

Juho Jaskari

TYÖTURVALLISUUS JA -TERVEYS LAYOUTIN SUUNNITTELUSSA

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Kandidaatin työ
Toukokuu 2019

TIIVISTELMÄ

Juho Jaskari: Työturvallisuus ja -terveys layoutin suunnittelussa
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Kone- ja tuotantotekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma
Toukokuu 2019

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan työturvallisuutta ja -terveyttä käsitteenä, tuotantolaitoksen layoutia, sen suunnittelua, työturvallisuuden ja -terveyden kannalta suunnittelussa huomioon otettavia asioita sekä riskien hallintaa. Työ on lain, layout suunnittelu- sekä turvallisuustekniikka-kirjallisuuden pohjalta tehty kirjallisuusselvitys, jossa tarkoituksena on esitellä ja yhdistää layout suunnitteluun ja työturvallisuuteen liittyviä asioita.

Työturvallisuuslaki velvoittaa työnantajan huolehtimaan työntekijöidensä terveydestä ja turvallisuudesta. Työsuojeluun panostaminen ei kuitenkaan ole pelkästään veloitteesta aiheutuva rasite, vaan mahdollisuus yritykselle saavuttaa liiketoiminnallisia voittoja.

Layout suunnittelulla pyritään optimoimaan materiaalivirrat tuotantolaitoksessa. Erilaisista layout malleista on tärkeää tunnistaa niiden vahvuudet ja heikkoudet, jotta tuotannollisiin tavoitteisiin päästään. Ylimääräisten kustannusten välttämiseksi layoutia suunnitellessa on hyvä ottaa huomioon työturvallisuus ja -terveys. Näin ehkäistään jälkikäteen tehtäviä kalliita muutoksia laitoksessa.

Turvallisuuden suunnittelu lähtee liikkeelle vaarojen tunnistamisesta. Vaaroihin liittyvät riskit arvioidaan ja niille määritetään toimenpiteet riskien saattamiseksi hyväksyttävälle tasolle. Uutta laitosta suunnitellessa erinomainen tapa vaarojen tunnistukseen on laitoksen ja työntekijöiden-simulointi ennen laitoksen rakentamista.

Avainsanat: Työturvallisuus, Layout suunnittelu

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Juho Jaskari: Work safety in layout design
Bachelor's Thesis
Tampere University
Bachelor's Programme Mechanical and Industrial Engineering
May 2019

This thesis observes work safety and health, layout of a factory, designing a layout, things to consider in order to design a work safe factory and risk management. The thesis is a literature survey based on the law and layout design literature and safety engineering literature.

Work safety law obliges an employer to take care of employees' safety and health. Beyond that employer can gain business advantages from maintaining a high level of occupational safety and health.

Layout designing aims to optimize the flow of material through the plant. It is critical to recognize the strengths and weaknesses of each layout model to reach the manufacturing goals. It is also important to take work safety into account while designing factory layout. This way business can avoid many costs by avoiding the need to make large adjustments after the plant has been build.

Designing for safety start by identifying the hazards. After hazards have been identified the risks related to hazards are assessed and proper actions designed to bring the risks to acceptable level. Efficient way to identify hazards while designing a new factory layout is to simulate the plant and workers.

Keywords: Work safety and health, layout designing

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. TYÖTURVALLISUUS.....	2
2.1 Työtapaturmat ja työperäiset sairaudet	2
2.2 Työturvallisuuslaki ja -standardit	2
2.3 Työturvallisuuteen panostamisen hyödyt.....	4
3. LAYOUT-MALLIT	5
3.1 Tuotantolinja	5
3.2 Funktionaalinen layout	5
3.3 Solulayout	6
3.4 Layout-suunnittelu.....	7
4. TYÖTURVALLISUUDEN SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAT ASIAT.....	8
4.1 Koneet ja laitteet	8
4.2 Ihmisten ja tavaroiden liikkuminen.....	9
4.3 Työntekijöiden turvallisuus ja hyvinvointi	10
4.4 Koneiden ja laitteiden huolto	11
4.5 Työpaikan ympäristö ja olosuhteet	11
5. RISKIEN HALLINTA.....	12
5.1 Työturvallisuuden ja työterveyden simulointi	14
6. PÄÄTELMÄT	16
7. YHTEENVETO.....	17
LÄHTEET	18

1. JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään turvallisuuden huomiointia tuotantolinjan layoutia suunnitellessa. Valitsin aiheen, koska se yhdistää pää- ja sivuaineeni tietoa, joten pystyn hyödyntämään paljon jo aiemmin oppimiani asioita työtä tehdessä ja syventää tietämystäni aihealueesta. Työn aihe on myös erittäin ajankohtainen työmarkkinoilla, mikä lisää sen mielenkiintoisuutta. Teen työni automaatio- ja konetekniikan yksiköön TTY:lle. Työ on rajattu käsittelemään perinteisiä tuotantolaitoksia. Tavoitteena on näyttää osaamiseni ja oppia kirjoittamaan tieteellistä tekstiä.

Työ on lähteiden pohjalta tehty kirjallisuusselvitys. Ensimmäisessä luvussa käydään läpi työturvallisuutta Suomessa, työturvallisuutta ja -terveyttä käsitteinä, lain asettamia vaatimuksia työnantajalle työsuojelua sekä hyötyjä, joita yritys voi saada panostamalla työsuojeluun. Seuraavaksi esitellään erilaiset layout-mallit ja niiden valintaperusteet sekä asiat, jotka layoutia suunnitellessa, on otettava huomioon. Näiden asioiden jälkeen siirrytään käsittelemään itse turvallisuuden huomioon ottamista suunnitellessa tehdaslayoutia ja työpisteitä. Viimeisenä käsitellään riskien hallintaa ja esitellään simulointia työkaluna vaarojen tunnistamisessa.

Tärkeimpiä lähteitä työssäni ovat Suomen työturvallisuuslaki, työturvallisuusstandardit, tuotantotalouden ja turvallisuustekniikan oppikirjat sekä layout-suunnitteluun ja riskien hallintaan liittyvät artikkelit.

2. TYÖTURVALLISUUS

Työturvallisuuden ja tuottavuuden kehittämisellä ja johtamisella on paljon yhteistä, eivätkä ne ole toistensa vastakohtia kuten ennen on kuviteltu. Niillä on yhteinen perimmäinen päämäärä, hyvinvoinnin lisääminen, ja keinot, joita molempien kehittämiseen käytetään. Tuottavuuden maksimoiminen turvallisuuden kustannuksella kostautuu jossain muualla organisaatiossa. Sama pätee myös toisinpäin. Molemmissa myös pyritään jatkuvalla kehittämisellä tavoitteeseen, jota on mahdoton saavuttaa. Työturvallisuuden kohdalla tämä tavoite on nolla tapaturmaa. (Laitinen et al. 2009, 46)

2.1 Työtapaturmat ja työperäiset sairaudet

Työtapaturmalla tarkoitetaan äkillistä ja odottamatonta työpaikalla tai työmatkalla sattunutta tapaturmaa (Työsuojeluhallinto, Työtapaturmat, 2019). Työperäisellä sairaudella taas tarkoitetaan sairautta, jonka synnyllä on syy-yhteys työntekijän tekemään työhön (Työsuojeluhallinto, ammattitaudit, 2019). Molemmat aiheuttavat aina ylimääräisiä kustannuksia niin yritykselle kuin yhteiskunnalle, jolle kustannukset siirtyvät vakuutus- ja korvausjärjestelmistä riippuen. Yritykselle osan onnettomuuden tai työperäisen sairauden kustannuksista korvaa vakuutus, mutta onnettomuuksista aiheutuu aina myös vakuuttamattomia kustannuksia, joita syntyy esimerkiksi muiden työntekijöiden työajan käytöstä muuhun kuin tuotantoon tapaturman seurauksena, tapahtuneista esinevahingoista, ylitöistä ja onnettomuuden selvittelystä. Lisäksi onnettomuudet johtavat vakuutusmaksujen nousemiseen useaksi vuodeksi. Suomessa työtapaturmien ja työperäisten sairauksien kustannusten on arvioitu olevan noin 3 prosenttia bruttokansantuotteesta. (Laitinen et al. 2009, 47-48)

2.2 Työturvallisuuslaki ja -standardit

Suomessa noudatetaan 01.01.2003 voimaan astunutta työturvallisuuslakia. Lakia sovelletaan työsopimuksen ja virkasuhteen tai niihin verrattavassa suhteessa tehtävään työhön. Lain tarkoituksena on parantaa työolosuhteita ja –ympäristöä sekä ehkäistä tapaturmia ja työhön liittyviä fyysisiä ja henkisiä terveyshaittoja. Kyseisen työturvallisuus-

lain lisäksi on olemassa eri aloja koskevia standardeja. Standardin tarkoituksena on antaa viitekehys, miten asia tulisi olla järjestetty. Standardit eivät ole lakeja, eikä organisaation ole pakko noudattaa niitä. Organisaation tulee kuitenkin osoittaa, että EU direktiiveissä vaaditut asiat täyttyvät jotenkin muuten kuin standardien mukaisesti. Lait ja standardit ovat prosessin suoritus vaatimusten lisäksi suunnittelun lähtökohtia. (Työturvallisuuslaki 738/2002 1§)

Työturvallisuuslaki velvoittaa työnantajan huolehtimaan mahdollisuuksien mukaan, että työntekijät eivät loukkaa itseään työskennellessään. Tähän kuuluu vaara- ja haittatekijöiden syntymisen estäminen, olemassa olevien vaara- ja haittatekijöiden poistaminen tai korvaaminen pienemmillä tekijöillä, koko laitosta koskevien työsuojelu toimenpiteiden toteuttaminen ennen yksilöitä koskevia sekä tekniikan ja käytettävissä olevien keinojen kehittymisen huomioiminen. (Työturvallisuuslaki)

Työpiste on suunniteltava siten, että sen mitoitukset ovat työntekijän kannalta ergonomiset. Työntekijällä tulee olla riittävästi tilaa työntelemiseen ja mahdollisuus vaihdella työasentoaan. Työn ollessa fyysisesti raskasta sitä täytyy mahdollisuuksien mukaan pystyä keventämään apulaittein. Mikäli tämä ei ole mahdollista, käsin tehtävät nostot ja siirrot on suunniteltava mahdollisimman turvallisiksi. Lisäksi toisto rasituksen aiheuttamia vammoja tulee pyrkiä pienentämään mahdollisuuksien mukaan. Ilmanvaihto työpisteillä tulee olla riittävä ja mahdollisia kemiallisia ja biologisia haittoja työntekijöille täytyy ehkäistä. (Työturvallisuuslaki)

Työpaikalla liikkuminen jalan tai ajoneuvolla pitää järjestää turvallisiksi. Tavarankäyttö on suunniteltava siten, että tavarankäytön nostoista, liikuttamisesta tai mahdollisista putoamisista ei synny vaaraa työntekijöille. Työnantajan täytyy tarvittaessa järjestää tehtaassa sisäiset liikenneohjeet. Työpisteen ja kulkuteiden tulee olla turvallisia ja työpaikalla tulee olla riittävä määrä pelastusteitä, jotka on pidettävä aina vapaina ja joiden tulee olla asianmukaisesti merkittyjä. (Työturvallisuuslaki)

Työpaikan koneiden ja laitteiden tulee olla niitä koskevien säädösten mukaisia. Niiden oikeanlaisesta asennuksesta on huolehdittava, ja ne on sijoitettava niin, että ne eivät aiheuta vaaraa niillä työskenteleville henkilöille tai lähistöllä oleville sivullisille. Koneissa ja laitteissa tulee olla myös vaatimustenmukainen turvalaitteisto. Työnantajan on myös varmistettava, että työpaikan rakenteet, materiaalit ja laitteet ovat turvallisia ja terveellisiä työntekijöille. (Työturvallisuuslaki)

2.3 Työturvallisuuteen panostamisen hyödyt

Yhteiskunnallisen veloitteen lisäksi työturvallisuuteen panostaminen hyödyttää yritystä myös liiketoiminnallisesta näkökulmasta. Kuten jo edellä mainittiin työtapaturmat ja sairaudet ovat yritykselle kalliita niistä seuraavien odottamattomien kustannuksien vuoksi, mutta hyvän työsuojelun edut eivät lopu siihen. Hyvä työsuojelu parantaa yrityksen brändiä ja suojelee yrityksen tuotekuvaa sekä tuotemerkin arvoa osoittamalla, että yrityksen toiminta on yhteiskunnallisesti vastuullista ja kestävä. Vastuullinen ja kestävä toiminta taas avaavat yritykselle suuremman asiakaskunnan, sillä moni potentiaalinen suuri asiakas vaatii sidosryhmiltään korkeaa työsuojelun tasoa. (Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto, 2008)

Yrityksen, jonka työsuojelu on hyvällä tasolla, on myös helppo sitouttaa työntekijät yritykseen ja maksimoida heidän tuottavuutensa, sillä työntekijät, joiden hyvinvoinnista huolehditaan, ovat vähemmän poissa töistä ja työajallaan motivoituneita työskentelemään. Työsuojelun valmiiksi korkea taso parantaa yrityksen reagointia kykyä muutoksiin työsuojelua koskevissa vaatimuksissa. (Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto, 2008)

3. LAYOUT-MALLIT

Layoutilla tarkoitetaan tehtaan tuotantojärjestelmien osien sijoittelua. Layoutin osia ovat koneet, laitteet, kulkureitit, välivarastot ja varastot. Osien sijoittelun perusteella layout-mallit jaetaan kolmeen päämalliin: solulayoutiin, tuotantolinjaan ja funktionaaliseen layoutiin. (Haverila et al. 2005, 475) Eri mallien valinta perusteet vaihtelevat ja niitä on käsitelty alla.

3.1 Tuotantolinja

Tuotantolinjalayoutissa koneet ja laitteet on aseteltu niin, että ne ovat valmistusprosessin vaiheiden mukaisessa järjestyksessä. Tuotantolinjalla valmistetaan tyypillisesti vain yhtä tuotetta tai samankaltaisia tuotteita. Linja on tyypillisesti hyvin pitkälle automatisoitu, ja se sisältää erilaisia mekaanisia kuljettimia, joilla tuotetta ja muita materiaaleja siirretään koneelta toiselle. Prosessin kulku on selkeää, suoraviivaista ja tehokasta. (Haverila et al. 2005, 475)

Tuotettaessa suuria määriä yhdenlaista tuotetta tuotantolinja mahdollistaa tuotteelle alhaisen yksikköhinnan. Linjan rakentaminen on usein kallista, ja asetusatjat erilaisten tuotteiden valmistuksen välillä ovat pitkiä, joten pienten määrien tuottaminen linjassa ei ole kannattavaa. Häiriöt tuotantolinjassa aiheuttavat usein koko linjan pysähtymisen tai hidastumisen, minkä vuoksi häiriöt saattavat aiheuttaa suuriakin kustannuksia tuotannossa. Laadunvalvonnalla on linjassa suuri rooli, sillä tuotettaessa suuria määriä yhtä tuotetta myös virheellisiä tuotteita tuotetaan hetkessä suuria määriä. Rakennettaessa tuotantolinjaa on varauduttava kapasiteetin kasvuun, sillä rakentamisen jälkeen linjan muuttaminen on usein vaikeaa. (Haverila et al. 2005, 475)

3.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa koneet ja laitteet sijoitetaan niiden työtehtävien samankaltaisuuden perusteella ja valmistettava tuote liikkuu näiden pisteiden välissä sen mukaan, mitä sille seuraavaksi tehdään. Esimerkiksi tuotantolaitoksessa sahat sijaitsevat sahaamossa ja höylät höyläämössä ja tuote siirretään näiden välillä esimerkiksi trukilla. Funktionaalinen layout sopii parhaiten, kun kokonaistuotantomäärä on alhainen, mutta tuotetaan paljon erilaisia tuotteita. (Haverila et al. 2005, 476)

Mallille ominaista on joustavuus. Tuotantomäärät ja tuotetyypit saattavat vaihdella tuotantolaitoksessa huomattavasti. Tuotteita voidaan valmistaa sarjatuotantona tai yksittäistilauksina. Laitteiden ja koneiden kuormitus siis vaihtelee niiden valmistaessa monenlaisia eri tuotteita, minkä vuoksi automaation käyttö funktionaalisessa layoutissa on rajoitunutta. Työpisteet saattavat sijaita toisistaan kaukana, jolloin materiaalin kuljetus- ja käsittelykustannukset kasvavat suuriksi. Työpisteiden ja välivarastojen etäisyys myös hankaloittaa laitoksen laadunhallintaa. Tuotannonohjauksessa haasteeksi muodostuu eri koneille tulevien työtehtävien jonojen järjestely, sillä työjonojen kasvaessa keskeneräisten töiden määrä kasvaa, joka kasvattaa tuotteen läpäisyaikaa. (Haverila et al. 2005, 476)

Funktionaalinen layout ei pysty tuotantolinjaa vastaavaan tuottavuuteen, koska koneiden ja laitteiden kuormitusasteet jäävät usein vähäisiksi. Se on kuitenkin toteutukseltaan helppo ja halpa. Lisäksi se sopeutuu paremmin erilaisten tuotteiden valmistukseen ja valmistuskapasiteetin vaihteluun. (Haverila et al. 2005, 476)

3.3 Solulayout

Solulayoutia voisi luonnehtia funktionaalisen layoutin ja tuotantolinjan välimuodoksi, jossa tuotantolaitoksen koneet ja laitteet on sijoitettu tuotantovaiheiden mukaisesti pieniin itsenäisiin yksiköihin, jotka ovat erikoistuneet tiettyjen osien tai tiettyjen työvaiheiden suorittamiseen. Yhdelle solulle on suunniteltu tietty tuote, jonka se valmistaa itsenäisesti riippumatta muista soluista. Solulayout on funktionaalista layoutia tehokkaampi, eikä vaadi materiaalivirtaa hankaloittavia välivarastoja. Tuotantolinjaan verrattuna solulayout taas on huomattavasti joustavampi oman tuoteryhmänryhmänsä puitteissa. Koneiden ja laitteiden kuormitusasteet vaihtelevat solussa valmistettavan tuotteen mukaan. Solulayout on funktionaalista layoutia herkempi kuormituksen vaihtelulle ja tuotevalikoiman muutoksille. Solulayout sopii parhaiten, kun valmistetaan paljon eri tuotteita, joille oman tuotantolinjan rakentaminen ei ole kannattavaa. (Haverila et al. 2005, 477-478)

Koska osan tai tuotteen eri valmistusvaiheet suoritetaan peräkkäin samalla alueella, virheiden löytäminen ja korjaaminen on helppoa, mikä helpottaa tuotantolaitoksen laadunvalvontaa. Solulayoutissa työntekijät pystyvät myös itse vaikuttamaan työnjakoon, mahdolliseen tehtävien kierrättämiseen ja tehtävien suunnitteluun. Tämä vaikuttaa työilmapiiriin ja työmotivaatioon positiivisesti. (Haverila et al. 2005, 477-8)

3.4 Layout-suunnittelu

Layout-suunnittelussa tärkeää on materiaalinvirtojen hallitseminen, jossa pyritään mahdollisimman tehokkaaseen materiaalin liikkuvuuteen. Suunnittelussa materiaalin liikkumismatkat ja liikkumiskerrat tulee pyrkiä minimoimaan. Tämä tarkoittaa, että suunniteltaessa työpisteiden paikat pitää sijoittaa niin, että materiaalia ei tarvitse liikuttaa ylimääräisiä kertoja, ja siirtoetäisyydet ovat mahdollisimman pieniä. (Haverila et al. 2005, 482)

Suunnittelussa tulee pyrkiä käytössä olevan pinta-alan tehokkaaseen käyttöön, jossa materiaali ja informaatio liikkuvat tehokkaasti ja joka pystyy tarpeen vaatiessa joustamaan. Hyvin suunnitellulle layoutille tunnusomaista on myös työturvallisuuden ja työhyvinvoinnin huomioon ottaminen (Haverila et al. 2005, 482). Tätä asiaa käsitellään tarkemmin kappaleessa 4.

Mahdolliset laajennus- ja muutostarpeet tulee myös ottaa huomioon suunniteltaessa. Tämä koskee erityisesti suurten ja raskaiden koneiden ja laitteiden sijoittelua tuotantolaitoksessa. Tällaiset koneet ja laitteet täytyy sijoittaa niin, että ne eivät häiritse myöhemmin tapahtuvaa kehitystä tai laajentamista. (Haverila et al. 2005, 482)

4. TYÖTURVALLISUUDEN SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAT ASIAT

Kuten jo kappaleen 3 lopulla mainittiin osa hyvää layoutsuunnittelua, on turvallisuuden huolellinen suunnittelu. Huomioimalla työturvallisuuden ja omaksumalla edellä kävijän roolin uutta layoutia tai työpistettä suunnitellessa yritys voi säästää huomattavia summia rahaa. Hyvällä suunnittelulla voidaan ehkäistä työtapaturmia ja työperäisiä sairauksia sekä varautua etukäteen muutoksiin esimerkiksi työturvallisuuslain tai muiden vaatimusten tiukentuessa.

4.1 Koneet ja laitteet

Koneiden ja laitteiden paikkojen hyvä suunnittelu on tärkeä osa laitoksen turvallisuutta. Sijainteja suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon, että koneiden väillä on tarpeeksi tilaa, jotta niiden väliin ei synny vaarallisia alueita, joissa koneen liikkuvat osat voisivat aiheuttaa vaaratilanteita työntekijöille. Koneen käyttäjällä ja huoltajilla tulee myös olla tarpeeksi tilaa käyttää konetta vaarattomasti. Koneen käyttöpaneeli tulee sijoittaa niin, että koneen käyttäjällä on koko työsuorituksen ajan selkeä näkyvyys prosessista ja riskitilanteita aiheuttavia sokeita kohtia ei ole. Suunnittelussa täytyy myös huomioida koneen virtalähteen sijainti. Koneilla tulee olla oma virtalähde, jonka avulla kone voidaan sulkea vaikuttamatta vierellä oleviin koneisiin. Virtalähde pitää sijaita paikalla, josta se on helppo sulkea tilanteen niin vaatiessa. Turvalaitteistoja suunniteltaessa tulee valita ratkaisuja, jotka tekevät koneista ja laitteista turvallisesti vikaantuvia, eli turvalaitteiston hajotessa ne eivät lähde käyntiin ennen kuin turvalaitteisto on korjattu. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

Turvallisuutta suunniteltaessa täytyy varmistaa, että käytetyt koneet ja laitteet ovat standardien mukaisia. Koneita ja laitteita käyttävien ja niitä huoltavien ihmisten tulee olla koulutettuja tehtäviinsä, ja koneisiin käsiksi pääsyn tulisi olla rajoitettu vain niitä käyttäville ja huoltaville ihmisille. Huoltotoimenpiteet ja käyttö pitää suunnitella ja opettaa prosessiin liittyville ihmisille. Esimerkiksi konetta huollettaessa noudatetaan tiettyä kaavaa, joka alkaa turvallisuuden varmistamisesta eli työkalujen kunnon tarkistamisesta ja koneen jännitteettömyyden varmistamisesta. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

Prosessin vaiheiden automaatiolla voidaan yleensä ehkäistä vaaratilanteiden syntyä jättämällä vaaralliset työt täysin koneiden hoidettavaksi, jolloin riski ihmisvahinkoihin pienenee. Tehtaan automaatiota suunniteltaessa tulee kuitenkin ottaa huomioon sen mahdollisesti synnyttämät riskit. Näitä riskejä syntyy muun muassa erilaisten teknologioiden

yhteensopivuudessa, prosessin häiriötilanteissa, jumittuneen materiaalin poistamisessa sekä työkalujen vaihdossa prosessin aikana. Mahdollisia ihmisten tekemiä virheitä, kuten koneen käynnistämistä huollon aikana, täytyy pyrkiä ehkäisemään. Pitkälle automatisoitu kone vaatii hyvät turvalaitteet, joiden ohittamista ja väärinkäyttöä tulee ehkäistä. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

Prosessin materiaalien välivarastointi tulee suunnitella huolellisesti. Huono varastointi luo tehtaalle riskejä, kuten sokeita pisteitä, jotka saattavat aiheuttaa muun muassa yhteentörmäyksiä trukkien ja jalankulkijoiden välillä. Välivarastointia suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon käytettävien materiaalien laatu ja määrät, eri materiaalien varastointi eri paikoissa, eri komponenttien sijainti ja varastointipaikkojen merkitseminen. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

4.2 Ihmisten ja tavaroiden liikkuminen

Liikkumisen turvallisuuden suunnittelussa on tärkeää, että se on mukana suunnittelussa alusta asti, eikä sitä mietitä vasta, kun layout-suunnitelma on valmis. Raskaita kuormia nostavien nosturien, väkipyörien, köysien ja vajereiden käyttäjien pitää olla koulutettuja käyttämään laitetta. Laitteisiin tulee merkitä niiden maksimikuorma, ja niitä tulee huoltaa ja testata säännöllisesti. Nostamisen suunnittelussa täytyy varmistua, että laitteilla ei nosteta liian raskaita kuormia, kuorma pystytään nostamaan vakaasti, kuormaa ei nosteta vaaraa aiheuttavia reittejä ja kuorma nostetaan sopivalle korkeudelle. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

Trukkiliikenne saattaa aiheuttaa useita vaaratilanteita tuotantolaitoksessa. Laitoksen trukki liikenteen suunnittelussa tulee huomioida, että trukit ohjautuvat eri tavalla niiden kantaessa kuormaa, trukeilla on tarpeeksi tilaa peruuttaa aiheuttamatta vaaratilanteita ja erilaiset liikennemuodot on tehtaalla erotettu toisistaan. Kuljettajien tulee olla koulutettuja ajamaan trukkia kyseisessä laitoksessa, ja myös kokoneiden kuljettajien tulee saada perehdytys heidän siirtyessään osastolta toiselle. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

Tehtaan liikennekaistojen tulee olla tarpeeksi leveitä, ja niiden tulee tuotannon aikana pysyä suunnitellun levyisinä. Tämä tarkoittaa, että koneiden liikkuvien osien ei saa liikkua liikennekaistojen yllä eikä kaistoja tule käyttää välivarastointiin tuotannon aikana. Sujuvaan liikenteeseen kuuluu myös kulkureittien hyvä merkitseminen ja tarpeenmukaisten liikennesääntöjen noudattaminen. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

4.3 Työntekijöiden turvallisuus ja hyvinvointi

Työntekijöille tulee järjestää koulutus työhön ja turvalaitteiden käyttöön, eikä heiltä tule vaatia työsuorituksia, jotka aiheuttavat heille tai muille henkilöille vaaran loukkaantua. Työvoiman hyvinvoinnin kannalta työpisteitä ja tehtäviä on hyvä kierrättää, mutta kierron yhteydessä on varmistuttava, että työntekijä tuntee työpisteen ja prosessin osan mahdolliset riskit. Työntekijöiden täytyy myös pystyä tunnistamaan heidän työpisteessään olevat viat ja puutteet ja toimenpiteet niiden poistamiseksi. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

Työntekijöiden pitää käyttää asiaan kuuluvia suojarusteita. Suojaruustusta suunniteltaessa ensimmäisenä tulee kuitenkin miettiä, onko mahdollinen vaara poistettavissa muuttamalla työympäristöä ennemmin kuin vaatimalla uusia henkilökohtaisia suojarusteita. Prosessin vaaralliset tilanteet, joita ei pystytä poistamaan, tulee tehdä turvallisiksi standardien mukaisilla suojalaitteilla, joiden toiminnan täytyy olla työntekijöille tuttu. Henkilökohtaisten suojarusteiden, hätävarusteiden ja ensiaputarvikkeiden täytyy olla standardien mukaisia ja niiden tulee sijaita paikoilla, jotka ovat kaikille prosessin henkilöille tiedossa ja helposti saatavissa. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

Tehtaalla tulee olla selvästi merkittynä alueet, joilla suojarusteita on pakko käyttää. Merkeistä tulee käydä selväksi, mitä suojarusteita alueilla vaaditaan. Henkilöstölle tulee tehdä selväksi, että suojarusteita vaativilla alueilla kenelläkään ei ole lupaa kulkea ilman suojaruustusta. Suojarusteiden käytön syyt on hyvä tehdä työntekijöille selväksi, ja varusteiden oikeaa käyttöä tulee valvoa. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

Työntekijöiden hyvinvoinnin kannalta eräs tärkeimmistä asioista on työpisteiden ergonomian hyvä suunnittelu. Hyvä ergonomia antaa työntekijälle paremmat edellytykset suoriutua työstään laadukkaasti ja turvallisesti. Työpisteiden suunnittelussa pitää huomioida, että työntekijä riippumatta koostaan pystyy työskentelemään olematta pitkiä aikoja ääriasennoissa tai muuten epämiellyttävissä asennoissa. Lihaksia liikaa rasittavia nostoja tulee välttää tai suorittaa ne laitteilla, jotka vähentävät lihaksiin kohdistuvaa rasitusta. Ergonomisia haittoja syntyy myös pitkäkestoisessa toistuvia liikkeitä sisältävässä työssä. Ergonomiaa voidaan parantaa myös kouluttamalla työntekijät työskentelemään oikeissa asennoissa ja tarjoamalla heille mahdollisuuksia ja ohjeistusta venyttelyyn ja kuntoiluun. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

4.4 Koneiden ja laitteiden huolto

Turvalaitteistoa suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon, että koneen huoltoa suorittavat työntekijät pääsevät käsiksi koneeseen turvallista reittiä. Koneen sisällä täytyy myös olla tarpeeksi tilaa suorittaa huoltotyö. Ennen huoltotyön aloittamista työntekijöiden tulee pystyä tekemään koneesta turvallisesti jännitteetön. Jos kone vaatii huollossaan useampia työntekijöitä, siinä tulisi olla useita virtakatkaisimia vahingossa käynnistymisen ehkäisemiseksi. Erityisesti huoltoon tarkoitettujen alueiden ja tilojen tulee olla vain huoltokäyttöä varten, ja niihin pääsy ulkopuolisilta tulee estää. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

Huoltotöiden tulee olla suunniteltuja ja tuotantolaitoksen turvallisuusvastaavan hyväksymiä. Huoltajien tiedossa täytyy olla, että he eivät saa suorittaa huoltotöitä ilman esimiehen hyväksyntää ja huoltotyön suorittamiseen liittyvää suunnitelmaa, joka alkaa huolto-kohteen turvallisesti tekemisestä. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

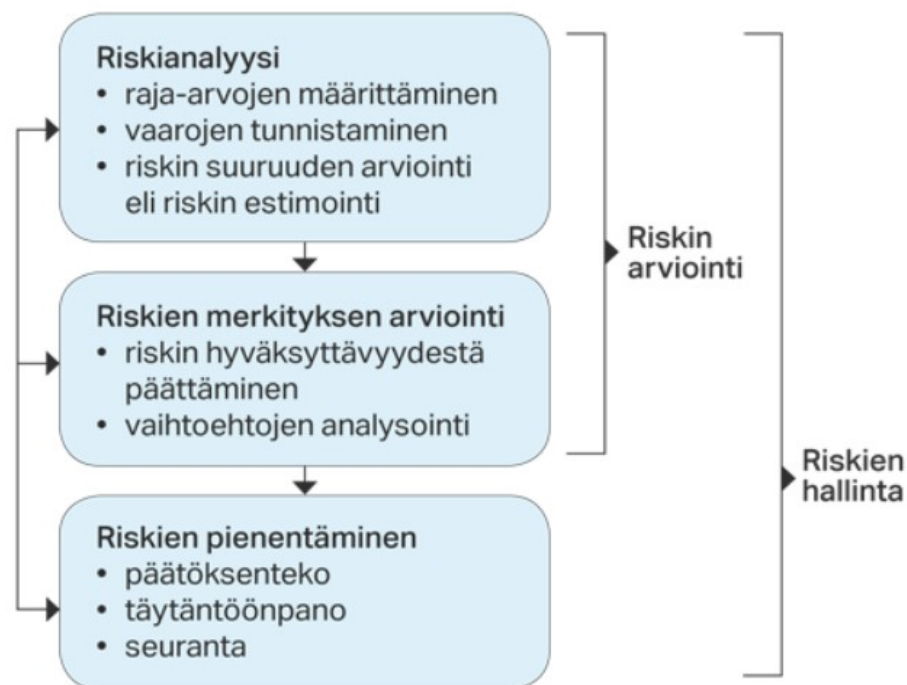
4.5 Työpaikan ympäristö ja olosuhteet

Huonot olosuhteet työpaikalla lisäävät onnettomuusriskiä ja edistävät työperäisten sairauksien syntymistä. Ympäristön tulisi tarjota työntekoon tarvittava valaistus, melun hallinta, lämpötila ja ilmankierto. Nämä asiat tulee ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa, turvallisen ja tehokkaan työskentelyn varmistamiseksi työpaikalla. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

Meluhaittojen ehkäisemiseksi tulee pohtia erilaisia ratkaisuja koneiden ja laitteiden valinnassa ja tarvittaessa määrätä henkilökohtaiset kuulosuojaimet pakolliseksi. Työntekijöiden täytyy myös ymmärtää pitkäaikaisen melulle altistumisen haitat, tunnistaa mahdollisesti haitalliset äänenvoimakkuudet, arvioida omaa altistumistaan melulle ja osata ryhtyä toimiin altistumiselta suojautumiseksi. Tuotantolaitoksen valaistuksen tulee tarjota tarpeeksi valoa turvalliseen työskentelyyn. Valaistuksen täytyy olla tasainen koko tuotantolaitoksessa, ja siinä tulee välttää vilkkuvia valoja, jotka mahdollisesti häikäisevät työntekijöitä aiheuttaen vaaratilanteita. Lämmityksessä tulee välttää suuria ja alhaisia lämpötiloja. (Moatari Kazerouni et al. 2012)

5. RISKIEN HALLINTA

Työturvallisuudessa ja -terveydessä riskien hallinta koostuu vaaroja ja haittoja aiheuttavien tekijöiden tunnistamisesta, tunnistettuihin vaaroihin ja haittoihin liittyvien riskien suuruuksien arvioinnista, toimenpiteiden laatimisesta riskien pienentämiseksi sekä seurannan kautta jatkuvan kehityksen ja parantamisen varmistamisesta. Riskien hallinnan tavoitteena on ehkäistä vaaratilanteiden syntyminen. Riskien hallinnan kulku on esitetty alla olevassa kaaviossa. (Työsuojeluhallinto, Riskien hallinta)

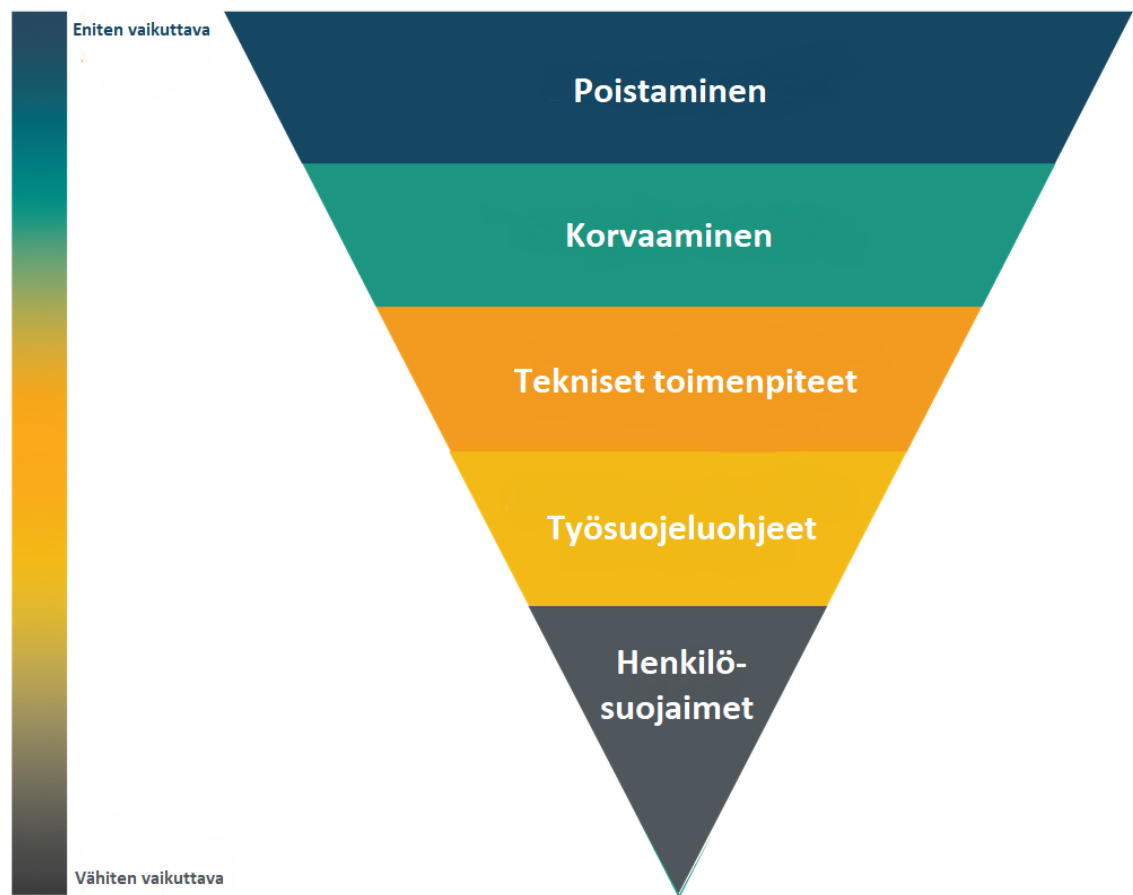


Kuva 1. Riskien hallinta prosessin kulku (Työsuojeluhallinto, Riskien hallinta)

Ensimmäisessä vaiheessa eli riskianalyysissä tavoitteena asettaa raja riskien on hyväksyttävyydelle, tunnistaa työhön liittyvät vaarat sekä arvioida riskin suuruus. Raja tulee asettaa niin, että lain asettamat vaatimukset täyttyvät, mutta yritys voi itse asettaa omat vaatimuksensa korkeammalle. Vaarojen tunnistuksessa vaaditaan kattavaa tietoa työkohteesta, tehtävästä työstä sekä kohteessa vallitsevista olosuhteista. (Murtonen, 2010) Seuraavassa luvussa käsitellään layoutsuunnittelun kannalta erittäin tehokasta vaarojen tunnistus -menetelmää eli simulointia.

Toisessa vaiheessa arvioidaan riskien suuruudet ja verrataan niitä ensimmäisessä vaiheessa asetettuun raja-arvoon hyväksyttävästä riskistä. Riskin suuruus määräytyy vaaran toteutumisen todennäköisyyden ja vaaran aiheuttamien seurausten vakavuuden perusteella. Vaaran todennäköisyys määritetään tapahtuman esiintymistiheyden, tapahtuman keston ja tapaturman ehkäisymahdollisuuksien perusteella. Seurausten vakavuus taas määritetään haitan vakavuuden, laajuuden, keston sekä palautuvuuden perusteella. Kun riskin suuruus on arvioitu, voidaan tehdä päätös riskin merkittävyydestä eli onko riski hyväksyttävällä tasolla vai tarvitaanko sen pienentämiseen toimenpiteitä. (Murtonen, 2010)

Toimenpiteiden tavoitteena on saattaa riski aiemmin hyväksyttävälle tasolle. Toimenpiteitä valittaessa on hyvä noudattaa seuraavassa kuvassa esitettyä hierarkiaa.



Kuva 2. Toimenpiteiden hierarkia (*Optimum safety management*)

Ensimmäisenä vaiheena toimenpiteiden määrittämisessä on vaaran poistaminen. Tässä vaiheessa mietitään toimenpiteitä, joilla vaara- tai haittatekijän synty saadaan kokonaan poistettua. Jos vaaran poistaminen ei ole mahdollista pohditaan, pystytäänkö vaaraa aiheuttava tekijä korvaamaan turvallisemmalla tai vähemmän haitallisella tekijällä. seuraavana vuorossa on teknisten toimenpiteiden ideoiminen. Tekniset toimenpiteet saattavat

olla esimerkiksi rakenteellisia muutoksia tai lisäyksiä koneissa, työpisteissä tai tuotantolaitoksessa, joilla eristetään vaaraa tai haittaa aiheuttava tekijä ihmisistä. Teknisten toimenpiteiden jälkeen pohditaan työsuojeluohjeistuksen rakentamista niin, että ihmiset eivät altistu vaaroille tai haittoille. Jos riskiä ei saada edellä mainitulla tavoilla saatettua hyväksyttävälle tasolle tulee määrätä työntekijöille pakolliseksi käyttää asianmukaisia ja määräykset täyttäviä henkilösuojaimia. (Optimum safety management)

5.1 Työturvallisuuden ja työterveyden simulointi

Digitaalisen suunnittelemisen rooli layoutsuunnittelussa kasvaa jatkuvasti. Ohjelmistojen avulla pystytään mallintamaan koko tuotantoprosessi yksittäisestä työpisteestä ja työntekijästä koko tuotantolaitokseen asti. Valmiista mallista voidaan erilaisten simulaatioiden avulla analysoida mallin vahvuudet ja heikkoudet. Täten tuloksena saadaan simulaatiossa optimaalisesti toimiva ratkaisu, joka voidaan tuoda käytäntöön. Simulaation höydyt eivät rajoitu vain tuotannon optimoimiseen vaan sillä voidaan myös saavuttaa erinomaisia tuloksia työturvallisuuden ja työterveyden edistämiseksi, sillä ongelmakohtat saadaan selville ennen kuin fyysinen laitos on rakennettu. (Zülch & Grieger, 2005)

Täyden tuotantolaitoksen tai linjan simuloinnissa voidaan varmistua tehtaan kulkureittien turvallisuudesta kappaleessa mainittujen kriteerien mukaisesti. Ihmisten ja tavaroiden kulkureittien sekä koneiden liikeratojen mallintamisen yhteydessä voidaan simulaatiossa varmistua, että ihmiset eivät liikkeessaan tuotantolaitoksessa joudu vaaraan, jonka aiheuttaisi esimerkiksi tilanne, jossa jokin koneen osa liikkuu ihmisten tai tavaroiden kulkureitillä koneen toimiessa. Mallinnettaessa työntekijöitä liikkumaan tuotantolaitoksessa saadaan tietoa mahdollisesti vaaraa aiheuttavista näköesteistä laitoksen kulkureiteillä sekä yksittäisillä työpisteillä. Tehdasta simuloidessa saadaan myös tietoa melusta ja valaistuksesta laitoksen eri paikoissa. (Zülch & Grieger, 2005)

Työpisteiden simuloinnissa saadaan työpisteellä olevien työturvallisuusriskien lisäksi paljon tietoa työpisteen ergonomiasta. Työpisteelle asetetaan työntekijää kuvaava malli tekemään työtä kuten oikea työntekijä tekisi. Ihmistä mallintavia malleja rakennetaan simulaatioon useampia edustamaan erikokoisia ihmisiä. Mallin työskennellessä simulaatiossa ohjelma kerää tietoa vaiheista, joissa malli joutuu tekemään töitä epäergonomisissa asennoissa. Käyttämällä tarpeeksi montaa eri kokoista mallia saadaan tietoa, miten työpiste pitäisi järjestellä, missä työpisteellä tarvitaan säädettäviä tasoja hyvän ergonomian varmistamiseksi, sekä tarvitseeko työntekijä työskennellessään apuvälineitä nostamaan tai siirtämään tavaroita työpisteellä. (Zülch & Grieger, 2005)

Ergonomian ja liikkumisen vaaratekijöiden tunnistamisen lisäksi simuloimalla voidaan tunnistaa työpisteet, jotka kuormittuvat eniten tuotannossa. Kaikkein ruuhkautuneimpien työpisteiden työntekijöille saattaa kerääntyä paineita erityisesti työn vaatiessa tarkkuutta. Tämä kasvattaa pisteessä työskentelevän tai työskentelevien kokemaa stressiä, mikä saattaa johtaa työn tuloksen heikkenemiseen, työilmapiirin laskemiseen sekä työntekijän sairastumiseen tai uupumiseen. Kun simuloinnista saadaan tieto kuormittuneista työpisteistä, voidaan tehdä toimenpiteitä kuormituksen helpottamiseksi. (Zülch & Grieger, 2005)

6. PÄÄTELMÄT

Kaikkea ei suunnittelussa pystytä ottamaan huomioon, siksi utopistiseen nolla tapaturmaa -tavoitteeseen ei päästä. Vaikka onnistuttaisiin suunnittelemaan mahdollisimman turvallinen ympäristö, jossain vaiheessa työntekijä loukkaisi itsensä töissä tavalla, joka saattoi olla tunnistettu riskiarviossa tai ei.

Tehokkain tapa vähentää tapaturmia ja työperäisiä sairauksia on korkeatasoinen ja koko organisaation kattava turvallisuuskulttuuri. Jos työntekijät kokevat työpaikkansa turvatomaksi tai epämukavaksi, he eivät tule koskaan omaksumaan korkeatasoista turvallisuuskulttuuria, vaikka sitä organisaation ylemmiltä tasoilta kovaankin äänen vaadittaisiin. Turvalliseksi suunnitellun layoutin pohjalta on helppo alkaa rakentamaan yritykseen korkeaa turvallisuuskulttuuria, jonka pohjalta voidaan lähestyä nollaa tapaturmaa.

7. YHTEENVETO

Työturvallisuudesta ja -terveydestä huolehtiminen on työnantajalle lain asettama velvoite. Laillisen velvoitteen lisäksi niihin panostamisesta saadaan myös liiketoiminnallisia hyötyjä, sillä työperäiset sairaudet ja työtapaturmat ovat yritykselle erittäin kalliita. Terve ja turvalliseksi olonsa työntekijä myös sitoutuu yrityksen toimintaan ja työskentelee tehokkaasti. Hyvä työsuojelu avaa myös yritykselle uusia markkinoita parantaen yrityksen brändiä.

Huomioimalla työturvallisuuden ja -terveyden jo aikaisessa vaiheessa säästytään puutteellisesta suunnittelusta seuraavista muutuskustannuksista. Tämän vuoksi jo tehtaan layoutia suunnitellessa materiaalin virtojen optimoinnin lisäksi on huomioitava minimissään lain asettamat vaatimukset työsuojelulle. Yrityksen on kuitenkin hyvä asettaa oma työsuojelunsa taso korkeammalle kuin vaaditut minimi.

Vaarojen poistaminen ja minimoiminen tehdään riskien hallinnan avulla. Riskien hallinnassa tärkeää on laaja ja asiantunteva tietämys tehtävästä työstä, jotta työhön liittyvät vaarat saadaan mahdollisimman tunnistettua mahdollisimman kattavasti. Erinomainen tapa tunnistaa vaaroja on simulointi. Vaarojen tunnistuksen jälkeen vaarasta aiheutuvan riskin suuruus ja toimenpiteet riskin saattamiseksi hyväksyttävälle tasolle.

LÄHTEET

Haverila, M., Uusi-rauva, E., Kouri, I. and Miettinen, A., (2005). Teollisuustalous. Infacs Oy.

Moatari Kazerouni, A., Agard, B. and Chinniah, Y., (2012). A Guideline for Occupational Health and Safety Considerations in Facilities Planning. Department of Mathematical and Industrial Engineering, École Polytechnique de Montréal – Canada

Työturvallisuuslaki L 23.8.2002/738, (2003) Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2002/20020738>.

Laitinen, H., Vuorinen, M., Simola, A., (2009). Työturvallisuuden ja -terveyden kehittäminen ja johtaminen. Tietosanoma Oy.

Zülch, G., Grieger, T. Modelling of occupational health and safety aspects in the Digital Factory, Computers in Industry, Volume 56, Issue 4, 2005, Pages 384-392, Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2005.01.005>.

Työsuojeluhallinto, Työtaturmat, saatavissa: <https://www.tyosuojelu.fi/tyoterveys-ja-tapaturmat/tyotaturmat>. Viitattu 8.5.2019

Työsuojeluhallinto, Riskien hallinta, saatavissa: <https://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/vaarojen-arviointi/riskien-hallinta>. Viitattu 8.5.2019

Murtonen, M., (2010) Riskien arviointi työpaikalla -työkirja, saatavissa: https://tkk.fi/files/2941/Riskien_arviointi_tyopaikalla_tyokirja_22052015_kerttuli.pdf

Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto, (2008), Hyvän työsuojelun liiketoiminnalliset edut. Saatavissa: https://osha.europa.eu/fi/node/6914/file_view

Optimum safety management. Hierarchy of Controls – Respiratory Protection. Saatavissa: <https://www.oshasafetymanagement.com/blog/hierarchy-of-controls-respiratory-protection/>. Viitattu. 9.5.2019