

TYÖPISTEEN SUUNNITTELUKÄSIKIRJA

Inclusive Workstation Handbook

Production Ergonomic Improvement

Ruopsa Kimmo

Opinnäytetyö

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2024

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Kimmo Ruopsa	Vuosi	2024
Ohjaaja(t)	Ins. (YAMK) Arto Jäntti		
Toimeksiantaja	BRP Finland Oy		
Työn nimi	Työpisteen suunnittelukäsikirja Inclusive Workstation Handbook		
Sivumäärä	31 + 0		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa työpisteen suunnittelukäsikirja BRP Finland Oy:lle. Tavoitteena oli tuoda työpisteen suunnittelua ja perustamista ohjaavat standardit yksiin kansiin yksinkertaiseksi ja helposti lähestyttäväksi kokonaisuudeksi. Tavoitteena oli myös luoda checklist-tyyppinen työkalu, jonka avulla tuotannon tiimivetäjät kykenevät itsenäisesti luomaan ”Inclusive Workstation” -standardin mukaisen työpisteen, sekä vertailla vanhan ja uuden standardin mukaisten työpisteiden eroja ja uudella standardilla saavutettavia etuja.

Osana opinnäytetyötä syvennyttiin työpistesuunnittelukirjallisuuteen, Lean filosofiaan ja siihen liittyviin työkaluihin sekä lainsäädäntöön. Tietoperustana opinnäytetyössä käytettiin standardeja, kirjallisuutta, toimeksiantajan sisäistä tietoa ja materiaalia sekä tekijän omaa työkokemusta.

Opinnäytetyön tuloksina saatiin ensimmäinen versio työpisteen suunnittelukäsikirjasta, työkalu tiimivetojen käyttöön sekä konkreettinen vertailu vanhan ja uuden standardinmukaisista työpisteistä. Tulokset toimivat pohjana alati kehittyvälle ja laajenevalle ”Inclusive Workstation” standardille.

Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Kimmo Ruoposa	Year	2024
Supervisor(s)	Arto Jäntti, MEng		
Commissioned by	BRP Finland Oy		
Title	Workstation design manual Inclusive Workstation Handbook		
Number of pages	31 + 0		

The purpose of this thesis was to produce a workstation design manual for BRP Finland Oy. The aim was to bring together the standards that guide the design and set-up of a workstation in a simple and accessible package. The aim was also to create a checklist-type tool that would enable production team leaders to independently create a workstation according to the "Inclusive Workstation" standard, and to compare the differences between the old and new standard workstations and the benefits of the new standard.

As part of the thesis, the workstation design literature, Lean philosophy and related tools as well as legislation were studied. The knowledge base for the thesis was based on the standards, literature, client's internal knowledge and material as well as the author's own work experience.

The results of the thesis were a first version of the workstation design manual, a tool for use by team leaders and a concrete comparison of the old and new standardized workstations. The results will serve as a basis for the ever-evolving and expanding "Inclusive Workstation" standard.

Keywords

ergonomics, standards, occupational safety law, lean

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY	7
3 TYÖPISTESUUNNITTELU	8
3.1 Työpisteen mitoitus.....	8
3.2 Työasennot.....	9
3.3 Liikkeet työssä	11
3.4 Ergonomia	12
3.4.1 Ihmisen mitat	13
3.5 Lean.....	14
3.5.1 Hukka	15
3.5.2 5S-menetelmä	16
3.5.3 Standardoitu työ	17
3.5.4 PDCA	17
3.5.5 Poka-Yoke.....	18
4 TYÖTURVALLISUUSLAKI 23.8.2002/738.....	19
5 INCLUSIVE WORKSTATION	20
5.1 Määritelmä	20
5.2 Työn aloitus	21
5.3 Tiedonkeruu ja käsikirjan toteutus	21
5.4 Checklistin toteutus.....	23
5.5 Työpistevertailu	24
6 POHDINTA.....	29
LÄHTEET.....	30

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

IW	Inclusive Workstation
BRP	Bombardier Recreational Products

1 JOHDANTO

Tehdasympäristössä toiminnan tulee olla hallittua ja tehokasta sekä työympäristön standardinmukainen ja modulaarinen. Standardien avulla saavutetaan yhdenmukaisuus, mikä edesauttaa toimintojen suunnittelua ja tehokkuuden saavuttamista.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa työpisteen suunnittelukäsikirja BRP Finland Oy:lle ”Inclusive Workstation” -standardin mukaisen työpisteen perustamista varten. Käsikirjassa tuodaan työpistesuunnitteluun vaikuttavat standardit yksiin kansiin helposti lähestyttäväksi kokonaisuudeksi poimimalla tarpeellinen niistä tieto kuten kuvat, kaaviot ja muut helposti ymmärrettävät asiat.

Lisäksi luodaan checklist-tyyppinen työkalu, jonka avulla pyritään ”kerralla valmis” -periaatteeseen. Työkalu ohjaa työpisteen suunnittelua oikeaan suuntaan alusta alkaen ottamalla huomioon työpisteellä tehtävään työhön, käsiteltäviin kappaleisiin, tarvittaviin työkaluihin, työergonomiaan ja työturvallisuuteen vaikuttavat asiat heti alkumetreiltä ja ongelmakohtissa ehdottaa korjaavaa toimenpidettä. Samalla syntyy dokumentti, josta ilmenee työpisteen IW-standardin mukaisuus (Hylätty / Hyväksytty).

Lopuksi vertaillaan vanhan ja uuden standardin mukaisten työpisteiden eroa ja uudella standardilla saavutettavia etuja luomalla esimerkkityöpisteet.

2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

Työn toimeksiantaja, BRP Finland Oy on BRP:n 100 % omistama tytäryhtiö. Se on Rovaniemen suurin yksityinen työnantaja, joka työllisti noin 520 henkilöä vuonna 2023. (De Rycke 2023.)

BRP (Bombardier Recreational Products) on maailman johtava motorisoitujen vapaa-ajan laitteiden valmistaja. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Quebecin Valcourtissa, Kanadassa. Yrityksellä on toimintaa yhteensä 125 eri maassa, tehtaita on kaksitoista, kuudessa eri maassa ja tuotteita myydään yli 130 maassa. Työntekijöitä on maailmanlaajuisesti yli 23 000. (De Rycke 2023.)

Tuotantolaitos on toiminut Rovaniemellä vuodesta 1980. Vuonna 1988 Bombardier osti Nordtrac Oy:n ja Lynx-brändin. Vuonna 2005 perustettiin BRP Finland Oy ja kelkkatehdas siirtyi nykyisiin tuotantotiloihin vuonna 2008. Tehdas on Euroopan ainoa moottorikelkkojen valmistaja, jonka tuoteportfolioon kuuluvat kaikki Lynx-moottorikelkkamallit ja Euroopan Ski-Doo -moottorikelkat, Can-Am Outlander 6x6 mönkijät sekä niiden varusteet ja varaosat. Rovaniemen tuotantolaitoksessa on kaikki toiminnot saman katon alla: tuotesuunnittelu, tuotekehitys, tuotanto, osto, logistiikka, myynti ja markkinointi, jälkimarkkinointi sekä hallinnon tukitoiminnot. Kaikkien BRP:n tuotteiden myynti ja jakelu tapahtuu BRP Finlandin kautta. (De Rycke 2023.)

3 TYÖPISTESUUNNITTELU

Työpisteen mitoituksella, kalustuksella ja järjestelyllä on ratkaiseva vaikutus työnteon sekä toiminnan sujuvuuteen ja mukavuuteen. Tarkoituksenmukaisella mitoituksella ehkäistään väsymistä, rasitusvaivoja ja vähennetään tapaturmariskiä. Mitoitus perustuu tekijöiden kehonmittoihin, toiminnan ja toimiympäristön, asentojen ja liikkeiden optimointiin. (Launis 2011c, 147.)

3.1 Työpisteen mitoitus

Työpisteen mitoituksen lähtökohtien määrittämiseksi on selvitettävä käyttäjäkunta, toimintakokonaisuus ja työtehtävät. Käyttäjäkunnassa vaikuttavat asiat ovat määrä, ovatko he miehiä, naisia vai kumpaakin sukupuolta, heidän yksilölliset ominaisuutensa kuten näkö, kehonmitat, toimintarajoitteet sekä erityisvaatetuksen tai -varustuksen tarve. Toimintakokonaisuudesta on selvitettävä muun muassa millainen on käytettävissä oleva tila ja sen ominaisuudet, suoritettavat työtehtävät ja oheistehtävät, miten ja millaista materiaalia käsitellään, materiaalin varastointitarve työpisteellä, käytettävät laitteet, välineet, varusteet ja tarvikkeet, huollon ja siivouksen vaatimukset sekä kommunikaation ja yhteistyön edellytykset. Työtehtävistä tulee myös selvittää liikkeiden vaatimat voimankäyttö- ja tarkkuusvaatimukset, liikkeiden laajuus, määrä ja kohteet sekä katselukohteet: kuinka pitkään kohteita katsotaan, kuinka tiheästi katsetta siirretään kohteiden välillä ja katselun tarkkuusvaatimukset. Näiden asioiden perusteella määritetään työpisteen layout, tehtävän perusasento (seisten vai istuen), tehtävästä johtuvat mitoitusperusteet sekä kalusteiden säätötarve ja säätöalue. (Launis 2011c, 147–148.)

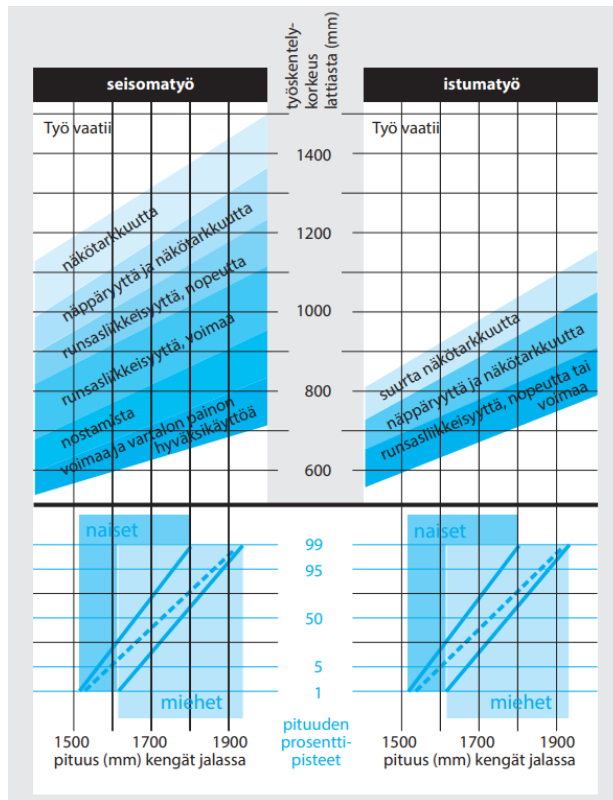
3.2 Työasennot

Perustyöasennon valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat liikkumisen tarve, liikkeiden laajuus, tarvittava voima, käsiliikkeiden tarkkuusvaatimukset, katselun vaatimukset ja työvaiheiden kesto. (Launis 2011c, 149.)

Seisominen sopii vain sellaisiin työpisteisiin, joissa työntekijän tulee liikkua paljon tai käyttää huomattavia lihasvoimia: Jaloilta saadaan hyvä tuki lihasvoimia vaativiin tehtäviin. Seisominen on pitkinä jaksoina selvästi istumista raskaampaa, varsinkin aivan paikoillaan, mikä kuormittaa haitallisesti jalkojen verisuonia. Liikehdintä ja jalkalihasten toiminta ehkäisee veren kertymistä jalkoihin. (Launis 2011c, 149.)

Tehtävissä joissa tarvitaan tukea tarkkoihin käsiliikkeisiin ja katseluun on istuminen perusteltua. Kevyttä fyysistä työtä hyvin tuetussa istuma-asennossa voi tehdä yhtäjaksoisesti pitkiä aikoja mutta samalla tämä on istumistyön ongelma koska ainoana työasentona se voi johtaa vähäiseen fyysiseen toimintaan ja liiallisen paikallaan olon haittoihin. (Launis 2011c, 149.)

Työtason ja työkohteen korkeus eivät aina ole samat. Pienet, suurta näkö tarkkuutta vaativat kohteet on yleensä kohotettava telineellä työtason yläpuolelle, jotta saavutetaan sopiva katseen suunta. Toisaalta suuremmat kokoonpanot voivat vaatia tavallista matalamman työtason. Kuvio 1 havainnollistaa työkohteiden korkeussuosituksia tehtävän vaatimusten ja työntekijän koon perusteella. On tärkeää analysoida tehtävä työntekijätuntemusten ja kokeilujen avulla, jolloin selviää, mikä on vaikeinta ja mikä suorittamisen kannalta kriittisintä ja näiden perusteella on painotettava käsiliikkeiden ja näkemisen vaatimuksia. (Launis 2011c, 153.)



Kuvio 1. Työkohteen korkeussuosituksia (Launis 2011c, 154)

Koska molemmissa perusasennoissa ilmenee haittapuolia pitkäjakoisessa käytössä, on suositeltavaa vaihdella asentoa, vaikka tehtävä ei sitä vaatisikaan. Ihanneratkaistu olisi, että työtason säätö istumakorkeudelta seisomakorkeudelle olisi helppo ja nopea mutta joissain kokonaisuuksissa tämä voi olla hankala ja kallis toteuttaa. Vaihtoehtoisena ratkaisuna voisi olla seisomakorkeudelle järjestetty istumatyöpaikka. Korkeissa istuimissa haittapuolena liikehtiminen ja rennon asennon saavuttaminen on rajoitettua, siksi tulee käyttää tukevaa, korkeajalkaista istuinta, jossa on hyvä jalkatila ja jalkatuki. Molemmissa työasennoissa on kuitenkin järjestettävä tilapäinen mahdollisuus vaihtaa asentoa, seisomatyössä istua ja istumatyössä nousta verryttelemään. (Launis 2011c, 150.)

3.3 Liikkeet työssä

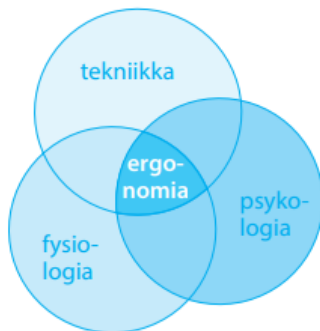
Kokoonpanotyön käsiliikkeiden suunnittelussa ja arvioinnissa on kiinnitettävä erityistä huomiota sillä pienetkin hankaluudet voivat vähitellen aiheuttaa vakavia rasitusvaivoja. Suunnittelun keinoin vähennetään ja pienennetään riskitekijöitä ja vaivojen esiintymistä. Tilanteissa esiintyvät riskitekijät on tunnistettava, yleisimmin ne ovat suuri voiman käyttö, liikkeiden pitkät toistot sekä epäedulliset liikesuunnat ja nivelten asennot. Riski vaurioon on suurimmillaan, kun edellä mainitut tekijät ovat läsnä yhtä aikaa ja pienimmillään kun niistä esiintyy yksi, sekin kohtuullisena. Täten on tärkeää suunnitella liikkeet optimaalisiksi pitäen tarvittava voima vähäisenä. (Launis 2011b, 195.)

Asentoihin, liikkeisiin ja voimiin voidaan vaikuttaa työpisteen mitoituksella, työkalu- ja apuvälinevalinnoilla sekä konevoiman käytöllä, kun taas toistuvuuteen tuotetta sekä valmistus- ja työmenetelmiä muuttamalla. Optimaalisissa liikemalleissa liikesuunnat, vartalon ja raajojen asennot ovat edullisimmat voimantuoton kannalta liikkeen ollessa sujuva ja rento. Kokoonpanotyön haasteena on pitää liikkeet, asennot ja käytettävät voimat vaihtelevina. (Launis 2011b, 198.)

Ihmisen voimantuotto on hyvin erisuuruista eri asennoissa ja siksi liikesuunnat on suunniteltava vaadittavan voiman perusteella. Voimaa vaativat liikkeet tulisi suunnitella veto- tai työntöliikkeenä vartaloa kohti tai siitä pois päin, jolloin käytetään raajojen suuria lihaksia, kun taas kevyet liikkeet raajan kannatteluun ja sen kannalta edullisiin liikemalleihin. (Launis 2011b, 200.)

3.4 Ergonomia

Lähes kaikki toimintamme tapahtuu tekniikalla rakennetussa ympäristössä erilaisilla teknisillä laitteilla ja jotta toiminta olisi sujuvaa, turvallista ja tehokasta, on tekniikka suunniteltava ihmisen ominaisuuksien mukaan. Ihmiselle sopimattomat tekniikat ja toiminta aiheuttavat ongelmia: tapaturmia, onnettomuuksia, virheitä, tehottomuutta ja epäviihtyvyyttä. Sopivassa työympäristössä tekeminen on sujuvaa ja tekijä voi käyttää taitojaan parhaalla mahdollisella tavalla hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi. Tätä tarvittavaa osaamista kutsutaan ergonomiaksi. Sen tehtävänä on tutkia ja ottaa huomioon ihmisen vaatimukset työssä tekniikan käyttäjänä ja auttaa kehittäjiä ja suunnittelijoita parempien toimintaympäristöjen luonnissa. Ihmisen psyykinen ja fyysinen toiminta teknisiä ratkaisuja käytettäessä muodostavat ergonomian tietoperustan (Kuvio 2). Se on monitieteinen käytäntöä ja teoriaa yhdistävä tutkimuksen ja tiedonalue. (Launis & Lehtelä 2011, 17–19.)



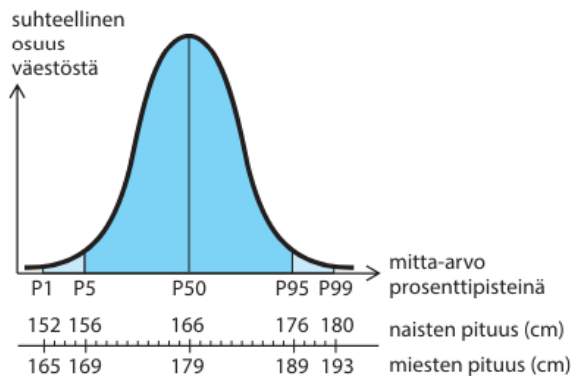
Kuvio 2. Ergonomian tiedonalueet (Launis & Lehtelä 2011, 19)

Ergonomian avulla toimintajärjestelmä sopeutetaan vastaamaan ihmisen tarpeita ja ominaisuuksia. Se parantaa hyvinvointia, terveyttä, turvallisuutta, sekä järjestelmän tehokasta ja häiriötöntä toimintaa (Launis & Lehtelä 2011, 19). Ensisijaisena kehityskohteena ovat työprosessit ja tekniset ratkaisut kuten koneet ja laitteet, fyysikaalinen ympäristö, tilat ja kalusteet, työjärjestelyt ja työtehtävät. Usein ergonominen tutkimus kohdistuu ihmiseen mittaamalla suoritusta, reaktioita ja väsymistä sekä selvittämällä käsityksiä ja tuntemuksia. Tavoitteena ei ole kuitenkaan arvioida työntekijän suorituskykyä vaan näiden avulla arvioida toimitilanteen kuormittavuutta ja tunnistaa kehittämis- ja korjaustarpeet. Tavoitteena on, että käyttäjäkunnasta kaikki voisivat toimia ympäristössä ja käyttää laitteita tehokkaasti haitatta. (Launis & Lehtelä 2011, 21.)

3.4.1 Ihmisen mitat

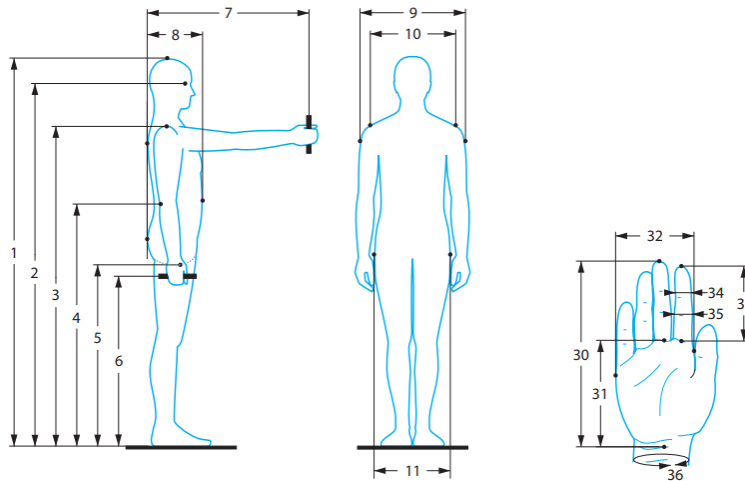
Antropometria on oppia ihmisen mittaamisesta ja mitoista. Se juontaa juurensa 1800-luvun lopun tutkimuksiin, joissa selvitettiin ihmisten fyysisten rakenteiden samankaltaisuuden perusteella ihmisen historiaa kansojen kehitysvaiheita. Lääketieteen kiinnostus antropometriaan lisääntyi 1900-luvun alkupuolella, jolloin ihmisen mittoja alettiin käyttää toimintakyvyn, terveydentilan, elintapojen ja ravitsemuksen viisarina ja toisen maailmansodan jälkeen antropometrian painotus kääntyi ergonomiaan ja suunnitteluun. (Launis 2011a, 50.)

Ihmisen mittojen erilaisuuteen vaikuttavat useat eri tekijät kuten sukupuoli, etniset tekijät, sukupuoli, elintavat, asuinalue, kasvuympäristö. Ruumiinosien ja pituuden jakauma noudattaa standardijakaumaa (Kuvio 3). Koska suunnittelussa on ratkaisevaa tietää kuinka suurelle osalle käyttäjäkuntaa työpiste sopii, mittojen jakaumaa tarkastellaan prosenttipisteiden avulla. Prosenttipiste P_x tarkoittaa arvoa, jonka alle jää x -prosenttiosuus mittauksista. P_5 kuvaa pientä ja P_{95} suurta mitta-arvoa, näiden väliin jää 90 % mittauksista ja tämä on vaihteluväli, jota yleensä käytetään suunnittelussa. (Launis 2011a, 53.)



Kuvio 3. Suomalaisen naisten ja miesten pituusmittajakauma prosenttipistein (Launis 2011a, 53)

Jotta eri ihmisryhmien vertaaminen olisi mahdollista, antropometriset mitat pyritään mittaamaan yksikäsitteisesti. Useat mitat otetaan ulkonevista, luisista kohdista standardoidussa vakioasennossa (Kuvio 4). Ihmisen perusmittoja ja niiden mittausmenetelmiä käsitellään standardissa ”SFS-EN ISO 7250-1 Ihmisen perusmitat teknistä suunnittelua varten”. (Launis 2011a, 53.)



Kuvio 4. Perusmittoja ja mittapisteitä (Launis 2011a, 54)

3.5 Lean

Lean on filosofinen työskentelytapa, jossa painotetaan hukan poistamista prosessista ja keskitytään aktiivisesti arvon säilyttämiseen vähemmällä työllä. Pääperiaatteena on, että mikäli resurssien käyttö ei tuota loppuasiakkaalle arvoa, on se hukkaa ja poistettava. Tavoitteena on luoda tehostettuja toimintatapoja ja niiden avulla parantaa ja nopeuttaa prosessia. Tämä saavutetaan useiden eri työkalujen avulla, jotka auttavat hukan tunnistamisessa ja jatkuvassa parantamisessa. Lean korostaa oikean määrän oikeiden asioiden tuomista oikeaan aikaan oikeaan paikkaan, jolloin saavutetaan kestävä ja täydellinen työnkulku minimoiden hukka ja helppo muutoksiin sopeutuminen. (Gauci 2023.)

Sakichi Toyoda ja Taiichi Ohno ovat kaksi merkittävää japanilaista Lean-ajattelun taustalla. Toyoda perusti Toyota-yhtymän kehittämällä uudentyyppisen kutomakoneen, joka pystyi itsenäisesti tunnistamaan vikatilanteet ja pysähtymään, minkä ansiosta työntekijää ei vaadittu valvomaan konetta jatkuvasti ja täten pystyi käyttämään resurssinsa tehokkaammin operoimalla useampaa konetta yhtäaikaisesti. Tämän lisäksi pysähtyminen pienensi aiheutuvaa vahinkoa ja lyhensi korjausaikaa. Kiinalainen Ohno joka opiskeli Japanissa, aloitti uransa Toyotan kehruu- ja kutomakonetehtaassa ja myöhemmin aloitti työskentelyn Toyotan autotehtaassa jossa keskittyi Toyotan tuotantojärjestelmän (Toyota Production System) kehittämiseen. Lean tarkoittaa käytännössä samaa kuin Toyotan tuotantojärjestelmä. (Jokinen 2020b, 6.)

Lean-ajatteluun kuuluu joukko työkaluja, joiden avulla pyritään saavuttamaan filosofian mukaisia tavoitteita. Ne eivät ole itsetarkoitus vaan apuvälineitä eri ilmiöiden hallintaa.

Lean on suuressa roolissa toiminnassa ja suunnittelussa BRP:llä. Käytössä on Lean-pohjainen BRPMS-toimintajärjestelmä ja laaja kirjo Lean-työkaluja. Seuraavaksi käydään läpi työpistesuunnittelun kannalta merkittävimmät esimerkit.

3.5.1 Hukka

Lean-ajattelussa keskeistä on pyrkiä luomaan arvoa tuottavasti. Hukka on tuotannon kustannustekijä, jolla ei synnytetä asiakkaalle arvoa. Se on seuraus tuotantojärjestelmän puutteista, jonka takia on tärkeää tunnistaa hukan muodot:

1. Ylituotanto: Valmistetaan enemmän tuotteita mitä on tilauksia. Tämä lisää ylimääräisiä kustannuksia, kun ylimääräisiä tuotteita joudutaan käsittelemään sekä tarpeetonta työntekijöiden palkkausta.
2. Odottelu: Ajan hukkaa, kun työntekijä ei voi jatkaa työtään keskeytyksestä. Se voi johtua materiaalin puutteesta, muun tuotantolinjan pysäytyksestä tai se voi myös olla suunniteltua työjaksoon materiaalin saapumisen odottamiseksi.
3. Kuljettaminen: Tarpeeton tavaran siirtäminen paikasta toiseen, pakkausten purkaminen ja uudelleen pakkaaminen ei tuota lisäarvoa.
4. Yliprosessointi tai tarpeeton käsittely: Tuotteeseen tehdään toimintoja, jotka ovat olemassa huonon tai liiallisen suunnittelun takia, asiakas maksaa hänelle tarpeettomasta viimeistelystä. Voi myös johtua liian kalliiden työvälineiden käytöstä.
5. Varastointi: Sitoo yrityksen pääomaa, hidastaa tuotannonvirtausta, saattaa aiheuttaa hävikkiä ja materiaalinarvon laskua.
6. Tarpeeton liikkuminen: Työntekijä tekee tarpeetonta liikehdintää, voi olla esimerkiksi puuttuvan materiaalin, tavaran tai työkalun etsintää tai kaukana olevien työpisteiden välillä liikkumista.

7. Laatuvirheet: Virheellinen materiaali, vialliset tuotteet, reklamaatiot ja korjaukset lisäävät kustannuksia ja vaikeuttaa tuotannon hallintaa aiheuttamalla muutoksia tuotannon kulussa. (Jokinen 2020a, 17–18.)

Kahdeksanneksi hukan muodoksi mielletään työntekijöiden osaamisen ja luovuuden käyttämättä jättäminen. Parhaat korjausehdotukset tulevat usein heiltä kenen työtä tuotantojärjestelmässä olevat puutteet ovat haitanneet pidemmän aikaa. (Jokinen 2020a, 17–18.)

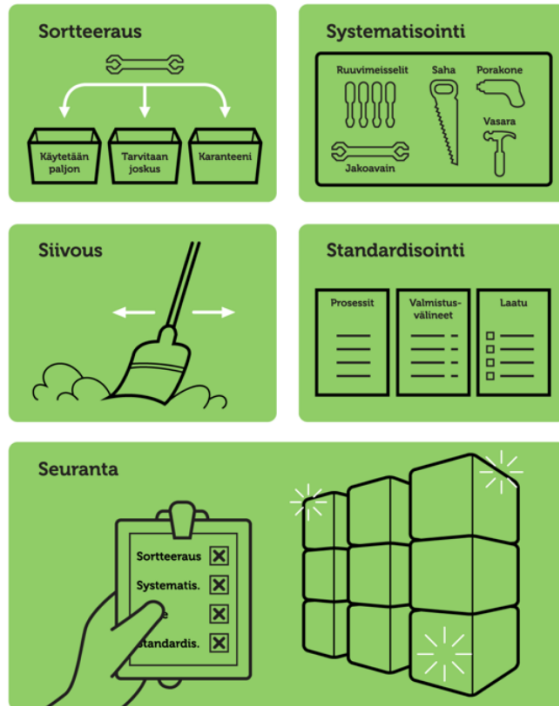
3.5.2 5S-menetelmä

5S on Japanissa kehitetty menetelmä, joka keskittyy työpaikkojen organisointiin ja työmenetelmien standardointiin (Kuvio 5). Sen jonka tavoitteena on parantaa työn tuottavuutta siten, että prosessin keskeiset resurssit säilytetään ja tukevia toimintatapoja ylläpidetään kestävästi.

Nimi 5S tulee menetelmän vaiheiden alkukirjaimista, jotka ovat seuraavat:

1. Sortteeraus (Sort): Vaihe keskittyy tarpeettomien työkalujen, osien tai materiaalien poistamiseen työympäristöstä – Vain välttämättömät tavarat pidetään, kaikki muu joko varastoidaan tai hävitetään.
2. Systematisointi (Set in order): Vaiheessa keskitytään tavaroiden ja työvälineiden järjestelyyn - Kaikelle pitäisi olla oma paikkansa ja kaiken pitäisi olla omalla paikallaan ja ne olisi järjestettävä siten että ne edistävät tehokasta työn kulkua.
3. Siivous (Shine): Vaiheessa keskeistä on, että siisteyden ylläpidon pitäisi olla osa päivittäistä työrutiinia eikä satunnaista toimintaa, joka aloitetaan, kun asiat tulevat epäsiistiksi.
4. Standardisointi (Standardize): Vaiheen tarkoituksena on luoda yhtenäiset käytännöt ja standardit toiminnan tehostamiseksi ja johdonmukaistamiseksi.

5. Seuranta (Sustain): Tähän vaiheeseen kuuluu standardien jatkuva ylläpito ja tarkistaminen sen jälkeen, kun edelliset neljä S:ää on vakiinnutettu ainoaksi toimintatavaksi. Tällöin mahdollistetaan jatkuvan parantamisen tulosten saavuttaminen. (Gauci 2023; Lean Lion 2023.)



Kuvio 5. 5S kuvin havainnollistettuna suomeksi (Lean Lion Oy 2023)

3.5.3 Standardoitu työ

Standardoitu työ kuvastaa parhaiden käytänteiden mukaisia toimintatapoja, joita tulisi noudattaa tietyissä työtehtävissä tehokkaan työskentelyn ja yhdenmukaisuuden varmistamiseksi. Se parantaa tuottavuutta, työturvallisuutta sekä palvelun/tuotteen laatua. Tavoitteena on, että työ suoritetaan samalla tavalla riippumatta siitä kuka työn suorittaa. (Lean Thinking Oy 2023, 17.)

3.5.4 PDCA

Jatkuvaan parantamiseen perustuva PDCA on kehittämisen kehä (Kuvio 6), joka keskittyy järjestelmälliseen ongelmien ratkaisuun ja kehitykseen. Sen avulla pyritään jatkuvaan oppimiseen ja kohti parempaa. Se sisältää neljä vaihetta:

1. Plan (Suunnittele): Ongelma määritetään ja sille suunnitellaan parannus toimenpide.

2. Do (Testaa): Suunniteltu toimenpide testataan pilottihankkeessa.
3. Check (Arvioi): Pilottihankkeen tuloksia verrataan alkuperäisiin tavoitteisiin. Arvioinnin pohjalta tehdään tarvittavat parannukset ja korjaukset sekä testataan tarvittaessa uudelleen.
4. Act (Toteuta): Parannus toimenpide otetaan laajempaan käyttöön jos se oli onnistunut. (Lean Thinking Oy 2023, 15.)



Kuvio 6. PDCA kehä (iStock 2024)

3.5.5 Poka-Yoke

Poka-Yoke on Shigeo Shingon luoma menetelmä inhimillisten virheiden vähentämiseksi. Kirjaimellisesti se tarkoittaa virheiden (Poka) ehkäisyä (Yoke). Shingo on tehnyt selkeän eron vahinkojen ja virheiden välillä: vahingot ovat osa inhimillistä toimintaa tuotantojärjestelmässä ja virheet ovat vahinkoja, jotka ovat päätyneet asiakkaalle asti. Menetelmän tavoitteena on suunnitella toimintoja siten että vahingot eivät muutu virheiksi. Yksinkertainen esimerkki Poka-Yoken käytöstä on SIM-kortti, jonka epäsymmetrinen muotoilu estää asentamisen väärään asentoon (Kuvio 7). Suuri variaatioiden määrä, korkeat tarkkuusvaatimukset, laadunhallinnan vaikeus ja virheen korkeat kustannukset ovat tilanteita, joissa Poka-Yoken käyttöä tulee harkita. Samalla on hyvä pohtia myös sen tuomia hyötyjä: virheiden ja korjauskustannusten vähentyminen, työntekijöiden perehdytystarpeen pienentyminen sekä laadunhallinnan ja läpimenoajan parantuminen. (Kilponen 2020, 52–54.)



Kuvio 7. SIM-kortti esimerkkinä Poka-Yokesta (Fractory 2020)

4 TYÖTURVALLISUUSLAKI 23.8.2002/738

Ergonomiasta ja työpisteen suunnittelusta on määrätty myös työturvallisuuslaissa jonka ”*tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennaltaehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden haittoja*”. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 § 1.)

Luvussa 5 on määritelty ergonomiata, fyysistä, henkistä ja sosiaalista kuormittavuutta sekä eräitä muita työn vaaroja koskevat säännökset. Pykälässä 24 kerrotaan, että työpisteen rakenteet ja käytettävät työvälineet on valittava, mitoitettava ja sijoitettava työn luonne ja työntekijän edellytykset otetaan huomioon asianmukaisella tavalla. Niiden tulee mahdollisuuksien mukaan olla säädettävissä ja järjestettävissä sekä käyttöominaisuuksiltaan sellaisia, että työ voidaan suorittaa aiheuttamatta työntekijän terveydelle haitallista tai vaarallista kuormitusta. Lisäksi on otettava huomioon että:

- 1) työntekijällä on riittävästi tilaa työn tekemiseen ja mahdollisuus vaihdella työasentoa;
- 2) työtä kevennetään tarvittaessa apuvälinein;
- 3) terveydelle haitalliset käsin tehtävät nostot ja siirrot tehdään mahdollisimman turvallisiksi, milloin niitä ei voida välttää tai keventää apuvälinein;
- 4) toistorasituksen työntekijälle aiheuttama haitta vältetään tai, jollei se ole mahdollista, se on mahdollisimman vähäinen. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 § 5:24.)

Pykälässä 25 on säädetty, että jos työntekijän todetaan kuormittuvan työssä hänen terveyttään vaarantavalla tavalla, työnantajan on tiedon saatuaan käytettävissään olevin keinoin ryhdyttävä toimiin kuormitustekijöiden selvittämiseksi sekä vaaran välttämiseksi tai vähentämiseksi. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 § 5:25.)

5 INCLUSIVE WORKSTATION

5.1 Määritelmä

IW-työpisteellä tarkoitetaan työpistettä, jolla ei ole monimuotoisuusrajoitteita. Toisin sanoen työpisteet ovat mukautettavissa kaikille sopiviksi, jolloin työntehtävän kykenee suorittamaan kuka tahansa työntekijä sukupuolesta, iästä tai fyysisistä ominaisuuksista riippumatta.

Työpisteet arvioidaan käyttämällä arviointilomaketta, joka ottaa huomioon kolme osa-aluetta:

1. Manuaalinen materiaalinkäsittely
2. Käsien ulottuvuus työskennellessä
3. Pakotetut työasennot

Arvioinnin tuloksena saadaan arvio työpisteestä hyväksytty (Inclusive) tai hylätty (Non Inclusive) sekä lista mahdollisista ongelmakohtista kommentteineen. Yhdenkin osa-alueen hylkäys johtaa koko työpisteen hylkäämiseen.

IW-työpisteet suunnitellaan ergonomia edellä. Ne parantavat työssä jaksamista ja lisäävät viihtyvyyttä sekä vähentävät tuki- ja liikuntaelinvaihoista johtuvia sairauspoissaoloja. Lisäksi työturvallisuus otetaan huomioon suunnittelun alkumetreiltä alkaen, jolloin mahdolliset riskit tunnistetaan ennakoivasti.

IW-standardin mukaisen toteutuksen ansiosta työntekijän siirtyminen työpisteestä toiseen helpottuu koska ainoa tällöin muuttuva tekijä on työtehtävä. Tämä myös parantaa tiimien välistä yhteistyötä, helpottaa layout-suunnittelua sekä säästää ja vähentää työpisteen perustamisen jälkeisiä muokkauskustannuksia.

Uuden standardin käyttöönotto yhdenmukaistaa BRP:n tehtaiden toimintaa ja mahdollistaa tehtaiden välisen vertailun, jolloin nähdään missä ollaan hyviä ja mitä täytyy kehittää. Lisäksi menetelmien implementointi toisilta tehtailta helpottuu.

5.2 Työn aloitus

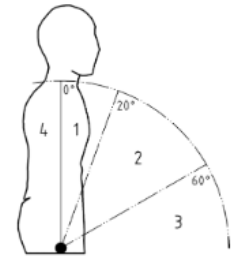
Työ aloitettiin käymällä ohjaavan opettajan ja toimeksiantajan kanssa aloituspalaveri, jossa aihe hyväksyttiin, käytiin läpi sisältö, rajaukset ja aikataulutus. Aikataulun sai opinnäytteen tekijä päättää itse ja tavoitteena oli, että työ on valmis huhtikuun 2024 loppuun mennessä. Työn laajuuden määritti toimeksiantaja antaen vapauksia myös laajempaan työhön, mutta tavoiteaikataulun ja henkilökohtaisten resurssien myötä työ rajattiin sisältämään käsikirjan ja checklistin luonnin sekä vanhan ja uuden standardin vertailun. Kun edellä mainitut oli määritelty, alkoi tiedonkeruu, aiheeseen perehtyminen ja työn tekeminen.

5.3 Tiedonkeruu ja käsikirjan toteutus

Työn alustana toimii BRP:n käytössä oleva Google Workspace. Se on pilvipohjainen ratkaisu joka sisältää sähköpostin, kalenteritoiminnot, toimistosovellukset, tiimityökalut sekä pilvitallennuksen.

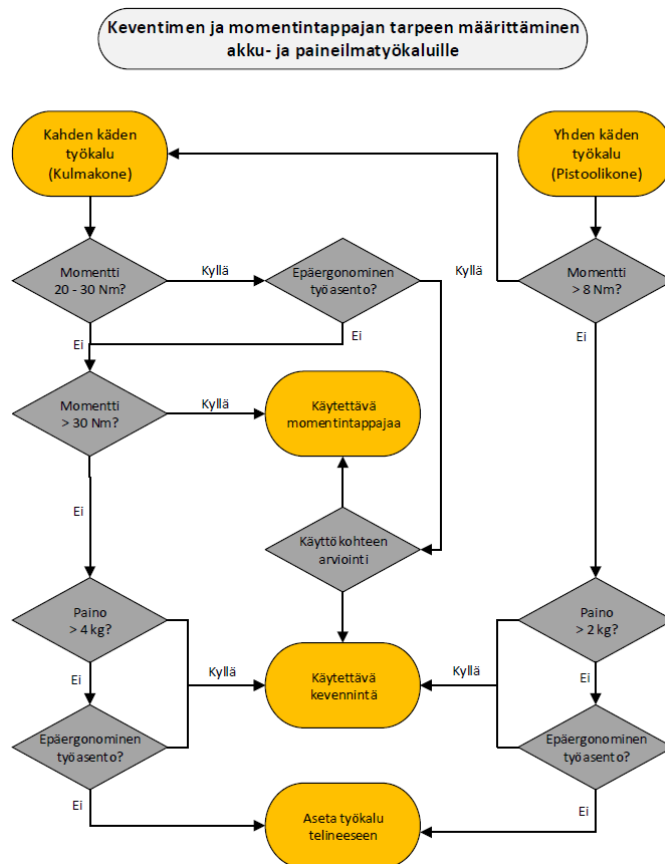
Työ aloitettiin tekemällä käsikirjalle runko Google Docs -sovelluksella joka, on Googlen vastine Microsoft Wordille. Runko sisälsi karkean otsikkosuunnitelman jolloin toteutukseen tarvittava sisältö hahmottui ja tiedonkeruu helpottui. Tietoa kerättiin työturvallisuuslaista, aihepiiriä käsittelevästä kirjallisuudesta, yleisistä standardeista ja BRP-organisaation sisäisiä dokumenteista ja standardeista.

Koska ergonomia on pääosassa IW-arvioinnissa, on sillä myös suuri painoarvo käsikirjassa. Käsikirjassa käydään läpi keskeisimmät asiat työasentoihin ja työliikkeisiin liittyen sekä manuaalisen tavarankäsittelyyn painorajat. Vartalon ja raajojen sallituista taivutuskulmista on tuotettiin taulukoita (Kuvio 8) joista ilmenee eri asentojen hyväksyttävyyttä työtä tehdessä.

Värien merkitys: Hyväksyttävä, Ei suositella, Vältettävä		
Vartalon taivutus eteenpäin/taaksepäin		
	Vyöhyke	Asento
	1	< 20°
	2	20° - 60°
	3	> 60°
4	< 0°	

Kuvio 8. Esimerkki ergonomiataulukosta

Käsikirjaan sisällytettiin tiedot työpisteille tuotavista standardinmukaisista elementeistä kuten työtasot, jigit, hyllyt, työkalut ja työkalutelineet ja niin edelleen sekä tiedon niiden standardinmukaisesta väryksestä. Työkalukeventimiä ja momentintappajia koskien on tuotettiin kaavio (Kuvio 9) joka ohjaa niiden käytön tarpeellisuuden määrittämisessä. Kaavio ottaa huomioon työkalun tyyppin ja painon, käytettävän momentin ja työasennon ergonomian.



Kuvio 9. Keventimen ja momentintappajan tarpeen määrittämisskaavio

5.4 Checklistin toteutus

Checklist tehtiin Google Sheets -sovelluksella, joka on Googlen vastine Microsoft Excelille. Työkalu käy läpi IW-arviointilomakkeen kolme osa-aluetta ja niistä kriittiset kriteerit, jotka johtavat työpisteen hyväksyntään tai hylkäykseen. Se sisältää ohjaavia taulukoita ja kaavioita, joiden avulla jostain kriteeristä tullut hylkäys korjataan. Ohjaavat taulukot ovat samoja kuin käsikirjassa. Esimerkiksi jos hylkäys tulee liian raskaan työkalun käsittelystä yhdellä kädellä, ohjaa ”Lisätiedot” -kenttä sivulle, josta korjaava toimi löytyy (Kuvio 10). Tässä tapauksessa hylkäystä korjataan ”Keventimen ja momentintappajan tarpeen määrittäminen” kaavion avulla (Kuvio 9).

Inclusive Workstation Checklist		
	Työpiste:	
	OK [✓]	Lisätiedot
1. Manuaalinen materiaalinkäsittely		
Työpisteellä ei käsitellä osia joiden koko on suurempi kuin 101x101cm	<input type="checkbox"/>	
Ei käsitellä yli 14kg painavia osia käsin	<input type="checkbox"/>	
Ei käsitellä yli 4kg painavia asioita epäergonomisissa työasunnoissa	<input type="checkbox"/>	Katso sivut 2-4
2. Työkalut		
Työvaiheiden sisältämien työasentojen ergonomia on tarkistettu	<input type="checkbox"/>	Katso sivut 2-4
Ei käytetä 30Nm kiristysmomentin omaavaa työkalua ilman momentintappajaa	<input type="checkbox"/>	
Ei käsitellä 20-30Nm kiristysmomentin omaavaa työkalua epäergonomisissa työasunnoissa	<input type="checkbox"/>	
Ei käsitellä yli 2kg painavaa työkalua yhdellä kädellä epäergonomisissa työasunnoissa	<input type="checkbox"/>	Katso sivu 5
Työkaluille on määritetty momentintappajan ja keventimen käytöntarve	<input type="checkbox"/>	Katso sivu 5
3. Työskentely		
Työkohteen korkeus on välillä 91cm - 114cm	<input type="checkbox"/>	
Työtä tehdessä ei kurkotella yli 50cm etäisyydelle työvaihetta suorittaessa	<input type="checkbox"/>	
Ei taivuteta polvia työvaihetta suorittaessa	<input type="checkbox"/>	

Kuvio 10. Inclusive Workstation Checklist

Lisäksi listaan on tuotu tärkeitä työpisteen elementtejä koskevia kohtia, joilla ohjataan työpisteen sisältöä ja muotoa halutunlaiseksi (Kuvio 11).

4. Työtasot		
Tason mitat ovat riittävät kattamaan esillä pidettävät työvälineet ja työstettävä materiaali	<input type="checkbox"/>	
Pääasiallinen työkohte molempien käsien ulottuvilla	<input type="checkbox"/>	
Toissijaiset kohteet (ruuvit, mutterit jne.) ovat alle 50 cm päässä edessä, 60 cm päässä sivulla	<input type="checkbox"/>	
Näyttökorkeus on välillä 137 - 173 cm (PLCS, työohjenäytöt jne.)	<input type="checkbox"/>	
5. Jigit		
Jigillä on paikoitus ja lukitus työpisteeseen keskeisimmällä työalueella	<input type="checkbox"/>	
6. Ohjelmointikaappi		
Sisältää tarvittavat koneet ja kaapelit suoritettavaa ohjelmointia varten	<input type="checkbox"/>	
7. PLCS		
Sisältää tietokoneen, näppäimistön, hiiren ja viivakoodinlukijan sekä mahdollisen tarratulostimen	<input type="checkbox"/>	
Kiinnitetty läpivirtaushyllyyn tai omaan tolppatelineeseen	<input type="checkbox"/>	
8. Työkalutelineet		
Aktiivisesti käytettäville työkaluille on standardin mukainen teline	<input type="checkbox"/>	
Vaihto- ja varatyökaluille on teline läpivirtaushyllyyn sivussa	<input type="checkbox"/>	
Latureille ja akuille on teline läpivirtaushyllyssä	<input type="checkbox"/>	

Kuvio 11. Inclusive Workstation Checklist jatkoa

5.5 Työpistevertailu

Työn suorituksen aikana tuotanto oli niin sanotulla välikaudella, jolloin tehtaassa suoritetaan muutos- ja parannustöitä eikä tällöin kelkkoja valmisteta. Tästä syystä yhtään virallista työpistettä ei ollut käytettävissä vanhan ja uuden standardin vertailuun, joten perustettiin kuvitteelliset työpisteet kuvastamaan eroavaisuuksia ja saavutettavia parannuksia.

Seuraavassa kuvasarjassa esitetään työpiste, jossa suoritetaan esivalmistelu pohjalevyyn niittaamalla. Työpiste sisältää kiinteän työpöydän, jonka päällä säilytetään työkaluja sekä osalaatikoita. Aihio otetaan lattialla pöydän vieressä sijaitsevalta kuormalavalta, jolloin työntekijä joutuu kumartumaan ja taivuttamaan ylävartalon eteen ja syväälle alaspäin (Kuvio 12).



Kuvio 12. Aihion ottaminen

Tämän jälkeen kappale asetetaan pöydälle niittausta varten. Työkaluna käytetään akkukäyttöistä vetoniittikonetta joka on sijoitettuna pöydälle osalaatikoiden vierelle (Kuvio 13).



Kuvio 13. Aihio työpöydällä

Seuraavaksi työntekijä ottaa vetoniittikoneen käteensä, jolloin rannetta joutuu kiertämään ja taivuttamaan epäergonomiseen kulmaan (Kuvio 14). Tämän jälkeen työntekijä suorittaa niittauksen (Kuvio 15). Kyseisen työtason korkeus on tämän pituiselle työntekijälle optimi mutta mikäli tekijä olisi lyhyempi muuttuisi ranteen kulma epäergonomiseksi.



Kuvio 14. Työkalun ottaminen



Kuvio 15. Niittauksen suoritus

Niittauksen suoritettuaan työntekijä palauttaa työkalun pöydälle ja siirtää valmiin kappaleen kuormalavalla olevaan osalaatikkoon odottamaan siirtoa seuraavalle työpisteelle (Kuvio 16). Jälleen työntekijä joutuu kumartumaan ja taivuttamaan ylävartalon eteen ja syväälle alaspäin epäedulliseen kulmaan.



Kuvio 16. Valmiin kappaleen siirtäminen laatikkoon

Seuraavaksi samasta työpisteestä perustettiin uuden standardin mukainen versio, joka sisälsi korkeussäädettävän työtason hyllyllä osalaatikoille, rullahyllyn osille sekä työkalutelineen. Työntekijä ottaa aihion käteensä rullahyllyn kallistetulta ylätasolta ja nostaa sen pöydälle. Aihio on tarpeeksi korkealla, jolloin se helposti saatavilla eikä työntekijän tarvitse kumartua tai kurottua lainkaan aihion olematta kuitenkaan tarpeettoman korkealla (Kuvio 17).



Kuvio 17. Aihion ottaminen

Tämän jälkeen työntekijä ottaa vetoniittikoneen työkalutelineestä, jonka korkeuden ja kallistuskulman ansiosta rannetta ei tarvitse taivuttaa (Kuvio 18). Tämä jälkeen hän suorittaa niittauksen (Kuvio 19). Oikean korkuiseksi säädetyn työtason ansiosta olkavarren ja ranteen kulmat ovat edulliset.



Kuvio 18. Työkalun ottaminen telineestä



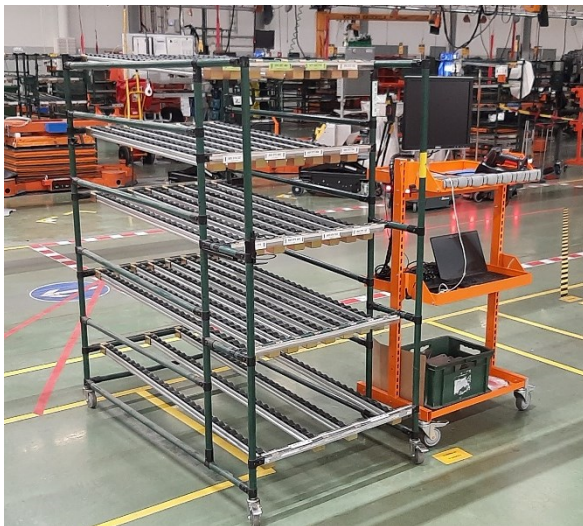
Kuvio 19. Niittauksen suoritus

Työkalu palautetaan sille varattuun paikkaan työkalutelineeseen ja valmis kappale siirretään rullahyllyn keskitasolla sijaitsevaan osalaatikkoon odottamaan siirtoa seuraavaan työpisteeseen (Kuvio 20).



Kuvio 20. Valmiin kappaleen siirtäminen laatikkoon

Toisena vertailukohteena perustettiin vanhan (Kuvio 21) ja uuden standardin (Kuvio 22) mukaiset ohjelmointityöpisteet, jotka sisältävät ohjelmointilaitteiston ja läpivirtaushyllyn. Vanhan standardin mukainen läpivirtaushylly on pyöröputkesta pulttiliitoksilla rakennettu ja väriltään vihreä. Ohjelmointilaitteisto on sijoitettu oranssiin rullahyllyyn, jossa komponentit ovat alttiina ulkopuolisille haitoille. Uuden standardin mukainen läpivirtaushylly on neliöputkesta hitsausliitoksin rakennettu, jossa on kallistettu etuseinä sekä useiden kiinnityskohtien ansiosta helposti muutettava hyllyjen määrä ja korkeus. Ohjelmointilaitteisto on rakennettu suljettuun kaappiin, jolloin näkyvillä on vain tarpeelliset välineet ja arat komponentit ovat suojassa kaapin sisällä. Näyttö on asennettu varteen, jolloin se voidaan suunnata ohjelmointia suorittavalle työntekijälle sopivaan asentoon.



Kuvio 21. Vanha ohjelmointityöpiste



Kuvio 22. Uusi ohjelmointityöpiste

6 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön aiheena oli koostaa työpisteen suunnittelukäsikirja uuden ”Inclusive Workstation” -standardin mukaisen työpisteen perustamista varten, luoda checklist-tyyppinen työkalu sekä vertailla vanhan ja uuden standardin mukaisen työpisteen eroavaisuuksia ja uudella standardilla saavutettavia etuja.

Opinnäytetyö sisälsi perehtymistä työpisteen suunnitteluun liittyvään työturvallisuuslainsäädäntöön, standardeihin sekä kirjallisuuteen. BRP:llä oli sisäistä materiaalia ja käytössä olevia standardeja aiheeseen liittyen, joten tiedonkeruuta ei tarvinnut aloittaa täysin tyhjästä. Raportoinnin lisäksi osa opinnäytetyötä oli käytännön työ, johon kuului vanhan ja uuden standardinmukaisen työpisteen luominen ja vertailu.

Opinnäytetyön tuloksina syntyi ensimmäinen versio työpisteen suunnittelukäsikirjasta ja työkalu tuotannon tiiminvetäjille ”Inclusive Workstation” -työpisteen perustamista varten. Käsikirja tulee jatkossa kehittymään ja laajenemaan kun lisää standardeja käytänteistä ja käytettävistä elementeistä luodaan ja otetaan käyttöön.

LÄHTEET

De Rycke, T. 2024. BRP Finland Oy, HR Asiantuntija, Yritysesittely 06.10.2023

Gauci, J. 2023. What is Lean?. Viitattu 03.03.2024

<https://www.processexcellencenetwork.com/lean-six-sigma-business-performance/articles/what-is-lean>

Jokinen, T. 2020a. Vaihtelu, ylikuormitus ja hukka. Teoksessa T. Jokinen, M. Rahkola, T. Kilponen, & M. Kekkonen (toim.) OAMK_KONE WITH PASSION VUODESTA 1894, Lean with passion, erikoisnumero vol 2 nro 2. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu sähkö-, automaatio- ja konetekniikka osasto, 16–18.

Viitattu 24.03.2024

<https://vanha.oamk.fi/images/Hankkeet/Potkua/lean-erikoisnumero.pdf>

Jokinen, T. 2020b. Lean. Teoksessa T. Jokinen, M. Rahkola, T. Kilponen, & M. Kekkonen (toim.) OAMK_KONE WITH PASSION VUODESTA 1894, Lean with passion, erikoisnumero vol 2 nro 2. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu sähkö-, automaatio- ja konetekniikka osasto, 6–7. Viitattu 24.03.2024

<https://vanha.oamk.fi/images/Hankkeet/Potkua/lean-erikoisnumero.pdf>

Kilponen, T. 2020. Poka-Yoke – Virheen estävä. Teoksessa T. Jokinen, M. Rahkola, T. Kilponen, & M. Kekkonen (toim.) OAMK_KONE WITH PASSION VUODESTA 1894, Lean with passion, erikoisnumero vol 2 nro 2. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu sähkö-, automaatio- ja konetekniikka osasto, 52–54.

Viitattu 24.03.2024

<https://vanha.oamk.fi/images/Hankkeet/Potkua/lean-erikoisnumero.pdf>

Launis, M. & Lehtelä, J. 2011. Ergonomian periaatteet ja käyttöalueet.

Teoksessa M. Launis & J. Lehtelä (toim.) Ergonomia. Tampere:

Työterveyslaitos. 17–38. Viitattu 16.03.2024

https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/136841/978-952-261-059-1_Ergonomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Launis, M. 2011a. Ihmisen mitat. Teoksessa M. Launis & J. Lehtelä (toim.)

Ergonomia. Tampere: Työterveyslaitos. 47–68. Viitattu 16.03.2024

https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/136841/978-952-261-059-1_Ergonomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Launis, M. 2011b. Työliikkeet ja työvälineet. Teoksessa M. Launis & J. Lehtelä

(toim.) Ergonomia. Tampere: Työterveyslaitos. 195–214. Viitattu 28.02.2024

https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/136841/978-952-261-059-1_Ergonomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Launis, M. 2011c. Työpisteen mitoitus. Teoksessa M. Launis & J. Lehtelä

(toim.) Ergonomia. Tampere: Työterveyslaitos. 147–165. Viitattu 25.02.2024

https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/136841/978-952-261-059-1_Ergonomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lean Lion Oy. 2023. Miksi 5S?. Viitattu 03.03.2024

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

Lean Thinking Oy. 2023. LEAN sanasto. Viitattu 24.03.2024
<https://leanthinking.fi/verkkokauppa/tuote/lean-sanasto/>

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. Viitattu 28.02.2024
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#V1>