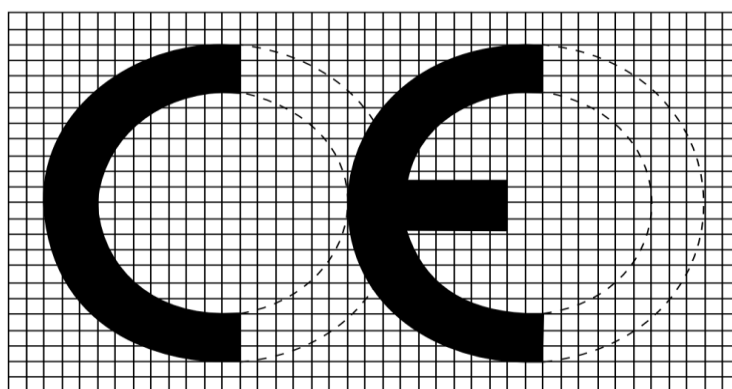
Olellaiset turvallisuusvaatimukset sisältävää direktiiviä täydennetään eurooppalaisilla standardeilla, joiden noudattaminen oli kuitenkin vapaaehtoista. Nämä EN-tunnuksella merkityt eurooppalaiset standardit Suomessa julkaisee Suomen Standardisoimisliitto tunnuksella SFS-EN. Osa eurooppalaisista standardeista julkaistaan yhteistyössä Kansainvälisen standardisoimisliiton ISO:n kanssa muodossa SFS-EN ISO. Voimassa olevista SFS-EN -standardeista ja SFS-EN ISO – standardeista on luettelo Suomen standardisoimisliiton kotisivuilla. /6/



Kuva 5. Suomessa julkaistun standardin tunnus, kun sen sisältö vastaa kansainvälisiä ja eurooppalaisia standardeja.

Standardien päivittäminen tapahtuu periaatteessa viiden vuoden välein. Tästä johtuen koneiden ja työkalujen suunnittelussa ja turvallisuuden arvioinnissa käytetään sillä hetkellä voimassa olevaa standardia.

Koneiden ja työkalujen turvallisuusmääräysten täyttymisestä voidaan ilmoittaa myös CE -merkinnällä (**Kuva 6.**). Merkinnän tekee koneen tai laitteen valmistaja, joka on vastuussa erilaisten säädösten ja standardien täyttymisestä, eikä laitetta tarvitse erikseen kolmannen osapuolen avulla testata. CE -merkittyjä tuotteita saa vapaasti myydä Euroopan talousalueella. Markkinavalvonnan alaisena niitä kuitenkin testataan erilaisin pistokokein säännöllisesti, ja jos todetaan, ettei tuote vastaa määräyksiä, voidaan sen myynti kieltää, ellei tuotteen valmistaja saata sitä vaatimusten mukaiseksi. /6/



Kuva 6. CE -merkintä direktiivien mukaisesti.

2.3 Työergonomia

Erittäin kattavana käsitteenä tunnettua ergonomiaa on tutkittu maailmalla laajasti ja hieman eri painotuksin, mutta peruseriaatteeksi on muodostunut ihmisen turvallisuuden, terveyden ja hyvinvoinnin parantaminen. Riippuen painotettavista asioista ja näkökulmasta, ergonomian määritelmä voi varioida, mutta sisältö pysyy kuitenkin samana. Työterveyslaitoksen julkaisemassa teoksessa *Ergonomia* (Launus & Lehtelä, 2011), ergonomia määritellään seuraavasti:

”Ergonomia on ihmisen ja toimintajärjestelmän vuorovaikutuksen tutkimista ja kehittämistä ihmisen hyvinvoinnin ja järjestelmän suorituskyvyn parantamiseksi.”

2.3.1 Ergonomian synty

Aikoinaan 1800-luvun lopulla työasentoja ja istumista koskevinä tutkielminä ja 1900-luvun alussa työväsämyksen ja työmotivaation tutkimisena ja työtutkimuksen syntymisenä liikkeelle lähtenyt ergonomian tutkiminen kasvoi voimakkaasti vasta toisen maailmansodan jälkeen. Tällöin toimintahäiriöitä ja onnettomuuksia tutkiessa havaittiin, ettei ihmisen toimintarajoituksia ja inhimillisiä tekijöitä otettu huomioon koneita ja laitteita suunniteltaessa.

Tekniikan kehittyessä myös ergonomia kehittyi entistä laajemmaksi käsitteeksi. Alun perin painotus oli raskaiden töiden *fyysisessä ergonomiassa* ja yksitoikkoisten ja epämiellyttävien töiden *psykkisessä ergonomiassa*. Tietotekniikan kehityksen myötä ergonomian käsite laajeni valaistus- ja työpisteongelmiin sekä ihmisen havainnointia tarkastelemaan *kognitiiviseen ergonomiaan*. /1/

2.3.2 Käytettävyys

Ergonomian yhteydessä alettiin puhua myös *käytettävydestä*, joka ergonomian lailla tarkoitti tekniikan ja toiminnan suunnittelua ihmiselle sopivaksi. Käytettävyys kuitenkin painotti yksittäisen tuotteen arviointia ja käyttötilannetta, kun taas ergonomia käsitteli laajempia kokonaisuuksia. /1/

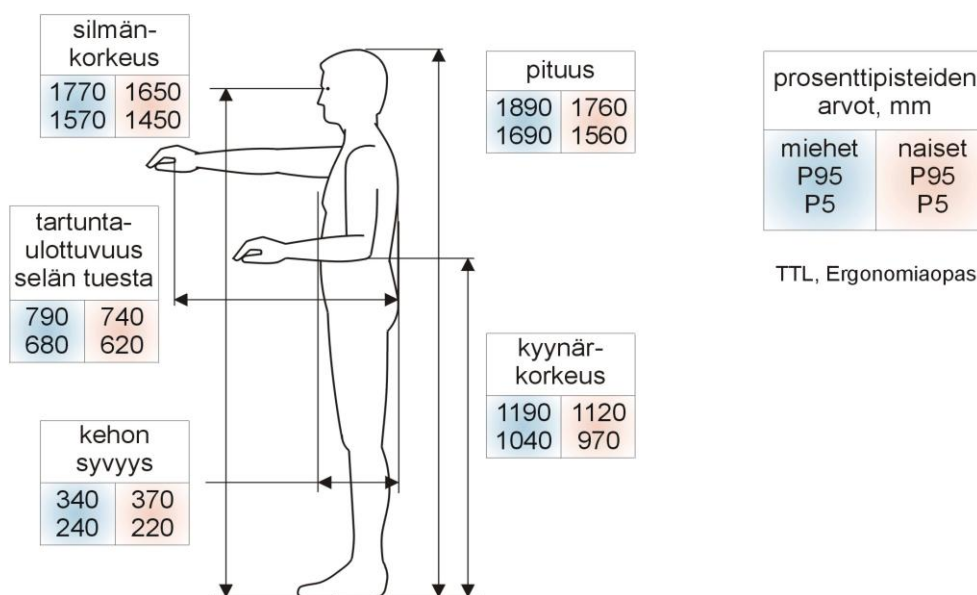
Tarkasteltaessa koneen tai laitteen käytettävyttä huomio kohdistuu siihen, voidaanko laitetta käsitellä vaivattomasti ja ongelmattomasti, sekä miten helposti käyttäjä hallitsee ja ymmärtää laitteen toiminnan ja käytön. Laitteen käytettävyyden arviointi voidaan suorittaa standardin SFS-EN ISO 9421-11 mukaan tutkimala seuraavia asioita:

- **tuloksellisuus:** käyttäjän työtehtävässä saavuttama tarkkuus sekä työtehtävän kesto
- **tehokkuus:** käyttäjän työtehtävän suorittamiseksi tarvitsemat voimavarat työtehtävän suorittamiseksi määrättyssä ajassa
- **käyttäjän tyytyväisyys:** työtehtävän suorittamisen aikainen työmukavuus sekä suhtautuminen laitteeseen.

2.3.3 Ergonominen työasento

Hyvä työasento on työntekijän terveyden ja työn sujuvuuden kannalta todella merkittävä tekijä. Väärin mitoitettut työpisteet aiheuttavat ylimääräistä räsitusta asettamalla työntekijän huonoihin ja epämukaviin työasentoihin sekä johtavat liialliseen voimankäyttöön. Varsinkin raskaat ja kuormittavat työtehtävät asettavat työntekijän terveyden ja työkyvyn koetukselle. Tällöin on tärkeää, että työpiste on suunniteltu siten, että se mahdollistaa työasennon säätämisen työntekijälle optimaaliseksi, jolloin voidaan ehkäistä liiallisen kuormituksen syntymistä. Oikein mitoitettulla työpisteellä ja ergonomisella työasennolla voidaan ylläpitää työntekijän toimintakykyä ja terveyttä mahdollisimman pitkään. /1/

Ottamalla työpisteen mitoituksen ja ergonomian huomioon jo suunnitteluvaiheessa, voidaan myöhemmin välttyä suuremmilta korjaavilta toimenpiteiltä ja muutostöiltä, jotka voivat aiheuttaa hyvinkin suuria lisäkustannuksia. Työpisteen ollessa useiden työntekijöiden käytössä, on sen hyvä olla säädettävissä siten, että mahdollisimman moni käyttäjä pystyy mukauttamaan sen itselleen sopivaksi. Mitoituksen perustana käytetään ihmisruumiin rakennetta, koostumusta ja mittasuhteita koskevaa tutkimusaluetta, *antropometriaa*. /1/



Kuva 7. Ihmisen perusmitat. Työterveyslaitoksen *Ergonomiaopas*,(2006)

Suunnittelussa käytetyt mitat saadaan tilastoista, joiden perusteella voidaan arvioida väestön jakautumista fyysisten mittojen suhteen. Tutkiessa suhteellista osaa väestöstä, noudattaa ihmisen pituuden ja ruumiinosien pituusmittojen jakauma yleensä symmetristä standardijakaumaa. Yllä olevassa kuvassa (**Kuva 7.**) havainnoidaan valtaosaväestön enimmäis- ja vähimmäismittoja, joiden mukaan esimerkiksi 90 % miehistä on pituudeltaan 189 cm (P95) ja 169 cm (P5) välillä, ja naisista vastaavasti 176 cm (P95) ja 156 (P5) välillä. Näitä mittoja käyttäen pystytään arvioimaan suunniteltavan työpisteen vaatimuksia säädeltävyyden ja muunneltavuuden suhteen. /1/

2.3.4 Direktiivit ja standardit

Ergonomian kehittämisestä ja ylläpidosta työpaikoilla on myös olemassa useita säädöksiä ja standardeja. Näistä ehkä tärkeimmässä, Työturvallisuuslaissa (738/2002), on ollut vuodesta 2003 säädös työnantajan velvollisuudesta työpaikan työergonomiasta huolehtimiseen:

- **24§ Työpisteen ergonomia, työasennot ja työliikkeet**

”Työpisteen rakenteet ja käytettävät työvälineet on valittava, mitoitettava ja sijoitettava työn luonne ja työntekijän edellytykset huomioon ottaen ergonomisesti asianmukaisella tavalla. Niiden tulee mahdollisuuksien mukaan olla siten säädettävissä ja järjestettävissä sekä käyttöominaisuuksiltaan sellaisia, että työ voidaan tehdä aiheuttamatta työntekijälle haitallista tai vaarallista kuormitusta. Lisäksi on otettava huomioon, että:

1. työntekijällä on riittävästi tilaa työn tekemiseen ja mahdollisuus vaihdella työasentoa;
2. työ kevennetään tarvittaessa apuvälinein;
3. työlle haitalliset käsin tehtävät nostot ja siirrot tehdään mahdollisimman turvallisiksi, milloin niitä ei voida välttää tai keventää apuvälinein; ja
4. toistorasituksen työntekijälle aiheuttama haitta vältetään tai, jollei se ole mahdollista, se on mahdollisimman vähäinen.”

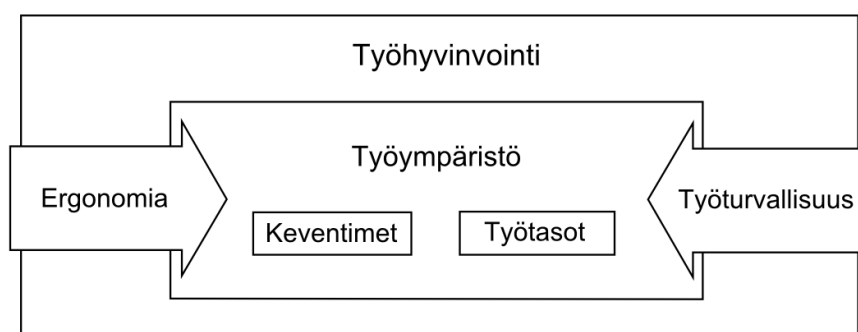
Muita työpaikan ergonomian kannalta tärkeitä säädöksiä on mm. *Työterveyshuoltolaki* (1383/2001), joka painottaa erityisesti työympäristön suunnittelun merkitystä, sekä *Konelaki* (1016/2004), jonka tarkoituksena on varmistaa, että laitteet suunnitellaan turvallisiksi, eikä aiheuta valmistajan tarkoittamassa käytössä vaaraa tai haittaa terveydelle.

Useiden näiden säädösten ja direktiivien vaatimuksia tukemaan on asetettu myös useita standardeja, joiden noudattaminen on kuitenkin vapaaehtoista. Niiden avulla laitteiden vaatimuksenmukaisuuden osoittaminen on kuitenkin yksinkertaisinta.

Tästä johtuen standardien asema Euroopassa on todella vahva. Ergonomian kannalta tärkeimpiä standardeja ovat muun muassa SFS-EN 614 *Koneturvallisuus. Ergonomiset suunnitteluperiaatteet*, sekä SFS-EN ISO 6385 *Työjärjestelmien ergonomiset suunnitteluperiaatteet.* /1/

2.4 Yhteenveto

Tämän työn päämääränä oli suunnitelman laatiminen työhyvinvoinnin ja työturvallisuuden kehittämiseksi Wärtsilän linjakokoonpanon ensimmäisessä ja toisessa kokoonpanovaiheessa. Alla olevassa kuvassa (**Kuva 8.**) havainnoidaan työn teoreettisen viitekehyksen ylimpänä yläkäsitteenä olevaa työhyvinvointia. Sen osana olevat ergonomia ja työturvallisuus toimivat näkökulmina tarkasteltaessa työympäristöön kuuluvia keventimiä ja työtasoja. Tässä työssä tutkitaan juuri näiden keventimien ja työtasojen kehittymismahdollisuuksia.



Kuva 8. Työn viitekehys.

Ergonomian osalta työssä tutkitaan keventimien käytettävyyttä sille suunnitelluissa työtehtävissä sekä nykyisten työtasojen ergonomiaa ja suunniteltujen uusien tasojen vaikutusta työasentoon, joiden käytettävyys tulee myös olemaan arvioinnin kohteena. Työturvallisuuden kannalta keventimissä tutkitaan niiden eroja vanhoihin sähkönostureihin ja työtasossa arvioidaan vanhojen tasojen turvallisuutta riskianalyysillä sekä korvaavien uusien tasojen vaikutusta turvallisuuteen.

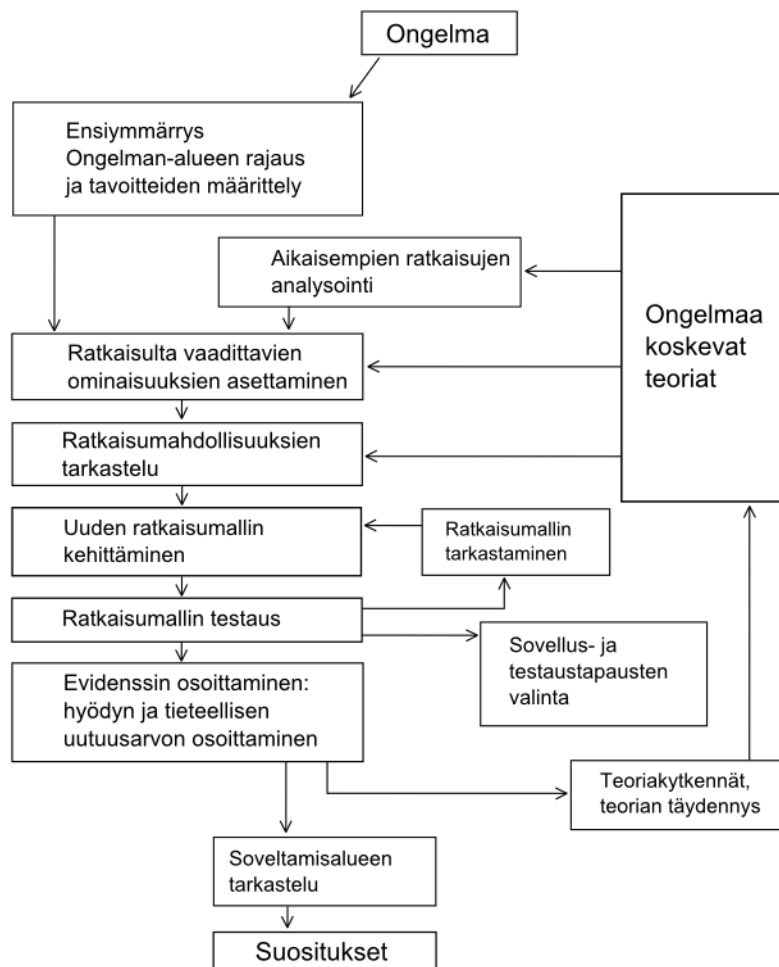
3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Tutkimusote ja menetelmä

Tutkimusotteen, eli -strategian merkitys on suuri, sillä se määrää tavan, jolla tutkimuksessa käytettävää tietoa hankitaan ja käsitellään. Vastaavasti tutkimusta varten hankitun tiedon ollessa tietynlaista, on tutkimusotteenkin oltava tietynlainen. Tutkimusotetta valittaessa on tarkasteltava tutkittavaa kohdetta ja pohdittava, minkälaisesta ongelmasta on kyse. Valinnan kannalta merkittäviä asioita ovat muun muassa mitä tietoa on tutkittavasta kohteesta jo olemassa, mitä aineistoa on tutkimusta varten saatavilla ja millaisia tuloksia tutkimuksesta halutaan saada.

Tämän työn päämääränä oli kartoittaa ja suunnitella Wärtsilän linjakokoonpanon työturvallisuuden ja työergonomian kehittämismahdollisuuksia. Keskeisenä aiheena oli siis konkreettisen ongelman tutkiminen ja ratkaisun kehittäminen. Tästä syystä työn tutkimusotteeksi valikoitui Tauno Olkkosen teoksessa *Johdatus teollisuustalouden tutkimustyöhön* (1994) käsittelemä **konstruktiivinen tutkimusote**.

Konstruktiivinen tutkimusote on teollisuustalouden merkittävimpiä ja käytetyimpiä tutkimusotteita, johtuen sen selvästi suunnittelevasta ja ongelmanratkaisuun pyrkivästä luonteesta. Luovuutta ja innovatiivisuutta lähteinään käyttävä konstruktiivinen tutkimusote tähtää ongelman ratkaisun toimivuuden testaamiseen käytännön tasolla. Tutkimusaineistona on usein tutkimuskohteesta tehdyt havainnot, sekä case-, eli tapaustutkimuksien avulla saatu aineisto. Konstruktiivisen tutkimuksen rakennetta hahmotellaan alla olevassa kuvassa (**Kuva 9**). /3/



Kuva 9. Konstruktiivisen tutkimuksen periaatteellinen rakenne. (Olkkonen, 1994.)

Tässä työssä tutkittiin työturvallisuuden ja työergonomian kehittämistä uusien työskentelytasojen ja keventimien muodossa. Luonteeltaan tutkimus mukaili pääosin konstruktiivisen tutkimuksen kaavaa (**Kuva 9.**), lukuun ottamatta ongelmaan kehitettyjen ratkaisujen toimivuuden todentamista. Resursseista ja ajanpuutteesta johtuen suunniteltuja kehitysratkaisuja ei voitu tutkimuskohteessa testata, vaan niiden toimivuus pyrittiin todentamaan muilla keinoin, kuten pilotoinnilla ja benchmarking -toiminnalla.

3.2 Työssä käytetyn aineiston kerääminen

Tässä tutkimustyössä käytetty aineisto hankittiin pääosin havainnoimalla tutkimuskohteita, sekä tutkimalla niihin liittyviä ohjeita, suunnitelmia, piirustuksia ja muita dokumentteja. Tämän lisäksi tietoa hankittiin haastattelemalla kohteissa työskenteleviä henkilöitä.

Tutkimuskohteiden havainnoinnissa pyrittiin kuvaamaan käytettyjä työtapoja, työkohteita sekä käytettävän kaluston ominaisuuksia mahdollisimman tarkasti. Tämän lisäksi tutkittiin kohteisiin liittyviä dokumentteja, kuten kaluston käyttöohjeita ja tilastoja kaluston käyttöön liittyvistä työtapaturmista, sekä erilaisia työturvallisuuteen liittyviä kartoituksia ja dokumentteja.

Kohteissa työskenteleviä henkilöitä haastattelemalla pyrittiin syventämään tietoa käytössä olevasta kalustosta sekä työskentelytavoista, sekä haettiin mahdollisia suuntia ongelman ratkaisun kehitystyölle. Lisää tietoa ja erilaisia käyttökokemuksia saatiin myös kerättyä käyttämällä pilotointi- ja benchmarking-menetelmiä.

3.2.1 Pilotointi ja benchmarking

Pilotointi ja benchmarking ovat tuotantoprosessien kehittämisen työkaluja ja toimintatapoja, joiden avulla pyritään tunnistamaan ongelmia ja virheitä omassa toiminnassa ja prosesseissa. Kyseenalaistamalla ja vertailemalla omaa toimintaa teknisesti ja toiminnallisesti edistyneempiin prosesseihin voidaan paikantaa omien prosessien ja toimintatapojen ongelmakohdat, sekä löytää uusia teknisiä ja toiminnallisia ratkaisuja.

Pilotoinnilla tarkoitetaan kokeilujaksoa, jolla suunniteltua kehitysratkaisua voidaan kokeilla käytännössä tarkoitettussa työtehtävässä pienemmässä mittakaavassa. Pilotoinnin kesto on tavallisesti lyhytaikainen, sillä tavoitteena on löytää vastauksia kehitysratkaisuja selvittäessä esiin tulleisiin kysymyksiin, sekä varmistaa ratkaisujen toiminnallisuus.

Benchmarking, eli vertailuanalyysi on yleisesti käytössä yritysmaailmassa ja eteenkin prosessi- ja laatukehittämisen apuvälineenä. Yhteistyötä tekevien yritysten ja organisaatioiden välillä tapahtuvalla säännöllisellä benchmarking -toiminnalla voidaan vahvistaa kehitystoimintaa molemmin puolin jakaen kehitysideoita ja hyödyntäen toisten tietotaitoa ja kokemusta. Kehityksen kohteina voi tuotantoprosessien lisäksi olla tuotteiden laatu, asiakastyytyväisyys tai taloudellinen menestys.

4 TYÖTASOT

Wärtsilän linjakokoonpanossa on käytössä erimallisia työtasoja, joiden käyttökohteet vaihtelivat suuresti. Suurin osa työtehtävistä on työpisteissä toteutettavissa joko lattialla tai pienellä pukilla seisten. Useimmiten työtehtävät ovat tehtävissä kiinteiltä työskentelytelineiltä, jotka voidaan nostaa tarvittavaan korkeuteen, ja jotka ovat kaiteilla suojattu ja portailla varustettu.

Toisinaan työtehtävät ovat sellaisia, ettei työskentelykohteeseen yllä seisten, eikä kiinteiltä työskentelytelineiltä. Tällöin ainoana vaihtoehtona ovat erilaiset henkilönostimet ja siirrettävät työtasot, joita on saatavilla useita erilaisia malleja. Näiden käyttöön liittyy kuitenkin useita rajoitteita, jotka liittyvät useimmin kyseisten tasojen ja henkilönostinten käytettävyyteen ja varastointiin.

Tässä työssä kehityksen kohteena olevat linjakokoonpanon vaiheiden 1 ja 2 työtasot olivat jo kauan olleet työturvallisuuden kannalta huomion kohteena. Sekä työntekijöiden suunnalta, että työturvallisuudesta vastaavilta henkilöiltä saatu kritiikki työtasoja kohtaan liittyi juuri työtasojen turvallisuuteen ja käytettävyyteen. Erilaisia ratkaisuja on esitetty ja testattu, mutta nämä ratkaisut on kuitenkin hylätty johtuen usein niiden epäkäytännöllisyydestä. Uusien työtasojen hankinnassa on haasteena nimenomaan tasapainon löytäminen työturvallisuuden ja käytettävyyden välillä.

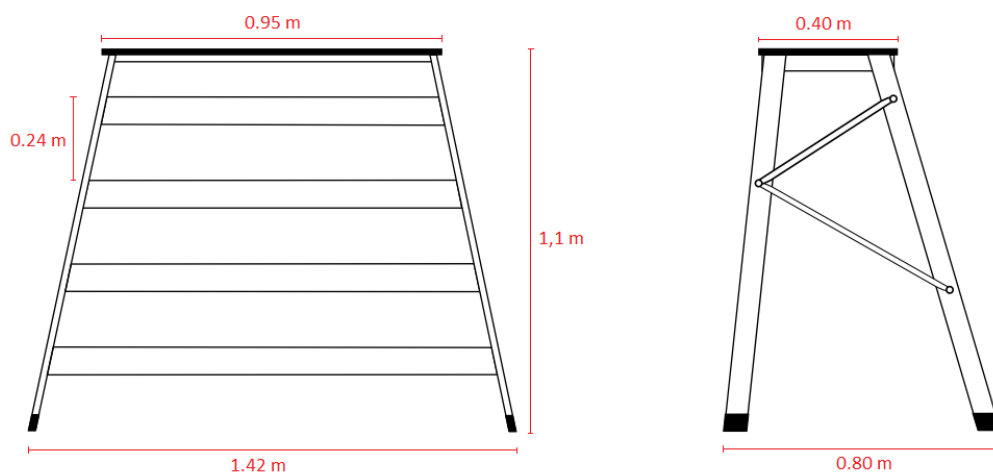
4.1 Lähtötilanteen selvitys

Työtasojen osalta lähdettiin selvittämään käytössä olevaa ja käytöstä poistunutta kalustoa. Linjakokoonpanossa käytössä olevista telineistä selvitettiin mitat ja tekniset ominaisuudet ja käyttökohteet. Tämän lisäksi telineiden työturvallisuutta arvioitiin laatimalla erilaisia riskiarvioita niillä mahdollisesti tapahtuvista tapaturmista sekä tutkittiin erilaisia työtasoihin liittyviä tilastoja tapaturmista ja läheltä piti -tapahtumista. Tämän lisäksi erilaiset työtasojen käyttöön vaikuttavat rajoi-

tukset pyrittiin selvittämään. Tietoa hankittiin myös haastattelemalla kokoonpanon työntekijöitä, sekä keskustelemalla heidän kanssa mahdollisista ratkaisuista.

4.1.1 Käytössä oleva kalusto

Linjakokoonpanon vaiheissa 1 ja 2 käytössä olleet työtelineet ovat olleet rakenteeltaan alumiinisia ja puuvanerista valmistetulla seisontatasolla varustettuja. Niiden mittoja ja malleja havainnoidaan alla olevassa kuvassa (**Kuva 10.**). Työtasot vastaavat rakenteiltaan ja mitoiltaan Työturvallisuuslain(738/2002) työpukeille asettamia vaatimuksia muun muassa enimmäiskorkeudesta, seisontatason leveydestä, askelmien enimmäiskorkeudesta ja syvyydestä, sekä seisontavakavuudesta. Vaatimuksia on asetettu työtasoille myös valmistusmateriaalista, lujuudesta ja turvallisesta käytöstä. Työtelineillä on myös yhtenä ominaisuutena niiden kokoon taitettavuus.



Kuva 10. Linjakokoonpanon vaiheissa 1. ja 2. käytössä olleiden työtelineiden mitat.

4.1.2 Käyttökohteet

Työtelineiden käyttöä vaativien asennustöiden vaatimustaso ja laajuus vaihteli työvaiheen kannalta kriittisistä ja merkittävistä asennustöistä pienempiin ja lyhyt-

kestoisiin työtehtäviin. Jotkut työtehtävät vaativat työtelineiden uudelleensijoittamista useaan kertaan. Lähes kaikkia työtelineen käyttöä vaativat työtehtävät tehtiin työtelineen päällä seisten.

1. vaiheessa työtason käyttöä vaativia kriittiset työtehtävät olivat seuraavanlaisia.

- **Komponenttien A lasku.** Tarvittavien asennustehtävien jälkeen lasketaan komponentit A lohkon omille paikoilleen. Työtehtävässä kaksi asentajaa seisoo työtelineiden päällä molemmilla puolilla lohkoa. Moottorin mallista riippuen työtelineitä on työtehtävän aikana siirrettävä 3 – 6 kertaa.
- **Komponenttien A asennus.** Hydraulisilla tunkeilla tehtävä Komponenttien A asennus on hyvin samankaltainen työtehtävä kuin kyseisten komponenttien lasku. Kaksi asentajaa seisoo työtelineillä molemmilla puolilla lohkoa. Jälleen moottorin mallista riippuen, työtelineitä on siirrettävä 3 – 6 kertaa työtehtävän aikana.

Muita työtelineen käyttöä vaativia tehtäviä 1. vaiheessa on erilaisten antureiden sähkökaapeleiden asennus ja kampiakselin nostoraudan irrotus. Nämä ovat kuitenkin harvemmin tapahtuvia ja lyhyitä työtehtäviä. Työtelineitä käytetään myös silloin, kun noustaan lohkon sisälle asetetuille astinlaudoille lohkon vapaasta päästä.

2. vaiheessa työtason käyttöä vaativat työtehtävät sijoittuivat kaikki lohkon vapaaseen päähän ja olivat seuraavanlaisia.

- **Värähtelynvaimentimen ja hammaspyörän asennus.** Ensimmäisenä työvaiheena olevien värähtelynvaimentimen ja hammaspyörän asennus tehtiin työtelineellä seisten. Asennettavat kappaleet olivat erittäin painavia, ja ne nostettiin paikoilleen sähkönosturilla. Noston loppuvaiheessa oli nosturia operoitaessa seisottava työtelineellä.
- **Pumppukotelon asennus.** Merkittävimpiä alikokoonpanoja oleva pumppukotelo asennetaan 2. vaiheessa. Työtelineen käyttöä vaatii paikoilleen

nostetun pumppukotelon kiinnityspulttien kiristys sekä pumpun hammaspyöriin liittyvien mittausten teko.

- **Päätykoteloiden asennus.** Päätykotelaita asennetaan moottorin mallista riippuen yksi tai kaksi kappaletta. Päätykotelo ohjataan paikoilleen nosturilla, jonka jälkeen kotelon kiinnityspultit kiristetään työtelineellä seisten. Päätykotelon asennus tapahtuu huomattavassa korkeudessa ja vaatii työtelineellä seisomisesta huolimatta työskentelyä hartialinjan yläpuolella.

4.1.3 Käytettävyys ja rajoitukset

Käytettävyydeltään työtelineet olivat keskitasoa. Niiden yksinkertainen malli ja koko teki niistä varsin kompaktin ja moneen tilanteeseen sopivan. Tästä johtuen työtelineiden hyväksyttävyys työntekijöiden keskuudessa oli varsin kohtalainen. Niiden suhteellisen kevyt rakenne teki niiden käyttöönotosta varsin vaivatonta ja nopeaa. Yleisesti niitä pidettiin varsin hyödyllisinä.

Ongelmia telineiden käytössä toi erilaisten työkalujen ja laitteiden käyttö. Muun muassa jalkakäyttöisten hydraulisten pumppujen käyttö telineiden päällä oli hankalaa, sillä telineiden seisontatason tasainen pinta saattoi olla liukas. Tämän lisäksi useat työtehtävät vaativat työtelineiden siirtämistä useaan kertaan, joka ei telineiden kumijaloista johtuen aina tapahtunut kovinkaan helposti.

Yhtenä telineiden käyttöön liittyvistä ongelmista oli niiden säilytys. Telineillä ei ollut mitään määrättyä säilytyspaikkaa, vaan niitä siirrettiin paikasta toiseen tarpeen mukaan. Säilytystilan puute oli yksi merkittävimmistä telineiden käyttöön liittyvistä ongelmista. Telineiden yhtenä ominaisuutena oli myös kokoontaitettavuus, jota ei pidetty tarpeellisenä.

4.2 Tapaturmat ja riskien analysointi

Työtelineiden turvallisuutta arvioitiin laatimalla niistä riskianalyysi, sekä tutkimalla tilastoja työtelineiden käyttöön liittyvistä tapaturmista ja ilmoituksia vaaratilanteista, eli niin sanottuja ”läheltä piti” -ilmoituksia. Näiden avulla pyrittiin korjaamaan työn kannalta kaikkein vakavimmat ja oleelliset riskit, joiden perusteella voitiin ryhtyä valmistelemaan kehityssuunnitelmaa.

4.2.1 Tapaturmat ja ilmoitukset vaaratilanteista

Osana jatkuvaa ja aktiivista kehitysehdotustoimintaa oleva vaaratilanteiden kirjaaminen, eli niin sanottujen ”läheltä piti” -ilmoitusten teko ja seuranta on osa Wärtsilä Oy:n työturvallisuustoimintaa. Niiden avulla pyritään kehittämään työympäristöä muun muassa henkilö-, palo-, ja sisäiseen liikenneturvallisuuden osalta turvallisemmaksi. Ilmoitus voidaan tehdä kenen tahansa toimesta havaituista puutteista työympäristössä, ja pyritään ratkaisemaan vastuuhenkilöiden toimesta mahdollisimman nopeasti. Järjestelmän tavoitteena on sitouttaa koko yrityksen henkilöstö työyhteisön parantamiseen.

Kehityskohteena olevista työtelineistä linjakokoonpanossa tehtyjä tapaturma- ja vaaratilanneilmoituksia löytyi hyvin vähän. Vuoden 2010 alusta lähtien tehdyistä tilastoista ilmoituksia löytyi kaksi kappaletta (**Taulukko 5.**). Telineisiin liittyviä tapaturmailmoituksia ei vuodesta 2009 lähtien kirjatuista tapaturmista löytynyt yhtään.

Taulukko 5. Työtelineisiin liittyviä ilmoitettuja vaaratilanteita.

Otsikko ja tilanteen kuvaus	Missä	Tutkinta	Toimenpiteet
Tikkaan pettäminen alta (2013). Vaiheen 2.1 a-tikkaat ovat niin huonot että huojuvat, kun niillä yrittää työskennellä.	W32 Linja lohkotiiimi	A-tikkaista lähtenyt niittejä irti pitkän käyttöiän takia.	Tikkaat korjattiin hitsaamalla niin että niittejä ei enää tarvittu.

Kaatuminen (2013). Astuessani moottoripukilta matalalle työtasolle ,työtason lukitus petti ja taso painui kasaa ,jolloin jalka jäi telineen väliin ja kaaduin ja tipuin selälleni lattiaan. Turma aiheutti verisen nirhauman nilkkaan.	W32 Linja lohkotiiimi	Lukitukset tarkastettu ja käyty läpi	Viallinen taso uusittu
---	-----------------------	--------------------------------------	------------------------

4.2.2 Riskianalyysi

Työtelineistä laadittiin riskianalyysi (LIITE 1.), joka käsitteli telineisiin liittyvien työtehtävien tapaturmien todennäköisyyksiä ja vakavuuksia. Yksittäistä työvälinettä kuitenkin arvioitaessa ovat tapaturmien todennäköisyydet ja vakavuudet pääosin samankaltaisia. Alla olevassa taulukossa (**Taulukko 6.**) havainnoidaan esimerkkinä yhdenlaisen tapaturman todennäköisyyttä ja vakavuutta.

Taulukko 6. Esimerkki työtelineiden riskianalyysissä esiintyvän tapaturman todennäköisyydestä ja vakavuudesta.

Työtehtävä:	Runkosatuloiden asennus
Tapaturman kuvaus:	Asentaja astuu epähuomiossa telineestä ohi ja putoaa
Todennäköisyys:	Asennustehtävä on jokapäiväinen. Mahdollisia tilanteita on useita. Todennäköinen.
Vakavuus:	Vähäinen. (Todennäköisin) Haitallinen. (Pieni todennäköisyys) Putoamisessa syntyvät vammat voivat vaihdella pienistä mustelmista luun murtumiin. Hyvin vakavat vammat, kuten murtumat, ovat kuitenkin todennäköisyydeltään pienempiä.
Riski:	3 kohtalainen (Todennäköinen) 4 merkittävä (pieni todennäköisyys) Riippuen putoamisen seurausten vakavuudesta.

4.2.3 Tulokset

Tutkiessa tilastoja työtelineisiin liittyvistä tapaturmista ja vaaratilanteista, sekä kartoittaessa mahdollisia riskejä voitiin havaita, että vaikka linjakokoonpanossa olevien työtelineiden käyttöaste oli suuri, oli niihin liittyviä tapaturmia ja vaaratilanteita kirjattu vähän. Tämä saattoi johtua joko siitä, että kaikista vaaratilanteista ei välttämättä ilmoitettu tai siitä, että vaaratilanteita ei telineiden käytössä syntynyt paljoa. Tapaturmien ja vaaratilanteiden vähyys ei kuitenkaan sulje pois riskianalyyssissä ilmi tulleita puutteita.

Yhteenvedona voidaan riskianalyyssistä sanoa, että työskentelytelineiden ollessa jokapäiväisessä käytössä, niiden käyttöön liittyvät mahdolliset tapaturmat ovat **todennäköisiä**, ja niistä aiheutuvien vammojen vakavuudet ovat pääosin **vähäisiä**, ja näin ollen riskit ovat pääosin **kohtalaisia**.

Taulukon 1 (s.21) mukaan on vakavuudeltaan kohtalaisten riskien ilmetessä ryhdyttävä toimenpiteisiin riskin pienentämiseksi, sekä tarvittavat toimenpiteet on aikataulutettava ja mitoitettava järkevästi. Vakavuudeltaan merkittäviä vammoja ei telineitä käytettäessä ole vielä syntynyt, joten näin ollen niihin liittyvät riskit eivät ole merkittäviä. Kuitenkin yhden merkittävän vamman sattuessa tulee osasta riskejä merkittäviä, ja tällöin ovat korjaavat toimenpiteet välttämättömiä ja aloitettava nopeasti.

Riskianalyyssillä ei pystytty numeraalisesti erottamaan suurimpia riskejä, mutta kaikissa rikeissä oli havaittavissa samoja tekijöitä. Suurimmaksi riskitekijäksi työtelineissä muodostui horjahtamisen tai liukastumisen aiheuttama putoaminen. Myös työskentelytelineiden jokapäiväisen käytön tuoma kuormitus aiheuttaa telineisiin vaurioita, jotka lisäävät tapaturman todennäköisyyttä.

4.3 Kehityssuunnitelma

Työtelineiden kehityssuunnitelmassa lähdettiin asettamaan erilaisia vaatimuksia tuleville telineratkaisuille. Vaadittaviin ominaisuuksiin vaikuttivat muun muassa riskianalyyssissä esiin tulleet puutteet, lain asettamat vaatimukset sekä suunniteltavien työtehtävien ja työpisteen asettamat vaatimukset. Tämän lisäksi mahdollisten telineratkaisuiden ominaisuuksiin vaikutti erilaiset antropometriset vaatimukset. Tällä tavoin pyrittiin saavuttamaan ergonomisia parannuksia työympäristössä.

4.3.1 Työtehtävien asettamat vaatimukset

Suunniteltujen työtehtävien, sekä työympäristön asettamat vaatimukset ja kriteerit koskivat lähinnä telineiden korkeutta, leveyttä ja pituutta. Näiden lisäksi telineet oli voitava siirtää syrjään, tai muuten ottaa pois käytöstä niin, että ne eivät häirineet muiden työtehtävien suorittamista. Vaatimuksiin kuului myös muita työympäristökohtaisia kriteereitä, joiden avulla pyrittiin varmistamaan erilaisten työtehtävien hoitaminen mahdollisimman vaivattomasti.

Vaiheen 1 työympäristö ja työtehtävät asettavat työtelineille seuraavanlaisia vaatimuksia:

- nostokorkeuden oltava vähintään **1.3 m**, mikä mahdollistaa komponenttien A asentamisen
- työtelineiden pystyttävä kuromaan lohkon ja telineiden väliin jäävä **0.45 m** etäisyys umpeen
- työtelineiden enimmäisleveys on **0.8 m**, jotta pystytään kulkemaan telineen takaa muita työtehtäviä tehdessä
- telineitä pystyttävä käyttämään **6.0 m** matkalla lohkon sivulla.

Vaiheen 1 työtelineet eivät kuitenkaan saa kattaa koko lohkon pituutta siten, että muita lohkon samalla puolella olevia työtehtäviä ei pystytä hoitamaan samanaikaisesti. Esimerkiksi lattiatasossa on pystyttävä hoitamaan kokoonpanoon B – D

asennukseen liittyviä työtehtäviä samalla kun komponentteja A asennetaan moottoriin työtelineillä seisten.

Vaiheen 2 työympäristö ja työtehtävät asettavat työtelineille seuraavanlaisia vaatimuksia:

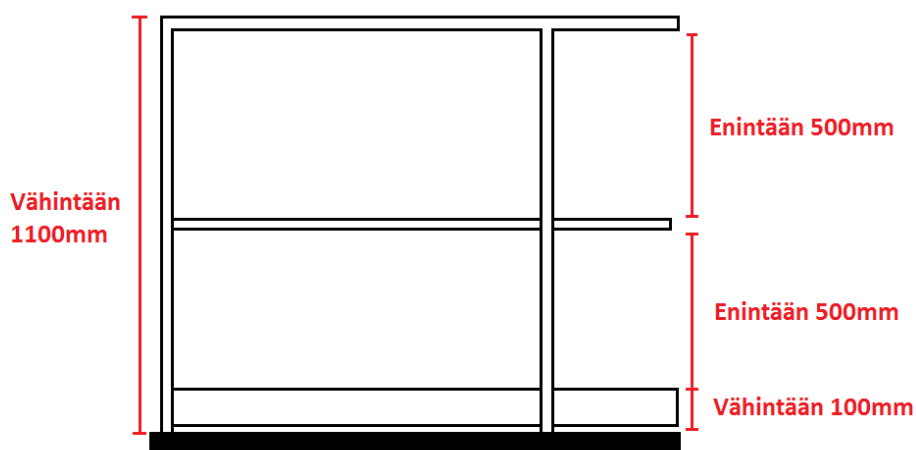
- nostokorkeus oltava enimmillään **1.3 m**, jotta telineet mahtuvat osittain moottorin rakenteiden alle
- työtelineiden rakenteiden pituus oltava enimmillään **2.5 m**
- työtelineiden rakenteiden leveys oltava enimmillään **0.8 m**.

Vaiheessa 2 työtelineen koko määräytyy osittain työtelineen varastoinnin asettamista rajoitteista. Kokoonpanolinjaston liikkussa eteenpäin, ovat työtelineet siirrettävä syrjään, jotta vaiheessa 2 ollut moottori voidaan siirtää seuraavaan vaiheeseen. Tällöin on telineiden mahdollista työpisteen reunalla olevalle alueelle.

4.3.2 Työturvallisuuden asettamat vaatimukset

Kuten käytössä olleiden työtelineiden riskianalysistä kävi ilmi, suurin osa telineiden käyttöön liittyvistä riskeistä liittyi putoamisiin tai horjahtamisiin. Näiden riskien pienentäminen olisi mahdollista telineissä olevien suojakaiteiden avulla. Niitä ei alkutilanteessa käytössä olevissa työtelineissä vaadittu, sillä niiden tekninen nimitys oli ”työpukki”.

Standardissa SFS-EN ISO 14 122-3 määrätään suojakaiteiden käytöstä. Putoamiskorkeuden ollessa enemmän, kuin 0.5 m, on suojakaiteiden asentaminen työtelineeseen pakollista. Kaidetta ei kuitenkaan tarvita telineiden ollessa seinän, tai muun vastaavan rakenteen vieressä. Suojakaiteiden vähimmäismittoja ja muita vaatimuksia havainnoidaan alla olevassa kuvassa (**Kuva 11.**).



Kuva 11. Suojakaiteen vaaditut mitat.

4.3.3 Antropometriset vaatimukset

Antropometrinen mittojen avulla pystytään määrittämään työskentelytason korkeus siten, että se sopii mahdollisimman monelle henkilölle. Työtason sopiva korkeus riippuu työtehtävissä tarvittavasta voimankäytöstä, sekä käsien liikuttelutarpeesta. Raskaita, yli 10 kg painoisia kappaleita nostaessa olisi työskentelytason hyvä olla noin 10 - 30 cm kyynärkorkeutta alempana. Sopivan työtason korkeuden löytäminen on toivottavaa varsinkin vaiheessa 1 komponentteja A asentaessa. Alla olevassa taulukossa havainnoidaan miesten ja naisten seisaalta mitatun kyynärkorkeuden antropometristä vaihtelua (**Taulukko 7.**).

Taulukko 7. Miesten ja naisten seisaaltaan mitatun kyynärkorkeuden vaihtelu.

	Kyynärkorkeuden antropometrinen vaihtelu		
	P5	P50	P95
Miehet	105 cm	113 cm	120cm
Naiset	99 cm	107 cm	114 cm

Taulukosta voidaan havaita, että kyynärkorkeus suurimmalla osalla miehistä ja naisista on 113 cm tai 107 cm. Tällöin raskaita kappaleita nostaessa on työtason hyvä olla korkeudella 77 – 103 cm. Työtelineen ollessa korkeudessa 1.3 m, on lohkon yläreuna, eli työskentelytaso, korkeudessa 80 cm, mikä on antropometristen mittojen perusteella sopiva korkeus.

4.4 Hankinnan suunnitelma

Työtasojen hankintaa varten lähdettiin kartoittamaan eri toimittajien tarjoamia telineratkaisuja. Parametreinä tuleville tasoille ja telineille käytettiin kehityssuunnitelmassa esiin tulleita vaatimuksia ja rajoituksia. Kehityssuunnittelun kohteena olevat työpisteet esiteltiin useille telinetoimittajille, sekä mahdollisiin telineratkaisuihin kohdistuvat rajoitukset ja vaatimukset käytiin läpi. Esiin tulleita telineratkaisuja pyrittiin pilotoimaan mahdollisuuksien mukaan.

Telinetoimittajien kanssa mahdollisista telineratkaisuista keskustellessa oli telineen toimintaperiaatteeksi vahvasti muodostumassa hydraulisesti toimivat työtasot. Nostoliike tällaisissa tapahtuu tavallisesti yksi- tai moniosaisella saksimekanismilla tai teleskooppimekanismilla. Tällainen ratkaisu on mahdollinen sekä kiinteänä eli työpisteeseen integroituna mallina, tai mobiilina eli siirreltävässä olevana mallina.

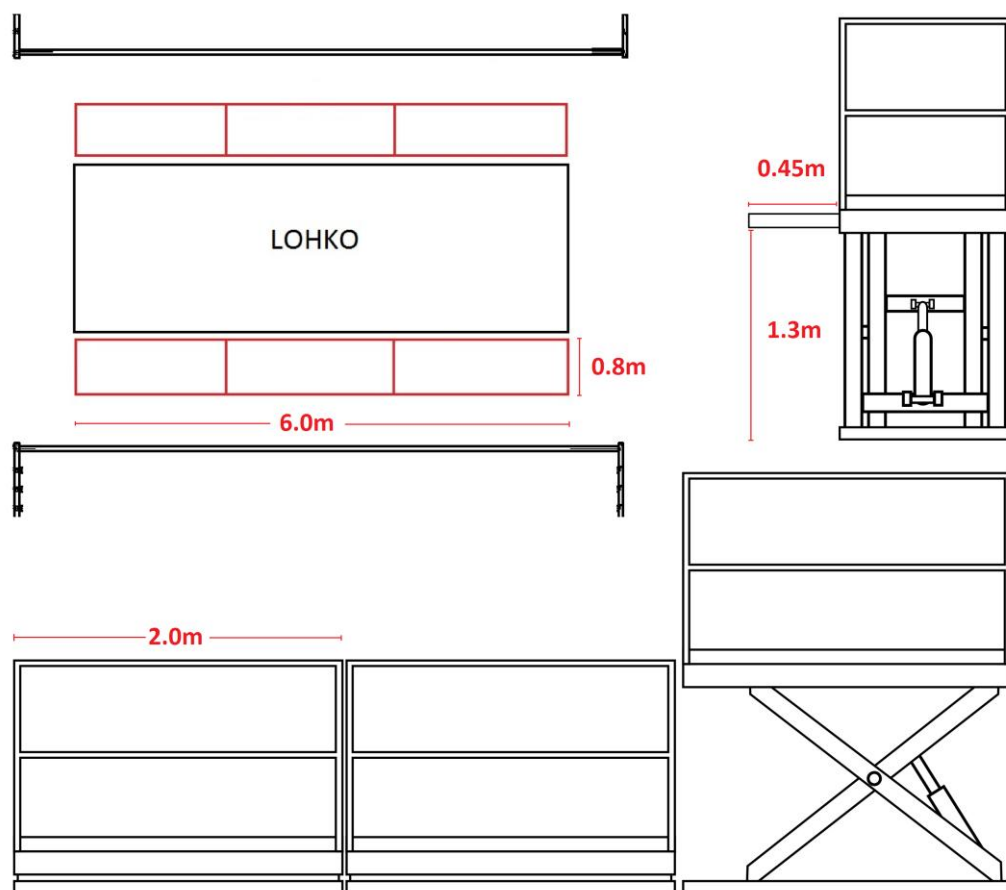
Mahdollisissa telineratkaisuissa pohdittiin myös paljon yksinkertaisia telineratkaisuja ilman nostomekanismia. Tämä mahdollistaisi telineissä paljon yksinkertaisemman ja kevyemmän rakenteen, joka tekisi telineen siirtämisestä helppoa, sekä liikkuvien osien puuttuessa vähentäisi huoltoa sekä pienentäisi hajoamisen riskiä.

4.4.1 Ratkaisujen kartoitus

Kartoitetuissa telineratkaisuissa pyrittiin käsittelemään niiden tuomia parannuksia työturvallisuuteen, sekä arvioimaan niiden käytettävyyttä ja soveltuvuutta työtehtäviin. Ratkaisuiden etuja ja haittoja pyrittiin arvioimaan mahdollisimman realistisesti, sekä käsittelemään muita käyttöön liittyviä ongelmia. Tämän lisäksi mahdollisissa ratkaisuissa pyrittiin kustannuksiltaan eritasoisiiin vaihtoehtoihin.

Vaiheen 1 työtasoratkaisussa 1 lähdettiin hakemaan koko lohkon sivun kattavaa tasoratkaisua (**Kuva 12.**). Useammasta nostimesta koostuvat, lattiaan kiinnitetyt tasot mahdollistavat työskentelyn samanaikaisesti sekä lohkon päällä että lohkon sivulla lattiatasossa. Nostinten ohjaaminen tapahtuisi yksitellen ja vain tarvittava

taso voitaisiin nostaa ylös asennustehtävän ajaksi. Nostimessa olevien liikkuvien sivutasojen avulla päästäisiin lohkon välittömään läheisyyteen, jolloin lohkon rakenteiden päällä seisomiselta välttyttäisiin.



Kuva 12. Koko lohkon sivun kattava työtasoratkaisu 1. mittoineen.

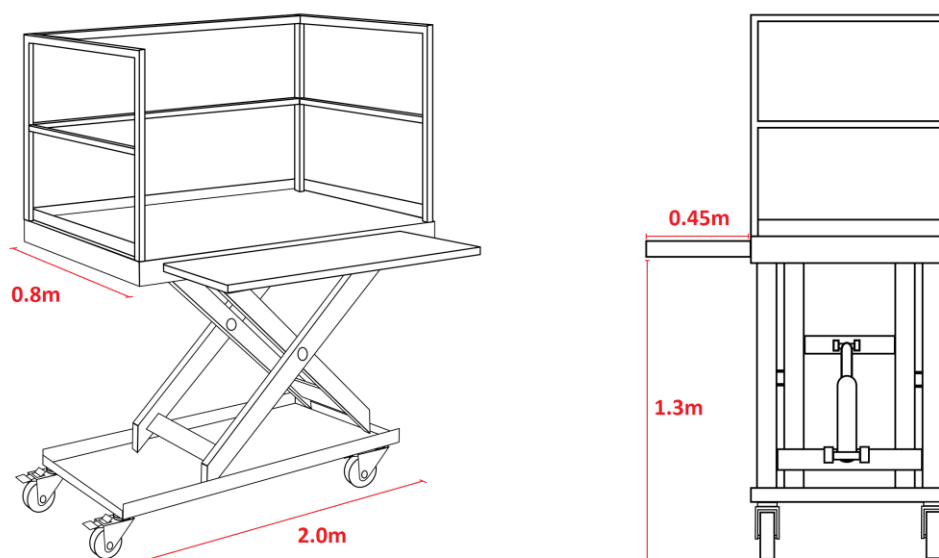
Merkittävin työturvallisuuteen liittyvä parannus tässä tasoratkaisussa olisi sen kaiteet, jotka eliminoisivat lähes kaikki putoamiseen liittyvät riskit. Nostimien käyttöön liittyy kuitenkin omat riskinsä. Pystysuuntainen liike muodostaisi erilaisia leikkautumis- ja puristumisvaaroja ja -riskejä. Varsin ahtaassa tilassa olevat nostimet olisivat kulkuteiden ja työpisteiden välittömässä läheisyydessä ja sen ympärillä saataisi käytön aikana olla useita henkilöitä.

Käytettävyyden kannalta olisivat lattiatasosta nousevat työskentelytasot ideaaliset, mutta nostimeen kuuluvat kaiteet aiheuttaisivat suuria ongelmia muita asennustehtäviä tehdessä. Kaiteiden ollessa lohkon ja rullatasojen välissä, vaikeuttaisi ne huomattavasti osien siirtämistä rullatasolta lohkolle hidastaen näin työtehtävän

suorittamista. Myös nostinten rakenteellinen korkeus matalimmilleen laskettuna aiheuttaisi ongelmia. Lattiasta noin 300 mm nouseva rakenne altistaisi joissakin työtehtävissä huonoihin työasentoihin, kuten kyyristymiseen ja kumarteluun.

Hinnaltaan tämä telineratkaisu olisi kaikkein kallein. Useista nostimista koostuva kokonaisuus olisi sekä hankintakustannuksiltaan että huoltokustannuksiltaan hyvin korkea. Tämän lisäksi työskentelytasojen liikkuvien osien suuri määrä altistaisi helposti toimintahäiriöille, mikä viivästyttäisi työtehtävien valmistusta. Kaiken kaikkiaan tämä telineratkaisu ei kaikkine ongelmineen ole välttämättä paras vaihtoehto.

Vaiheen 1 työtasoratkaisussa 2 haettiin liikuteltavaa nostinta (**Kuva 13**). Pyörille asennettu työskentelytaso olisi siirreltävässä työtehtävän mukaan ja nousisi tarvittavalle korkeudelle. Yksi tason sivuista olisi auki sen ollessa aina käytön aikana lohkoa vasten ja liikkuvan sivutason avulla päästäisi lohkon välittömään läheisyyteen.



Kuva 13. Vaiheen 1 työtasoratkaisu 2: pyörille asennettu nostin.

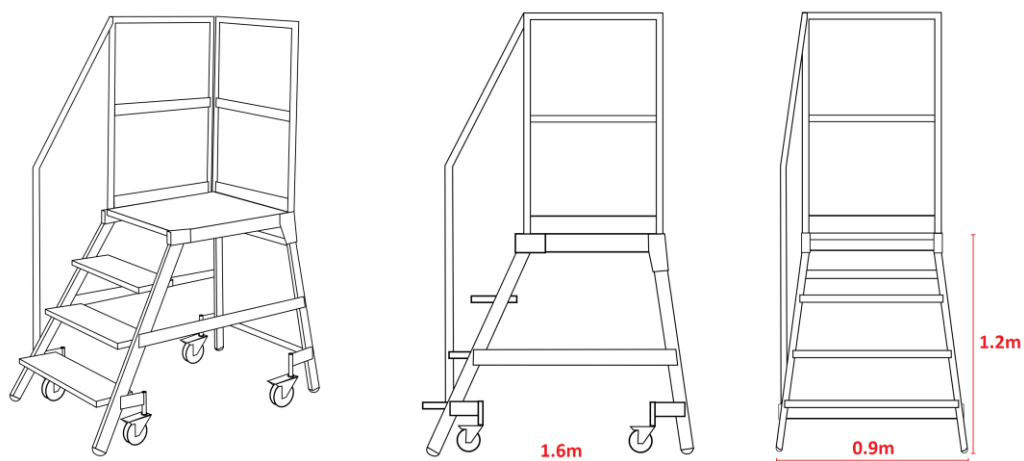
Ensimmäisen työtasoratkaisun tavoin tässäkin telineratkaisussa pystyttiin vähentämään putoamiseen liittyviä riskejä merkittävästi työtasoon asennettavien suoja-kaiteiden avulla. Nostimen käyttöön liittyy kuitenkin myös samanlaiset puristumis- ja leikkautumisvaarat ja -riskit, kuten ensimmäisessä työtasoratkaisussa.

Nostinta käytettäessä voidaan sen pyörät lukita, mikä estää sen liikkumisen asennustöiden aikana.

Työtasoratkaisun käytettävyyttä arvioitaessa voidaan pohtia sen soveltuvuutta suunniteltuihin työtehtäviin. Useat työtehtävät voi vaatia työtason toistuvaa siirtoa, jolloin työtaso on laskettava alas ja siirrettävä käsin. Esimerkiksi komponenttien A asennuksen aikana tämä täytyy tehdä moottorin mallista riippuen enintään kolmesti. Tämä vaikuttaa työtasojen käytettävyyteen, mutta ei tee niistä täysin käyttökelvottomia. Hyvinä puolina telineen siirrettävyydessä on se, että sen voi siirtää syrjään aina kun sitä ei tarvita.

Hankintakustannuksiltaan tämä ratkaisu on huomattavasti halvempi, kuin ensimmäinen työtasoratkaisu. Myös työtason huolto olisi yksinkertaisempaa, koska telineitä olisi enimmillään kaksi kappaletta työvaihetta kohti, ja telineet voisi huollon aikana siirtää syrjään. Kaiken kaikkiaan tämä työtasoratkaisu on kaikkein varteen otettavin vaihtoehto.

Vaiheen 1 työtasoratkaisussa 3 pyrittiin löytämään vaihtoehto (**Kuva 14.**) ilman nostomekanismia ja säädettävää korkeutta. Tällaisen telineen etuna olisi yksinkertainen ja kevyt rakenne, jota olisi helppo siirrellä paikasta toiseen työtehtävästä riippuen.



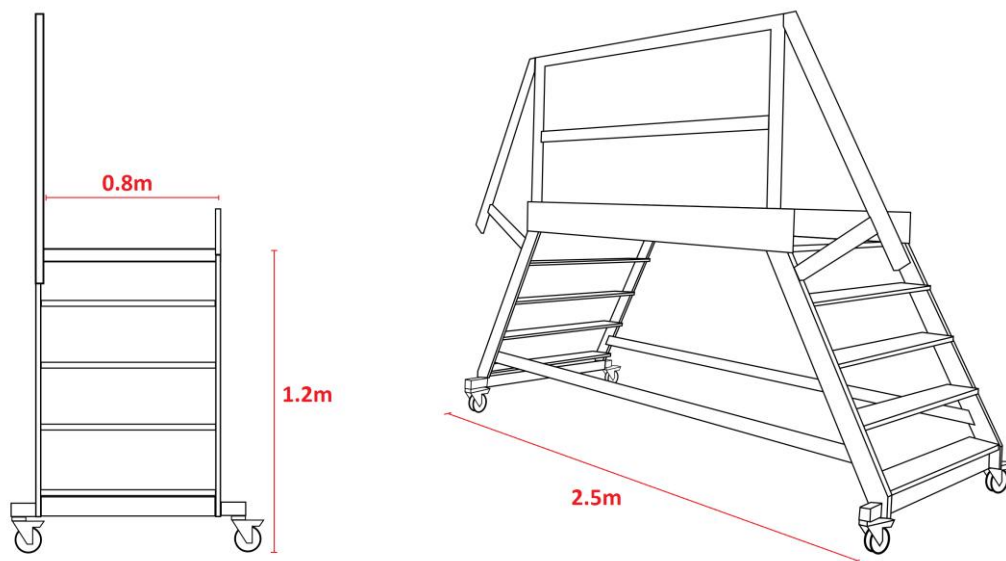
Kuva 14. Vaiheen 1 työtasoratkaisu 3: kevytrakenteinen työteline.

Tämä telineratkaisu olisi käyttöominaisuuksiltaan samaa tasoa, kuin lähtötilanteessa käytössä ollut kalusto. Ainoana poikkeuksena olisi telineeseen kiinnitetty

suojakaide, jolla pyritään vähentämään putoamiseen ja horjahtamiseen liittyviä riskejä ja vaaroja. Tämän ratkaisun tarjoama parannus työturvallisuuteen ei ole samaa tasoa, kuin muissa vaihtoehdoissa, mutta olisi vaihtoehtona silloin, kun käytössä olevat resurssit eivät riitä muihin vaihtoehtoihin.

Kustannuksiltaan tämä ratkaisu olisi kaikista vaihtoehdoista huomattavasti halvin. Käytännössä se olisi hyvin lähellä lähtötilanteessa käytössä olleen kaluston kustannuksia sekä hankinnan että huollon osalta.

Vaiheen 2 työtasoratkaisu 1 muodostui sekä erilaisten ratkaisujen pilotoinnin tuloksien pohjalta että kehityskohteessa työskentelevien työntekijöiden kanssa keskustelemalla. Ratkaisulta (**Kuva 15.**) vaadittiin kevyesti liikuteltavaa rakennetta, jonka pystyy vaadittaessa siirtämään syrjään. Työtelinettä mitoittaessa oli tärkeää löytää tasapaino asennustehtävien asettamien vaatimusten sekä työpisteeseen liittyvien logististen ongelmien, kuten tilanpuutteen, välillä.



Kuva 15. Vaiheen 2 tasoratkaisu 1: kevytrakenteinen työtaso.

Kuten vaiheeseen 1 liittyvissä ratkaisuissa, tässäkin pyrittiin parantamaan työturvallisuutta telineeseen asennettavien suojakaiteiden avulla, jolloin pystytään vähentämään merkittävästi horjahtamiseen ja putoamiseen liittyviä riskejä. Telineen jalkoihin kiinnitettävät lukittavat pyörät estäisivät telinettä liikkumasta asennustehtävien aikana.

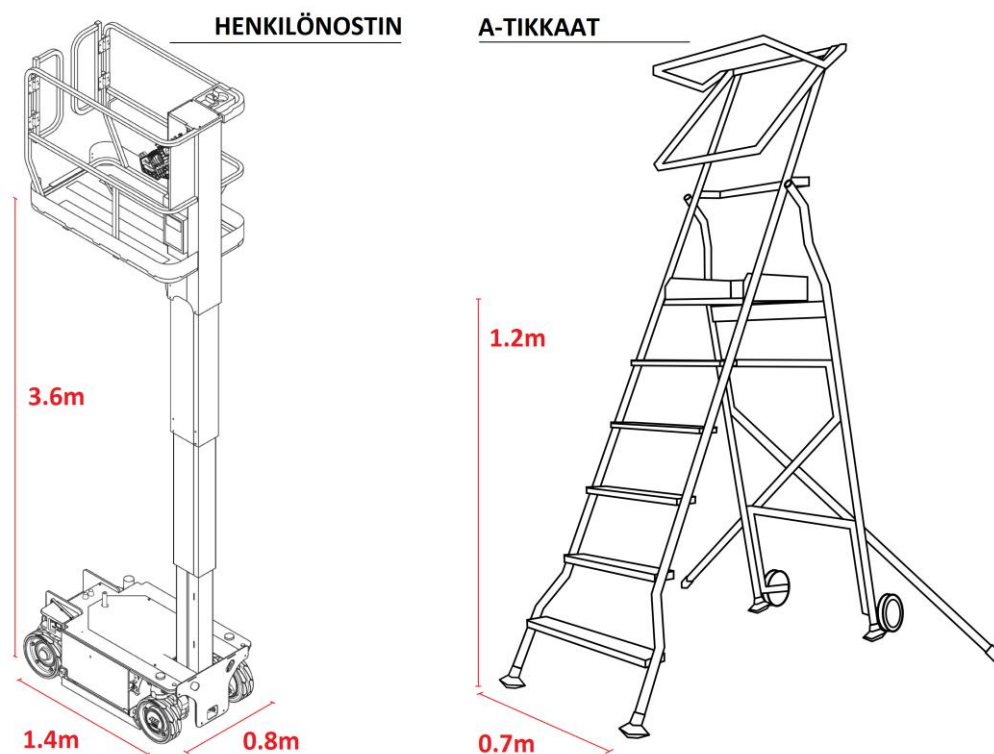
Telineratkaisua suunnitellessa pyrittiin mahdollisimman hyvään käytettävyyteen. Erilaisten mallien pilotoinnista saatujen tulosten avulla pyrittiin välttämään tiettyjä ongelmia, ja mahdollisten telineratkaisujen soveltuvuutta suunniteltuihin työtehtäviin pyrittiin arvioimaan yhdessä asentajien kanssa. Yhdeksi vaihtoehdoksi muodostunut telineratkaisu oli malliltaan pitkä, jolloin sitä ei käytön aikana olisi tarpeellista siirrellä. Työtason tulisi olla myös riittävän kapea, jotta sen siirtäminen sivuun kokoonpanolinjaston liikkussa olisi mahdollisimman helppoa. Käytettävyyden kannalta ongelmalliseksi tässäkin tasoratkaisussa muodostui siinä olevat suojakaiteet. Lähes kaikkien nostotehtävien aikana olisivat työtasot siirrettävä syrjään, jotta asennettavat osat ja kappaleet voitaisiin nostaa paikoilleen.

Kustannuksiltaan tämä tasoratkaisu olisi käytössä olevaan kalustoon verrattuna hieman korkeampi sen ollessa rakenteeltaan hiukan suurempi ja suojakaiteilla varustettu. Liikkuvien osien puuttuessa olisi tämä ratkaisu kuitenkin varsin edullinen. Työskentelytason tarvitsemat huoltotoimenpiteet olisivat kutakuinkin samaa luokkaa kuin käytössä oleva kalusto.

Vaihtoehtoisesti **vaiheen 2 tasoratkaisu 2** olisi vaiheen 1 tasoratkaisua 2 vastaava vaihtoehto (**katso kuva 13. sivu 48**). Tämän tasoratkaisun etuna olisi sen pystysuuntainen nostoliike, jonka avulla työtaso pystyttäisiin laskemaan alas. Tällöin työvaiheen nostotehtävien aikana työtasoa ei välttämättä tarvitsisi siirtää. Tämä vaihtoehto olisi kuitenkin kustannuksiltaan huomattavasti suurempi johtuen sen nostomekanismista ja monimutkaisemmasta rakenteesta. Myös huollon kustannukset olisivat tässä tasoratkaisussa suuremmat.

4.4.2 Erilaisten mallien pilotointi

Suunniteltujen tasoratkaisujen osalta pilotoinnin järjestäminen osoittautui hyvin vaikeaksi. Ainoastaan vaiheessa 2 onnistuttiin saamaan pilotoitavaksi joitakin työtasoratkaisuja (**Kuva 16.**), joiden avulla voitiin selvittää joidenkin ominaisuuksien soveltuvuus ja käytettävyys suunnitelluissa työtehtävissä. Nämä pilotoinnilla saadut tulokset antoivat suuntaa mahdollisten telineratkaisujen selvittämiseen.



Kuva 16. Vaiheessa 2. pilotoitavana olleet mallit.

Pilotoitavana olleella **henkilönostimella** (**Kuva 16.**) pyrittiin selvittämään työskentelytelineissä sellaisten ominaisuuksien, kuten suuren nostokorkeuden, ajettavuuden ja sekä turvakaiteiden soveltuvuutta ja vaikutusta vaiheessa tehtäviin asennustehtäviin.

Pilotoinnin tuloksena voitiin todeta, että päältä ajettavuus ominaisuutena teki nostimesta kömpelön, sekä vaikean käyttää. Nostin ei ollut enää siirrettävissä käsin ja hidasti vaiheessa tehtävien asennustöiden suorittamista. Tämä ominaisuus todettiin tarpeettomaksi tulevissa työtasoratkaisuissa.

Työtason ollessa jokaiselta sivulta suojakaiteilla suojattu, vaikeutti se merkittävästi asennustöiden tekoa suojakaiteen ollessa asentajan ja asennuskohteen välissä. Työtelineen ollessa kiinteää rakennetta vasten, voidaan työtelineen seinää vasten oleva suojakaide poistaa, joten tulevassa työtasoratkaisussa ei suojakaidetta tarvitsse tässä kohtaa olla.

Suuri nostokorkeus oli suunniteluissa työtehtävissä tarpeellinen vain joissakin tapauksissa. Henkilönostimen enimmäisnostokorkeus oli kuitenkin tarvittavaan verrattuna yli kaksinkertainen. Lopputuloksena voitiin sanoa, että henkilönostimen käytettävyys oli vaiheessa 2 varsin huono.

Pilotoitavana olleet **a-tikkaat (Kuva 16.)** olivat kevyen rakenteensa ansiosta helppo siirrellä, sekä varsin vähän säilytystilaa vievä telineratkaisu. Työtaso oli tässä telineratkaisussa kuitenkin hyvin pieni, jonka vuoksi telineeltä joutui kurkotamaan useaan kertaan asennustöitä tehtäessä, sekä siirtämään varsin useasti.

Myös tässä telineratkaisussa oli telineiden suojakaiteet asentajan ja asennuskohteen välissä, mikä haittasi asennustöiden suorittamista. Korkealla olevalta seisontatasolta pystyi osan työtehtävistä hoitamaan hyvin, mutta matalammalla olevien asennustehtävien suorittaminen vaikeutui. Näiden ominaisuuksien johdosta atikkaiden käytettävyyden voidaan sanoa olevan välttävä.

4.4.3 Suunnitelman lopputulos

Telinetoimittajia kartoittaessa löytyi kolme mahdollista toimittajaa, joista kahden kanssa edettiin siihen vaiheeseen, jossa toimittaja pystyi tarjoamaan ratkaisujaan mahdollisina vaihtoehtoina. Telinetoimittajista oli huomattavissa, että ne jotka suorittivat itse telineen suunnittelun ja rakentamisen, pystyivät paremmin vastaamaan vaaditun telineratkaisun tuomiin haasteisiin. Jälleenmyyjinä toimivat telinetoimittajat eivät tähän kyenneet yhtä joustavasti.

Hankinnan suunnitelmaa laatiessa oli huomattavana ongelmana suunniteltujen työtasovaihtoehtojen pilotoinnin järjestäminen. Tämä johtui siitä, että suunnitellut

työtasoratkaisut oli kaikki tehtävä tilaustyönä ja niille suunniteltuun kohteeseen räätälöitynä. Tästä johtuen suunniteltujen työtasoratkaisujen käytettävyyttä voitiin enimmäkseen vain arvioida. Vain joidenkin ratkaisujen pilotointi onnistui, ja näistä saatua tietoa ja kokemusta pyrittiin käyttämään mahdollisia telineratkaisuja muodostaessa.

Hankintaa suunnitellessa muodostui varsin laaja valikoima varsinkin kustannuksiltaan erilaisia telineratkaisuja. Käytettävyyden puolesta näistä vaihtoehdoista erottui selvästi jotkut ratkaisut. Telineratkaisuja muodostaessa nousi kuitenkin useita uusia ratkaisuja vaativia ongelmia, kuten kohteena olevien työpisteiden logistiset ongelmat.

5 KEVENTIMET

Kevennin (**Kuva 17.**) on elektroninen nostolaite, joka punnitsee nostettavan kappaleen ja keventää sen tuottamalla kappaleen painoa vastaavan vastakkaisvoiman, jolloin käyttäjä voi pelkällä sormioteella nostaa ja liikutella kappaletta. Keventimen kahvassa olevat sensorit rekisteröivät käden liikkeet ja toimivat sen mukaan joko nostamalla tai laskemalla kappaletta.



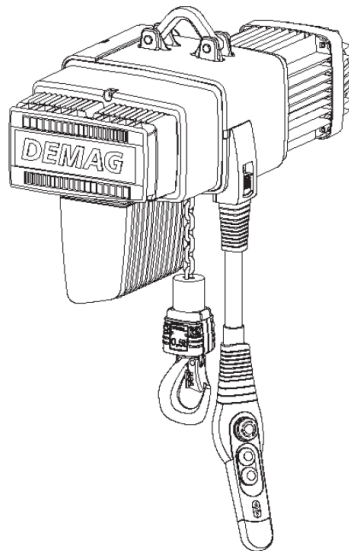
Kuva 17. Työssä esitelty kevennintoyttaja A:n kevenninmalli

Keventimien osalta tätä työtä tehdessä kartoitettiin ensin työpisteiden alkutilanne ja arvioitiin keventimien avulla saavutettavia hyötyjä ja tavoitteita. Lisäksi selvitettiin keventimille suunniteltujen työtehtävien asettamat vaatimukset ja käytettävät työkalut, sekä keventimien muut ominaisuudet ja omat rajoitukset. Keventimen osalta järjestettiin myös pilotointi kokoonpanossa sekä benchmarking -toimintaa, joiden tulokset vaikuttivat toimittajan valintaan keventimien hankinnan suunnittelussa.

5.1 Lähtötilanne ja tavoitteet

5.1.1 Käytössä oleva kalusto

Lähtötilanteessa linjakokoonpanossa oli käytössä kaksi 500kg ja yksi 1000kg sähkökäyttöistä kevytsiltanosturia (**Kuva 18.**) molempien linjojen ensimmäistä vaihetta kohti. Nostureita ohjattiin erillisillä ohjauslaitteilla, jotka roikkuivat rinnan korkeudella nostureihin kytkettynä. Lisäksi nostoissa on apuna erilaisia nostoliinoja ja nostorautoja, joiden avulla kappaleet voidaan nostaa oikeassa asennossa helpottaen näin asennusta. Suurin osa nostotehtävistä hoidettiin 500kg nosturilla, mutta joissakin tapauksissa vaadittiin suurempaa nostokapasiteettia, jolloin käytettiin 1000kg nosturia.



Kuva 18. Alkuvaiheessa käytössä olleiden sähkönostimien malli.

5.1.2 Turvallisuuden ja käytettävyyden arviointi

Nosturin käyttö toimi käytännössä siten, että toisella kädellä pideltiin ohjauslaitetta, ja toisella kädellä pideltiin nostettavaa kappaletta. Usein kappaleen painosta johtuen kappaleen siirtely yhdellä kädellä oli haastavaa ja epätarkkaa, sekä altisti työntekijän mahdollisille tapaturmille. Nostettavien kappaleiden käsittelyyn kuului erilaisia siirtoja vaakatasossa eri suuntiin, kappaleen pyörittämistä paikoillaan, sekä erilaisten nostettavaan kappaleeseen kuuluvien osien paikoillaan pitämistä siirtämisen aikana. Nostettavien kappaleiden pystysuuntainen liikerata saattoi ulottua polven korkeudelta pään yläpuolelle.

5.1.3 Tavoitteet ja tarkoitus

Keventimien hankinnan päätarkoituksena oli nostojen ergonomian parantaminen, jolloin nostojen aiheuttama rasitus, eteenkin työntekijöiden käsille, pienentyisi. Keventimien avulla työntekijät pystyisivät molempia käsiään käyttäen käsittelemään nostettavia kappaleita, jolloin nostojen tarkkuus ja turvallisuus paranisi. Paremmalla käsittelyllä pyritään myös laskemaan vaurioituneista materiaaleista johtuvia kustannuksia, sekä tehostamaan joitain kokoonpanovaiheita tekemällä työtehtävistä helpompia.

5.2 Keventimien vaatimukset

Työpiste sekä suunnitellut työtehtävät asettavat keventimille lukuisia vaatimuksia. Tärkeimpiä näistä on keventimen nostokapasiteetti, sekä pystysuuntaisen liikkeen pituus. Keventimien käytettävyys tulee koostumaan sen soveltuvuudesta lukuisiin eriluontoisiin nostotehtäviin sekä työtapoihin. Keventimien käytön tulee olla helposti opittavissa, sekä vaivattomia käyttää. Tällöin ne auttavat työntekijöitä parhaiten tehostaen työntekoa.

5.2.1 Keventimille suunnitellut nostotehtävät

Aikaisemmin kaikki nostoja vaativat työtehtävät hoidettiin sähkönostureilla. Näistä tehtävistä suurin osa oli toteutettavissa myös keventimillä. Tarkoitus ei kuitenkaan korvata sähkönosturia kaikissa nostoissa, vaan keventimelle suunniteltiin ensisijaisia tehtäviä, sekä joitain toissijaisia tehtäviä. Sähkönostureilla tultiin hoitamaan edelleen osa nostoista.

Keventimille ensisijaisesti suunniteltuja nostotehtäviä olivat:

- komponentin A nosto
 - komponentin A nosto lavalta, siihen tarvittavien osien kiinnitys sekä komponentin nosto lohkon yläkautta
 - komponentin A nosto lohkoista sille tarkoitettuun telineeseen muiden tarvittavien asennustöiden suorittamisen ajaksi
 - komponentin A nosto telineestä lohkon muiden tarvittavien asennustöiden ollessa suoritettuna..

Komponenttien A nostot valittiin keventimien ensisijaisiksi nostotehtäviksi johtuen niiden noston luonteesta, jonka arvioitiin sopivan keventimille parhaiten. Komponentin A painon ollessa varsin merkittävä, tarvitaan sen käsittelemiseen molempia käsiä. Komponenttiin A kiinnitettäviä lisäosia on pideltävä kiinni komponentin A noston aikana niiden putoamisen estämiseksi. Komponenttiin A kiin-

nitettyjen lisäosien irtoaminen kesken noston ja putoaminen aiheuttaa todennäköisesti vaurioita niihin, josta tulee tarpeettomia kustannuksia.

Toissijaisesti suunniteltuja nostotehtäviä olivat:

- Kokoonpanon B - D asennus
 - komponentin B asennus
 - komponentin C asennus
 - komponentin D asennus
- Hydraulisten työkalujen nosto

Kokoonpanon B - D osien nosto ja asennus tehdään erilaisia nostorautoja apuna käyttäen, jolloin osa saadaan nostettua oikeassa asennossa. Kokoonpanon B - D kappaleiden painot eivät ole suuria, ja nostorautojen käyttö helpottaa niiden käsittelyä. Hydraulisten työkalujen nostaminen taas rasittaa sekä selkää että olkapäitä. Keventimen käytöllä pyritään helpottamaan asennustöitä ja vähentämään niistä aiheutuvaa rasitusta, sekä tehostaa työntekoa.

5.2.2 Nostettavien kappaleiden asettamat vaatimukset

Asennustehtävissä nostettavien komponenttien painot (**Taulukko 8.**) ja asennuskohteet ovat suurin keventimien kapasiteettiin ja kantamaan vaikuttava tekijä. Nostettavan kuorman paino muodostuu nostettavan komponentin ja sen nostamiseen käytettävän nostoraudan yhteispainosta.

Kuten taulukosta 8 voidaan havaita, ensisijaisiin nostotehtäviin kuuluvien komponenttien A painot vaativat keventimeltä vähintään 120 kg kapasiteettia. Työtehtävän luonteesta johtuen tulisi keventimen kapasiteetin olla kuitenkin huomattavasti korkeampi, jotta se kestäisi käytöstä aiheutuvan rasituksen. Toissijaisten nostojen komponenttien ja nostorautojen yhteispainot ovat samaa luokkaa, tai huomattavasti kevyempiä, lukuun ottamatta moottorimallissa X olevan komponentin D painoa, joka on huomattavan suuri. Tämä kappale tullaan todennäköisesti asentamaan jatkossakin 500 kg sähkönosturilla.

Taulukko 8. Keventimelle suunnitelluissa nostotehtävissä nostettavien komponenttien painot.

Kappale	Moottorin malli	Paino (kg)	Nostorauta (kg)	Yhteispaino (kg)
Komponentti A	X	119	1	120
	Y	116	1	117
	Z	116	1	117
Komponentti B	X	96,5	27,8	124,3
	Y	59,8	11,5	71,3
	Z	23,5	10	40,9
Komponentti C	X	17,4	-	17,4
	Y	25,8	-	25,8
	Z	31	16	47
Komponentti D	X	126	33,3	159,3
	Y	74,5	33,3	107,8
	Z	48	-	48

Keventimeltä vaadittavaan kantamaan ja ulottuvuuteen vaikuttavat nostettavien komponenttien asennuskohteet, sekä kevennintä kannattelevan puomin etäisyys rullaradasta. Kun kevennin asennetaan kevytsiltanosturin puomiin yhden sähkönosturin tilalle, riittää sen ulottuvuus lähes jokaiseen kohtaan moottorissa, mikä mahdollistaa sekä suunniteltujen ensisijaisten että toissijaisten asennustehtävien nostotehtävät.

5.2.3 Taakkaohjaus

Taakkaohjaus on keventimen käyttöominaisuus, jonka avulla nostettavaa kappaletta pystytään liikuttamaan pystysuunnassa pideltäessä kiinni vain nostettavasta kappaleesta. Taakkaohjauksen ohjelmointi, käyttöönotto sekä poiskytkentä voi tapahtua monella tavalla keventimen mallista ja valmistajasta riippuen, mutta peruseriaate on suurimmilta osin sama.

Taakkaohjauksen periaatteena on, että kevennin punnitsee nostettavan kappaleen painon ja rekisteröi siinä tapahtuvia muutoksia. Taakkaohjauksen ollessa päälle

kytkettyinä, voi käyttäjä kohdistaa kappaleeseen pystysuuntaista voimaa, jolloin kevennin rekisteröi kappaleen painossa tapahtuvaan muutokseen, ja reagoi siihen joko nostamalla tai laskemalla kappaletta.

Taakkaohjaus helpottaa nostettavien kappaleiden käsittelyä niissä tapauksissa, joissa nostettavaa kappaletta on käännettävä nostettaessa tai laskettava tarkkaan määritetyssä asennossa. Käytännössä keventimen käyttäjä pystyy molemmin käsin nostamaan ja ohjaileman kappaletta sen sijaan, että toisella kädellä kontrolloisi kappaleen pystyliikettä. Tällä tavoin nostotehtäviä helpottamalla pyritään tehostamaan työntekoa.

5.3 Pilotointi ja benchmarking

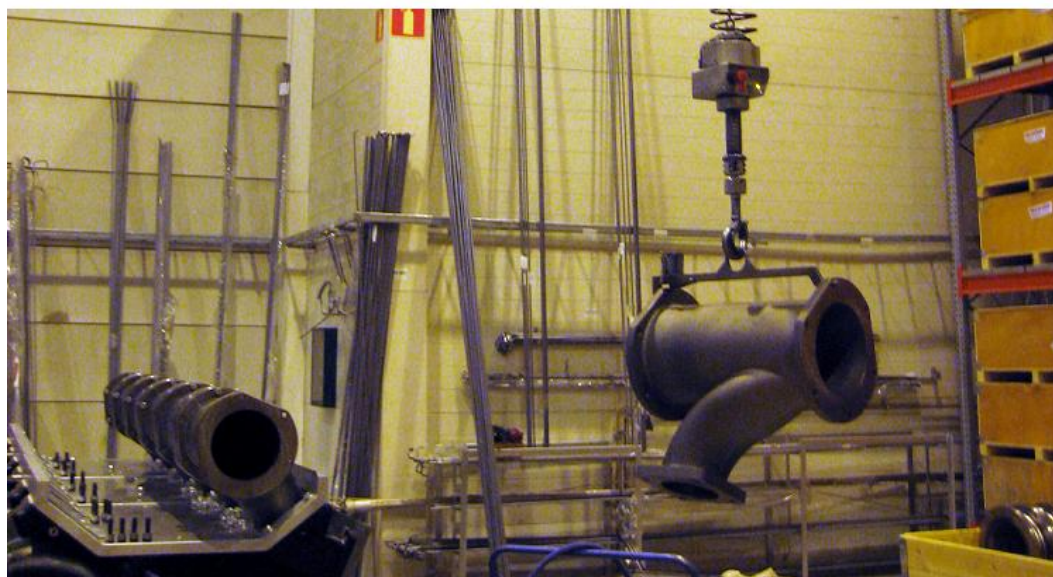
Keventimien osalta pyrittiin järjestämään pilotointi- ja benchmarking-toimintaa sekä yrityksen sisällä että sen alihankkijoiden tuotantolaitoksissa vierailemalla. Toiminnan tarkoituksena oli selvittää keventimien käytettävyyttä tutkimalla sen käyttäytymistä eri työtehtävissä. Keventimiä työssään käyttävien työntekijöiden kanssa keskustelemalla pyrittiin selvittämään seuraavia asioita:

- keventimen malli, kapasiteetti ja käyttöaste
- keventimien suunniteltu käyttökohde
- keventimien käyttäytyminen suunnitellussa työtehtävässä
- erikoistilanteet, mm. hätäpysäytys -tilanteet
- muut toiminnot
- työntekijän tyytyväisyys.

5.3.1 VM Group Oy

Vuodesta 1971 toiminut VM Group Oy on ohutlevymekaniikkaan erikoistunut metalliteollisuuden yritys, joka toimii Wärtsilän alihankkijana toimittaen tälle erilaisia ohutlevy tuotteita ja alikokoonpanoja. Tarkastelun kohteena yrityksessä oli sen Wärtsilälle toimittamien pakokanavien alikokoonpanon työpiste, jossa oli keventimiä työntekijöiden käytössä nostotehtävissä (**Kuva 19**).

Kevennintoimittaja A:n mallia vastaavaan keventimien kapasiteetti oli 125 kiloa ja käyttöaste varsin korkea. Useamman vuoden jokapäiväisessä käytössä olleet keventimet olivat kestäneet rikkoutumatta, lukuun ottamatta yhden sähkökomponentin hajoamista toisessa keventimistä. Huollon tarvetta kuvailtiin vähäiseksi. Pylväsmallia olevien keventimien käyttöalue oli puoliympyrän mallinen.



Kuva 19. Kevennin asennettuna pylväsmalliseen puomiin. Kuvassa myös asennettava kappale kiinnitettynä keventimeen ja asennuskohde.

Keventimien suunniteltu käyttökohde oli erilaisten alikokoonpanon komponenttien nostaminen ja siirtäminen kokoonpanopisteelle kiinnitystä varten. Painavin komponentti oli 70 kg ja siirtäminen tapahtui lattiastasosta rinnan korkeudelle kokoonpanopisteeseen. Keventimessä olevaa taakkaohjaustoimintoa käytettiin usein, eikä siinä koettu olevan mitään ongelmia. Keventimen käytössä ei havaittu mitään usein toistuvia hätäpysäytys -tilanteita tai muita ongelmia.

5.3.2 Linjakokoonpanon vaihe 1.4

Wärtsilän linjakokoonpanossa vaiheessa 1.4 oli syksyllä 2013 otettu käyttöön kevennintoimittaja A:n mallia vastaava kevennin, jonka kapasiteetti oli 125 kg. Suunniteltu käyttö keventimelle oli polttoainepumppujen nostaminen pois toimituslavalta ja nostaminen moottoriin asennusta varten (**Kuva 20.**). Nostotehtävä toistettiin 6 – 10 kertaa yhtä moottoria kohti. Toisella puolella moottoria pumppujen nosto ja asennus tehtiin tavallisella sähkönostimella.



Kuva 20. Toimituslavan yläpuolella oleva kevennin sekä toimituslavalla olevat osat.

Kevennintä käyttöön ottaessa ilmeni muutamia korjausta vaativia toimenpiteitä. Pumppujen nostamisessa käytetty nostorauta oli liian pitkä, jolloin keventimen kahvaan ei yltänyt kunnolla. Nostoraudan liiallinen pituus myös johti siihen, että pumppua ei saatu nostettua toimituslavalta tarpeeksi korkealle, jolloin se ei yltänyt toimituslavan laitojen yli. Tällöin pumpun nostamista lavan laidan yli piti avustaa käsin. Uusi nostorauta oli tilattu heti ongelman havaitsemisen jälkeen.

Taakkaohjauksen ohjelmointi oli sujunut varsin nopeasti ja ilman ongelmia ja kyettiin kytkemään päälle ja pois tarvittaessa.. Tämä ominaisuus koettiin hyödyll-

liseksi pumppuja asennettaessa. Yleisesti keventimen koettiin helpottaneen asennustöitä.

5.3.3 Tulokset

Aikataulusta johtuen ei keventimien pilotointia pystytty järjestämään työn kehityskohteessa. Pilotoinnin tarkoituksena olisi ollut tutkia keventimen käyttäytymistä ja soveltuvuutta suunnitelluissa työtehtävissä. Sen sijaan benchmarking-toimintaa kyettiin järjestämään niin, että keventimien käyttöä ja soveltuvuutta pystyttiin tutkimaan ja arvioimaan varsin hyvin.

Benchmarking -kohteiden työtehtävissä oli havaittavissa paljon yhtäläisyyksiä linjakokoonpanon 1. vaiheen työtehtävien kanssa. Kaikkien tutkittavien kohteiden työtehtäviin liittyi varsin raskaiden kappaleiden nostamista. Tämän lisäksi nosto- ja asennustehtävien luonne muistutti pitkälti toisiaan.

Esimerkiksi vaiheen 1.4 polttoainepumppujen nosto ja asennus muistutti pitkälti 1. vaiheen komponentin A nostoa ja asennusta. Molemmissa nostettava kappale täytyi nostaa ensin toimituslavalta pois, jonka jälkeen niihin lisättiin useita komponentteja, ja vasta tämän jälkeen ne nostettiin asennuskohteeseen. Tässä nostotehtävissä vaiheessa 1.4 oli varsinkin taakkaohjauksen nopea käyttöönotto ja poiskytkentä käytännöllinen.

VM Groupin tiloissa käytössä olleella keventimellä sen sijaan nostettiin huomattavan raskaita kappaleita ja kuljetettiin varsin etäällä olleelle asennuspisteelle. Tämä muistutti myös komponentin A nosto- ja asennustehtävää, sillä siinäkin täytyi huomattavan painoisia kappaleita nostaa ja kuljettaa varsin pitkä matka asennuspisteelle. VM Groupin keventimellä työskennellessä koettiin myös sen taakkaohjausominaisuus todella hyödylliseksi.

Yleisesti benchmarking -toiminnan kohteena olleissa kohteissa oltiin tyytyväisiä keventimien toimintaan. Varsinkin VM Groupin tiloissa asennustehtävissä käytössä olleen keventimen koettiin olevan huomattava parannus verrattuna aiempaan

sähkönostimeen. Keventimen yhtenä ominaisuutena olevaa taakkaohjaustoimintoa pidettiin hyödyllisenä ja helpottavan kokoonpanotehtäviä.

5.4 Keventimen hankinta

Keventimien hankintaa lähtiessä suunnittelemaan, oli keventimien toimittajaksi jo vahvasti ”korvamerkittynä” kevennintoimittaja A. Tämä johtui siitä, että linjakokoonpanossa oli jo asennettuna vaiheessa 1.4 kyseisen toimittajan kevennin, ja kaluston yhtenäistämiseksi pyrittiin muun muassa yksinkertaistamaan ja optimoimaan huoltoa, ja välttämään ”sillisalaatin” syntymistä.


Tälle oli kuitenkin olemassa yksi varteen otettava vaihtoehto. Linjakokoonpanon läheisyydessä sijaitsevassa sylinterinkansien alikokoonpanossa oli käyttämättömänä kevennin, joka voitaisiin ottaa linjakokoonpanon käyttöön. Kyseinen kevennin oli kapasiteetiltaan ja ulottuvuudeltaan pienempi kuin mitä suunnitellulla keventimellä tulisi olemaan, mutta tämän käyttöönotossa säästyttäisiin hankinnan kustannuksilta.

Hankintapäätöstä varten näiden kahden vaihtoehdon ominaisuudet kartoitettiin, sekä pyrittiin selvittämään niiden mahdolliset edut ja haitat. Näitä tietoja vertailemalla pyrittiin saavuttamaan johtopäätös tulevan keventimen valintaa varten.


5.4.1 Vaihtoehdot

Hankinnan kannalta tärkeimmät tarvittavat tiedot ja ominaisuudet keventimistä olivat kapasiteetti, kokonaisulottuvuus sekä nostoliikkeen enimmäismatka. Näiden lisäksi keventimillä oli muita erilaisia ominaisuuksia, jotka on listattu alla olevissa taulukoissa (**Taulukot 9. ja 10.**). Lukemat ovat valmistajien ilmoittamia.

Taulukko 9. Kevennintoimittaja A:n keventimen ominaisuudet.

	Toimittaja A		
	Kapasiteetti	(kg)	160
	Nostonopeus	(m/s)	0 – 0,3
	Nostoliike	(m)	3,3
	Kokonaisulottuvuus	(m)	4,0
	Oma paino	(kg)	41
Keventimeen on asennettavissa 500 mm jatkoketju. Taakkaohjaus ohjelmoitavissa.			

Taulukko 10. Kevennintoimittaja B:n keventimen ominaisuudet.

	Toimittaja B		
	Kapasiteetti	(kg)	125
	Nostonopeus	(m/s)	-
	Nostoliike	(m)	2,7
	Kokonaisulottuvuus	(m)	3,7
	Oma paino	(kg)	28
Taakkaohjaus ohjelmoitavissa.			

5.4.2 Vertailu

Riittävä **kapasiteetti** oli yksi tärkeimpiä yksittäisiä vaatimuksia, mitä keventimille asetettiin. Toimittaja A:n keventimen ollessa täysin uutena hankintana, voitiin sen ominaisuudet määrätä tarpeiden mukaan. Valitulla 160 kg kapasiteetilla tulisi pystyä toteuttamaan kaikki ensisijaiset nostotehtävät (**Taulukko 8 s. 61**) ongelmitta, sekä hoitamaan suurimman osan toissijaisista nostotehtävistä. Sen sijaan toimittaja B:n keventimen ollessa käytetty, ei sen ominaisuuksiin voinut vaikuttaa. Sen 125 kg kapasiteetti oli hyvin lähellä ensisijaisissa nostotehtävissä nostettavien komponenttien painoja, mutta voitiin sanoa olevan teoriassa riittävä.

Toinen tärkeä vaatimus keventimille oli **taakkaohjauksen mahdollisuus**, joka oli molemmissa vaihtoehtoissa saatavilla. Taakkaohjauksen käyttöönotossa ja poiskytkennässä oli kuitenkin keventimien välillä eroja. Toimittaja A:n keventimessä taakkaohjaus voitiin ohjelmoida ilman erillisiä laitteita. Päällekytkentä tapahtui painamalla keventimen kahvan yläpuolella olevaa nappia nostettavan osan ollessa nostettuna, ja poiskytkentä tapahtui tarttumalla keventimen kahvaan. Toimittaja B:n keventimessä taakkaohjauksen ohjelmointiin tarvittiin tietokone ja ohjelmisto, joiden avulla toiminto voitiin kytkeä päälle. Tällöin taakkaohjaustoiminto oli jatkuvasti päällä ilman, että sitä voitiin kytkeä pois.

Nostoliikkeen ja **kokonaisulottuvuuden** suhteen molempien vaihtoehtojen ominaisuudet olivat riittävät työtehtäviin kuuluvien nostotehtävien toteuttamiseen. **Keventimien painojen** suhteen voitiin todeta, että 28 kg painoinen toimittaja B:n kevennin olisi kevyempi käsitellä verrattuna 41 kg toimittaja A:n keventimeen.

Se, mikä teki toimittaja B:n keventimestä varteen otettavan vaihtoehdon, oli sen vähäiset **kustannukset**. Käytännössä ainoat kustannukset olisivat muodostuneet sen asentamisesta työpisteeseen. Toimittaja A:n kevennin olisi sen sijaan täysin uutena hankintaha huomattavasti kalliimpi vaihtoehto.

5.4.3 Lopputulos

Kevennintä valittaessa päädyttiin lopulta toimittaja A:n keventimeen. Huomattavasti suuremmista kustannuksista huolimatta, keventimen todettiin olevan soveltuvuudeltaan toimittaja B:n kevennintä parempi vaihtoehto. Valintaan vaikutti myös se, että linjakokoonpanossa oli jo ennestään hankittuna toimittaja A:n kevennin. Tällöin keventimien mahdollista huoltoa pystyttiin yksinkertaistamaan, kun kaikki käytössä olevat keventimet ovat samalta toimittajalta.

Yksi merkittävimpiä valintaan vaikuttaneita asioita oli taakkaohjaus, jonka ominaisuuksissa oli kevenninvaihtoehtojen välillä poikkeavuuksia. Tämän osalta tulitiin siihen tulokseen, että toimittaja A:n keventimen taakkaohjaukseen liittyvät ominaisuudet sopivat suunniteltuihin työtehtäviin paremmin. Työtehtävissä taakkaohjaukselta vaadittiin nopeaa päälle- ja poiskytkentää, mikä ei toimittaja B:n keventimessä ollut mahdollista.

Kapasiteetin asettamat vaatimukset olivat myös yhtenä syynä tehtyyn valintaan. Toimittaja B:n keventimen enimmäiskapasiteetti oli hyvin lähellä nostettavien kappaleiden painoa. Työtehtävien luonteesta johtuen tämä olisi nostotehtävien aikana saattanut aiheuttaa erilaisia häiriöitä keventimen toiminnassa, mikä olisi vaikuttanut työtehtävien kestoon. Suuremman kapasiteetin omaavalla toimittaja A:n keventimellä nämä ongelmat voitaisiin välttää.

Toimittaja A:n keventimen toiminnasta saatiin myös hyvä kuva sen ollessa benchmarking -toiminnan kohteena molempina kertoina. Tällöin sen käyttäytymisestä erilaisten työtehtävien aikana saatiin varsin paljon kokemusta, mikä myös vaikutti tehtyyn päätökseen keventimien valinnassa.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

6.1 Vastaus tutkimusongelmaan

Tässä työssä oli tavoitteena työturvallisuuden ja työergonomian kehittäminen Wärtsilän linjakokoonpanon ensimmäisessä ja toisessa vaiheessa. Tutkimusongelma voitiin esittää muodossa: *”Miten voidaan työtasojen kehittämisen ja keventimien avulla kehittää työturvallisuutta ja työergonomiaa?”* Tähän kysymykseen pyrittiin vastaamaan luomalla työturvallisuuden kehityssuunnitelma työvaiheissa käytettävistä työskentelytasoista. Työergonomian kehittämisen osalta työssä laadittiin keventimien hankinnan suunnitelma.

Työskentelytasojen osalta pyrittiin selvittämään niiden suurimmat puutteet laatimalla niistä riskianalyysi, sekä tutkimalla niihin liittyviä tapaturma- ja vaaratilanteiden ilmoituksia. Näistä saatujen tulosten avulla laadittiin työtelineiden kehityssuunnitelma, jonka avulla lähdettiin kartoittamaan mahdollisia telineratkaisuja.

Keventimien hankintasuunnitelmaa varten kartoitettiin niille suunniteltujen työtehtävien sekä työpisteen asettamat vaatimukset. Tämän jälkeen voitiin kartoittaa vaatimuksiin vastaavat saatavilla olevat vaihtoehdot.

Vastaus tutkimusongelmaan työturvallisuuden osalta tuli varsin selvästi esille työskentelytasojen riskianalyysiä tehdessä, sillä niihin liittyvissä riskeissä oli selvästi havaittavissa yhteyksiä. Uusia tasoratkaisuja muodostaessa nousi esille kuitenkin niiden käytettävyyteen liittyvät ongelmat. Haasteeksi kehityssuunnitelmasa muodostui tasapainon löytäminen työturvallisuutta parantavien ominaisuuksien sekä tasojen käytettävyyden välillä.

Ergonomian osalta tutkimusongelmaan vastaaminen oli sen sijaan haastavaa, sillä keventimen käyttöä ei sille suunnitellussa kohteessa työn aikana pystytty testaamaan. Työergonomian voidaan kuitenkin sanoa olevan vahvasti kytköksissä työsuorituksen vaivattomuuteen ja nopeuteen, joita benchmarking -toiminnalla voi-

tiin keventimissä tutkia. Saaduilla tuloksilla voitiin sen sanoa parantavan työergonomiaa.

6.2 Tulosten oikeellisuus ja luotettavuus

Työturvallisuuden kehittämisessä aineistona käytettyjen riskeistä ja vaaratilanteista tehtyjen tilastojen voidaan sanoa olevan varsin luotettavia. Niistä saatujen tietojen perusteella voitiin varsin tarkasti määritellä olemassa olevat puutteet, sekä niiden korjaamiseksi tehtävät toimenpiteet. Työturvallisuuden kehityssuunnitelmassa oli kuitenkin otettava huomioon tarvittavien toimenpiteiden vaikutus käytettävyyteen.

Ratkaisujen käytettävyyttä arvioitaessa oli aineistona enimmäkseen havainnoimalla, sekä haastattelemalla kerätty aineisto. Tämä teki käytettävyyden arvioinnista hyvin vaikeaa. Erilaisilla pilotoinneilla, sekä benchmarking -toiminnalla pyrittiin rajaamaan ulos käytettävyyteen negatiivisesti vaikuttavia tekijöitä, mutta itse kehitysratkaisuja ei onnistuttu pilotoimaan. Yhteenvedona voidaan sanoa, että työturvallisuutta parantavat toimenpiteet ovat varsin selkeitä, mutta ratkaisujen soveltuvuus suunnitelluissa työkohteissa kuitenkin epävarmaa.

Työergonomian kannalta kehitystyössä käytetty aineisto oli myös pitkälti havainnoimalla ja työntekijöitä haastattelemalla hankittua. Keventimien hankinnan vaikutusta työergonomiaan voitiin kuitenkin käytetyn aineiston perusteella arvioida positiiviseksi. Tähän viittaa varsinkin benchmarking -toiminnalla saadut tulokset, joiden voidaan olettaa olevan keventimiä käyttäneiden asentajien vilpittömiä arvioita keventimen toiminnasta ja soveltuvuudesta nostotehtävissä.

6.3 Ajatuksia kehitystyön jatkosta

Varsinkin työskentelytasojen osalta kehityssuunnitelmassa kävi ilmi, että kehityksen kohde olisi vaatinut paljon kokonaisvaltaisemman ratkaisun. Mahdollisia ratkaisuja ja vaihtoehtoja muodostaessa nousi usein esille kehityskohteiden työympäristöön liittyvät logistiset ongelmat. Toimivan ja käytännöllisen ratkaisun löytämiseksi täytyisi myös tutkia mahdollisuuksia työympäristön mukauttamisesta tehtävään ratkaisuun.

Ergonomian osalta tässä työssä keskityttiin pitkälti keventimen käytön suunnitteluun tietyissä kokoonpano- ja nostotehtävissä. Kevennin on kuitenkin laitteena hyvin monipuolinen työkalu, jonka hyödyntämistä voisi harkita erilaisten kokoonpanoon liittyvien raskaiden kappaleiden lisäksi erilaisten raskaiden työkalujen nostamiseen, varsinkin useita toistoja vaativissa nostotehtävissä.

7 YHTEENVETO

Tämän työn päämääränä oli työhyvinvoinnin ja työturvallisuuden kehittäminen Wärtsilän linjakokoonpanossa. Työhyvinvoinnin osalta tämä tarkoitti työergonomian kehittämistä. Työssä laaditun hankinta- ja kehityssuunnitelman kohteena olivat linjakokoonpanon ensimmäisessä ja toisessa kokoonpanovaiheessa käytössä olleet työskentelytelineet, sekä ensimmäiseen vaiheeseen asennettavat keventimet.

Työn teoreettinen viitekehys muodostui työhyvinvoinnin osasta työergonomian vaikutuksesta työskentelyyn, sekä työturvallisuuden osalta työympäristön vaatimuksiin. Teoreettisen viitekehysten ylimpänä käsitteenä olevan työhyvinvoinnin osa-alueina olevat työturvallisuus ja työergonomia toimivat näkökulmina tarkastellessa työympäristössä kehityksen kohteena olevia työskentelytelineitä ja keventimiä.

Työturvallisuuden osasta työssä laadittiin tarkastelun kohteena olevista työskentelytelineistä riskianalyysi, sekä tutkittiin telineisiin liittyviä tilastoja tapaturmista ja vaaratilanteista. Tämän lisäksi tietoa hankittiin havainnoimalla kehityskohteita, sekä haastatteleamalla kyseisten kohteiden parissa työskenteleviä työntekijöitä. Saatujen tietojen pohjalta laadittiin kehityssuunnitelma, joka sisälsi erilaisia kriteereitä sekä vaatimuksia tuleville telineratkaisuille. Kehityssuunnitelman pohjalta voitiin muodostaa hankinnan suunnitelma, joka sisälsi yhdessä telinetoimittajien kanssa muodostettuja telineratkaisuja.

Työergonomian osalta tutkittiin keventimien hankinnasta syntyviä mahdollisia ergonomisia parannuksia työtehtävissä. Benchmarking -toiminnalla pyrittiin muodostamaan käsitys keventimien käytettävyydestä ja soveltuvuudesta suunnitelluihin työtehtäviin. Saatujen tietojen pohjalta laadittiin käyttöönoton suunnitelma, joka sisälsi keventimille tarkoitetut nostotehtävät, sekä niiden asettama vaatimukset. Käyttöönottosuunnitelman avulla voitiin muodostaa hankinnan suunnitelma, joka sisälsi kriteereihin sopivia kevenninvaihtoehtoja.

Loppujen lopuksi työstä muodostui varsin mittava. Tämä johtui työn rajauksesta, jota ei voida sanoa täysin onnistuneeksi. Työn sisältäessä kaksi varsin merkittävää elementtiä, keventimet ja työtasot, jotka liittyivät toisiinsa vain etäisesti. Niiden sovittaminen yhteiseen teoreettiseen viitekehykseen oli varsin haastavaa, ja työn sisältämä teoriakaan ei voinut olla kovin syventävää, jotta se pysyisi relevanttina. Työn rajauksessa olisi ehkä kannattanut keskittyä näistä kahdesta elementistä toiseen, jolloin työn sisältökin olisi ollut syventävämpi.

Työn rajauksen laajuudesta huolimatta työlle asetetut tavoitteet saavutettiin vaaditussa ajassa ja tarvittavat osa-alueet käsiteltiin siten, että tulosten pohjalta voitiin muodostaa selviä ratkaisuja ja johtopäätöksiä.

LÄHTEET

- /1/ Launis M. & Lehtelä J. 2011. Ergonomia. Työterveyslaitos.
- /2/ Siirilä T. & Kerttula T. 2009. Koneturvallisuuden perusteet. Toinen uusittu painos. Optiks-Tiimi Oy.
- /3/ Olkkonen T. 1994. Sivut 75 - 79. Johdatus teollisuustalouden tutkimustyöhön. Toinen painos. Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi.
- /4/ Riskien arviointi työpaikalla. 2013. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö, Työsuojeluosasto. Työturvallisuuskeskus. Viitattu 10.10.2013. http://www.ttk.fi/files/2941/Riskien_arviointi_tyopaikalla_tyokirja_26022013_TTK.pdf
- /5/ Harjanne K. 2012. Työsuojelutoiminta työpaikalla. 8. Painos. Työturvallisuuskeskus. Viitattu 10.10.2013. http://www.tyoturva.fi/files/1264/Tyosuojelutoiminta_20012012.pdf
- /6/ Keskeisiä työsuojelumääräyksiä ja -ohjeita. 2011. 9. Painos. Teknologia-teollisuus, Metallityöväenliitto, Toimihenkilöunioni.
- /7/ Manka M-L., Kaikkonen M-L. & Nuutinen S. 2007. Hyvinvointia yhteisöön – eväitä kehitystyön avuksi. Tutkimus- ja koulutuskeskus Synergos. Tampereen yliopisto & Euroopan Sosiaalirahasto.
- /8/ Konsernipresentaatio 2013. Saatavilla Wärtsilän Intranetistä. Viitattu 24.9.2013.
- /9/ Company statement – konserniesittely 2013. Saatavilla Wärtsilän Intranetistä. Viitattu 24.9.2013

LIITE 1

Tutkimusyön aikana tutkijan työtelineistä laatima riskianalyysi.

Vaihe	Työtehtävä	Tapaturma	Todennäköisyys	Vakavuus	Riski
	Työtelineiden yleinen käyttö	Asentaja liukastuu/kompastuu ja putoaa telineelle tai sieltä pois kiivetessään	mahdollinen	vähäinen	kohtalainen
		Teline hajoaa käytön aikana. Asentaja putoaa telineeltä rikkotumisen johdosta	mahdollinen	vähäinen	kohtalainen
1. vaihe					
	Runkosatuloiden asennus	Asentaja astuu ohi telineestä	mahdollinen	vähäinen	kohtalainen
		Asentaja liukastuu seislessään puoliksi lohkon ja puoliksi telineen päällä	mahdollinen	vähäinen	kohtalainen
		Asentaja putoaa siirtäessään telinettä	mahdollinen	vähäinen	kohtalainen
	Runkosatuloden pumppaus	Momenttiväännin hajoaa tunkkia pohjatessa ja asentaja horjahtaa sen surauksena ja putoaa.	mahdollinen	vähäinen	kohtalainen
2.vaihe					
	Pumppukotelon asennus	Asentaja horjahtaa alas telineiltä	mahdollinen	vähäinen	kohtalainen
	Päätykoteloiden asennus	Asentaja horjahtaa alas telineiltä	mahdollinen	vähäinen	kohtalainen