



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

Elementtilinjan hätäpysäytystoimintojen uudelleenjärjestelyn suunnittelu



TEKIJÄ/T:

Olli Pekkarinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Olli Pekkarinen	
Työn nimi Elementtilinjan hätäpysäytys toimintojen uudelleenjärjestelyn suunnittelu.	
Päiväys 28.04.2021	Sivumäärä/Liitteet 39
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Lapwall Oy	
Tiivistelmä <p>Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin mahdollisuutta muuttaa elementtilinjan hätäpysäytysvyöhykejakoja koko linjan kattavasta piiristä kolmeen eri vyöhykkeeseen. Nykytilanteessa pysähdyksien aiheuttajan sekä vian paikantaminen on erittäin hankalaa ja linja saattaa olla pysähdyksissä vikatilanteessa jopa useamman tunnin. Pilkkomalla linjakohtainen hätäpysäytysvyöhyke useampaan eri vyöhykkeeseen häiriön tullessa päälle linja ei pysähdy kokonaisuudessaan vaan kyseisen vyöhykkeen sisällä olevat toimilaitteet. Työ oli kehitystyö, joka ottaa kantaa, miten ja millä tavalla muutokset ovat tehtävissä. Lisäksi työssä on tilastoitu hätäpysäytyspainikkeiden vahinkopainalluksia sekä ideoitu niiden sijoitteluun liittyviä asioita ja tehty muutosehdotuksia.</p> <p>Opinnäytetyön tekeminen alkoi tutustumalla työtä koskeviin asioihin Pyhännän tehtailla. Työ eteni teorianäyttöä tutkimalla sekä soveltamalla sitä työhön. Työssä valinnat on perusteltu standardien esittämien määräysten mukaan.</p> <p>Lopputuloksena saatiin linjan vyöhykejaon suunnittelu ja ohjeistus, miten se toteutetaan. Lisäksi työssä analysoitiin linjan hätäpysäytysten syitä sekä ehdotettiin ratkaisuja niiden välttämiseksi.</p>	
Avainsanat Puulementti, Hätäpysäytys, Hätäpysäytysvyöhyke, Elementtilinja	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering	
Author(s) Olli Pekkarinen	
Title of Thesis Rearrangement Plan for the Emergency Stop Function of the Element Production Line	
Date April 28, 2021	Pages/Appendices 39
Client Organisation /Partners Lapwall Oy	
<p>Abstract</p> <p>In this thesis the aim was to inspect the possibility to make changes to the emergency stop zone divisions of an element production line. The thesis was commissioned by Lapwall Oy. The intention was to modify the existing all-encompassing zone division into three independent emergency-stop zones. In the present situation, determining the causes for the stops, as well as fault location are extremely difficult. The line may be at a standstill for several hours before the fault is located. By splitting the emergency-stop zone that includes the whole production line into three different zones, in the event of a fault, the whole production line does not have to stop completely, rather only one of the three zones will be at a halt. This is done according to safety standards and regulations. The work was developmental work, the aim was to determine how these changes can be implemented. Also, accidental activation of an emergency stop button, their locations and suggestions for improvement are discussed in the study.</p> <p>The thesis was started by getting to know the subject of work at the Pyhäntä factories. The work progressed from this by studying theoretical knowledge and adapting it to the work. The choices in the work are justified according to the regulations of the standards.</p> <p>As a result, the plan and guidelines were completed, and they show how to divide the emergency stop zones and how to implement this plan. Also causes for emergency stops were analysed and improvement suggestions to minimize gratuitous emergency stoppages were made.</p>	
<p>Keywords</p> <p>Wooden element, emergency stop, emergency stop zone, element line</p>	

ESIPUHE

Opinnäytetyön tekeminen on ollut opillisesti antoisaa. Työ on avannut minulle paljon uusia näkökulmia Insinööriyöskentelystä. Työssä ovat mukana Lapwall Oy:n Pyhännän tuotantolaitos yhteistyössä Savonia ammattikorkeakoulun Kuopion yksikön kanssa. Kiitän työstäni Savonia-ammattikorkeakoulua ja Lapwall Oy, sekä kaikkia työssä auttaneita. Erityisesti kiitoksen ansaitsee työnjohtaja Arto Liuha Savonia-amk:sta, sekä Jaakko Myllykoski ja Henri Lustig Lapwall Oy:sta.

SISÄLTÖ

TERMEJÄ JA MÄÄRITELMIÄ.....	6
1 JOHDANTO.....	14
2 HÄTÄPYSÄYTYSERUSTEET	15
2.1 Ohjausjärjestelmä	15
2.2 Häätöpusäytystoiminto	15
2.3 Häätöpusäytyslaitte	16
2.4 Turvarele.....	17
2.5 Turvalogiikka	18
2.6 Häätöpusäytysvyöhyke.....	18
3 RISKIARVIO	20
3.1 Raja-arvojen määrittäminen	20
3.2 Riskien suuruuden arviointi.....	21
3.3 Riskin merkityksen arviointi	22
3.4 Riskien tunnistaminen ja menetelmät	22
3.5 Riskin pienentäminen	23
3.6 Suojusten ja turvalaitteiden valinta ja käyttöön soveltaminen	27
3.7 Riskin arvioinnin ja riskin pienentämisen asiakirjat	27
4 HÄTÄPYSÄYTYSPIIRI JA VYÖHYKEJAKO	28
4.1 Nykyinen häätöpusäytyspiiri.....	28
4.2 Elementtilinjan vyöhykejako	29
4.3 Häätöpusäytyspainikkeet	30
4.4 Elementtilinjan turvapiirien turvareleet	30
5 ELEMENTTILINJA.....	31
5.1 Kuvaus elementtilinjan toiminnasta	31
5.2 Elementtilinjan katkokset.....	32
5.3 Häätöpusäytyslaitteen sijoittelu.....	33
6 TYÖN TULOKSET JA YHTEENVETO	37
7 LÄHDELUETTELO	38

TERMEJÄ JA MÄÄRITELMIÄ

Kone

- Toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmä, jossa on tai joka on tarkoitettu varustettavaksi voimansiirtojärjestelmällä ja jossa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva ja joka on kokoonpantu erityistä toimintoa varten.

Termillä "kone" tarkoitetaan myös koneyhdistelmiä, jotka on järjestetty ja ohjattu toimimaan yhtenä kokonaisuutena tietyn päämäärän saavuttamiseksi.

Luotettavuus

- Koneen tai sen osan tai laitteen kyky suorittaa vaadittu toiminto vikaantumatta määritellyissä olosuhteissa ja annetun ajan.

Kunnossapidettävyys

- Koneen ominaisuus olla pidettävissä sellaisessa kunnossa tai palautettavissa sellaiseen kuntoon, jossa se voi suorittaa toimintonsa tarkoitetun käytön mukaisissa olosuhteissa, kun tarpeelliset toimet (kunnossapito) toteutetaan määritellyllä tavalla ja käyttäen määriteltyjä välineitä.

Käytettävyys

- Koneen ominaisuus olla helposti käytettävissä mm. niiden ominaisuuksien tai piirteiden ansiosta, jotka tekevät sen toiminnan (toimintojen) ymmärtämisen helpoksi.

Vahinko

- Fyysinen vamma tai terveyshaitta.

Vaara

[Vaaratekijä]

- Vahingon mahdollinen lähde.

Termin "vaara" yhteydessä voidaan käyttää määritettä täsmentämään sen alkuperää (esim. mekaaninen vaara, sähköstä johtuva vaara) tai mahdollisen vahingon luonnetta (esim. sähköiskun vaara, viiltovaara, tulipalon vaara).

Tässä määritelmässä tarkoitettu vaara.

- On joko pysyvästi läsnä koneen tarkoitetun käytön aikana (esim. vaarallisten liikkuvien osien liike), tai
- Voi ilmaantua odottamatta (esim. räjähdys, tarkoittamattoman tai odottamattoman käynnistymisen seurauksena aiheutuva puristumisvaara, rikkoutumisen seurauksena aiheutuva sinkoutuminen, kiihdyttämisestä tai jarruttamisesta aiheutuva putoaminen).

Merkittävä vaara

[Merkittävä vaaratekijä]

- Ominaiseksi vaaraksi tunnistettu vaara, joka edellyttää suunnittelijan erityisiä toimenpiteitä riskin poistamiseksi tai pienentämiseksi riskin arvioinnin mukaisesti.

Tämä termi sisältyy B- ja C-tyypin standardien perusterminologiaan.

Vaarallinen tapahtuma

- Tapahtuma, joka voi aiheuttaa vahingon.

Vaarallinen tapahtuma voi esiintyä lyhyt- tai pitkäaikaisesti.

Vaaratilanne

- Olosuhde, jossa henkilö altistuu vähintään yhdelle vaaralle.

Altistuminen voi aiheuttaa vahingon välittömästi tai tietyn ajan kuluttua.

Vaaravyöhyke

- Mikä tahansa koneessa ja/tai sen ympärillä oleva tila, jossa henkilö voi altistua vaaralle.

Riski

- Vahingon esiintymistodennäköisyyden ja kyseisen vahingon vakavuuden yhdistelmä.

Jäännösriski

- Suojaustoimenpiteiden toteuttamisen jälkeen jäljelle jäävä riski.

Tämä kansainvälinen standardi (SFS-EN ISO 12100) erottaa toisistaan

- Suunnittelijan toteuttamien suojaustoimenpiteiden jälkeisen jäännösriskin.
- Kaikkien toimeenpantujen suojaustoimenpiteiden jälkeisen jäännösriskin.

Riskin suuruuden arviointi

- Vahingon todennäköisen vakavuuden ja sen esiintymistodennäköisyyden määrittäminen.

Riskianalyysi

- Koneen raja-arvojen määrittelyn, vaarojen tunnistamisen ja riskin suuruuden arvioinnin muodostama kokonaisuus.

Riskin merkityksen arviointi

- Riskianalyysin perusteella tehtävä päätös siitä, onko riskin pienentämisen tavoitteet saavutettu.

Riskin arviointi

- Riskianalyysin ja riskin merkityksen arvioinnin käsittävä kokonaisprosessi.

Riittävä riskin pienentäminen

- Vähintään lakisääteisten vaatimusten mukainen riskin pienentäminen ottaen huomioon senhetkinen tekniikan taso.

Suojaustoimenpide [turvallisuustoimenpide]

Riskin pienentämisen aikaansaamiseksi tarkoitettu toimenpide, jonka toteuttaa.

- Suunnittelija (luontaisesti turvalliset suunnittelutoimenpiteet, suojaustekniset toimenpiteet ja täydentävät suojaustoimenpiteet, käyttöä koskevat tiedot) ja/tai
- Hyödyntäjä (organisointi: turvalliset työmenetelmät, valvonta, luvanvaraiset työt; muiden suojausteknisten laitteiden hankkiminen ja käyttö; henkilösuojainten käyttö; koulutus).

Luontaisesti turvallinen suunnittelutoimenpide

- Suojaustoimenpide, joka joko poistaa vaarat tai pienentää vaaroihin liittyviä riskejä muuttamalla koneen rakennetta tai toiminnallisia piirteitä ilman, että käytetään suojuksia tai turvalaitteita.

Suojaustekninen toimenpide

[Turvallisuustekninen toimenpide]

- Suojaustoimenpide, jossa käytetään suojausteknisiä laitteita suojaamaan henkilöitä vaaroilta, joita ei voida kohtuudella poistaa tai riskeiltä, joita ei voida riittävästi pienentää luontaisesti turvallisilla suunnittelutoimenpiteillä.

Käyttöä koskevat tiedot

- Suojaustoimenpide, joka koostuu itsenäisesti tai yhdistelminä käytettävistä tiedonvälitysmenetelmistä (esim. teksti, sanat, kilvet, signaalit, symbolit, kaaviot) tiedon välittämiseksi hyödyntäjälle1).

Tarkoitettu käyttö

- Koneen käyttö käyttöohjeissa esitettävän tiedon mukaisesti.

Kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö

- Koneen käyttö tavalla, jota suunnittelija ei ole tarkoittanut, mutta joka voi aiheutua helposti ennakoitavissa olevasta inhimillisestä käyttäytymisestä.

Tehtävä

- Yhden tai useamman henkilön suorittama erityinen toiminta koneella tai sen läheisyydessä koneen elinkaaren kuluessa.

Suojaustekninen laite

- [Turvallisuustekninen laite] suojus tai turvalaite.

Suojus

- Koneen osaksi suunniteltu suojauksesta huolehtiva fyysinen este.

Suojus voi vaikuttaa joko

- Yksin, tässä tapauksessa se suojaa vain ollessaan kiinni (kun kyseessä on avattava suojus) tai ollessaan "paikalleen kiinnitettynä" (kun kyseessä on kiinteä suojus), tai
- Yhdessä joko ilman suojuksen lukintaa olevan kytkentälaitteen tai suojuksen lukinnalla varustetun kytkentälaitteen kanssa; tällöin suojaus on varmistettu missä tahansa suojuksen asennossa.

Rakenteensa mukaisesti suojusta voidaan nimittää esim. koteloksi, suojavaipaksi, kanneksi, verkoksi, oveksi, ympäröiväksi suojukseksi.

Kiinteä suojus

- Suojus, joka on kiinnitetty sellaisella tavalla (esim. ruuveilla, muttereilla, hitsaamalla), että se voidaan avata tai poistaa vain käyttämällä työkaluja tai rikkomalla kiinnitystapa.

Avattava suojus

- Suojus, joka voidaan avata ilman työkaluja.

Aseteltava suojus

- Kiinteä tai avattava suojus, joka on kokonaan aseteltavissa tai johon kuuluu aseteltava osa (osia).

Toimintaan kytketty suojus

Suojus, joka on varustettu toimintaan kytkentälaitteella siten, että seuraava toiminnallisuus saadaan aikaan yhdessä koneen ohjausjärjestelmän kanssa.

- Suojuksen vaikutusalaan kuuluvia koneen vaarallisia toimintoja ei voida suorittaa ennen kuin suojus on kiinni.
- Jos suojus avataan koneen vaarallisten toimintojen aikana, aikaansaadaan pysäytyskäsky.
- Kun suojus on kiinni, sen vaikutusalaan kuuluvat koneen vaaralliset toiminnot voidaan suorittaa (itse suojuksen sulkeminen ei käynnistä koneen vaarallisia toimintoja).

Lukinnalla varustettu toimintaan kytketty suojus

Suojus, joka on varustettu toimintaan kytkentälaitteella ja suojuksen lukintalaitteella siten, että seuraava toiminnallisuus saadaan aikaan yhdessä koneen ohjausjärjestelmän kanssa.

- Suojuksen vaikutusalaan kuuluvia koneen vaarallisia toimintoja ei voida suorittaa ennen kuin suojus on kiinni ja lukittu.
- Suojus pysyy kiinni ja lukittuna kunnes suojuksen vaikutusalaan kuuluvista koneen vaarallista toiminnoista johtuvat riskit ovat poistuneet.
- Kun suojus on kiinni ja lukittu, sen vaikutusalaan kuuluvat koneen vaaralliset toiminnot voidaan suorittaa (itse suojuksen sulkeminen ja lukitseminen eivät käynnistä koneen vaarallisia toimintoja).

Tunnistava turvalaite**SPE**

- Henkilön tai henkilön kehon osan havaitseva laite, joka aikaansaa ohjausjärjestelmään asianmukaisen signaalin havaittuihin henkilöihin kohdistuvan riskin pienentämiseksi.

Signaali voidaan aikaansaada, kun henkilö tai tämän kehon osa ylittää ennalta määritetyn rajan.

- Esim. astuu vaaravyöhykkeelle
- (Lähestymispysäytys) tai kun henkilö havaitaan ennalta määritetyllä vyöhykkeellä (läsnäolon tunnistus) tai molemmissa edellä mainittavista tapauksissa.

Aktiivinen valosähköinen turvalaite

AOPD

- Laite, jonka tunnistustoimintoa suorittavat säteilevät ja vastaanottavat valosähköiset elementit, jotka havaitsevat laitteen aikaansaaman optisen säteilyn häiriöt, joita havaitsemisvyöhykkeellä olevan valoa läpäisemättömän kohteen läsnäolo aiheuttaa.

Rajoitin

Rajoitinlaite

- Laite, joka estää konetta tai koneen vaarallista toimintatilaa (toimintatiloja) ylittämästä suunniteltua rajaa (tilarajaa, painerajaa, kuormamomentin rajaa, jne.).

Pääsyn rajoitin

- Mikä tahansa fyysinen este (matala este, kaide, jne.), joka ei täysin estä pääsyä vaaravyöhykkeelle mutta joka pienentää tälle vyöhykkeelle pääsyn todennäköisyyttä muodostamalla esteen vapaalle pääsulle.

Turvatoiminto

- Koneen toiminto, jonka vikaantuminen voi aiheuttaa välittömän riskin (riskien) kasvamisen.

Vaarallinen vikaantuminen

- Mikä tahansa koneen tai sen tehonsyötön toimintahäiriö, joka suurentaa riskiä.

Vika(tila)

- Kohteen tila, jolle on tunnusomaista kyvyttömyys suorittaa vaadittua toimintoa, lukuun ottamatta ennalta ehkäisevästä kunnossapidosta, muista suunnitelluista toimista tai ulkoisten resurssien puuttumisesta aiheutuvaa toimintakyvyttömyyttä.

Vika aiheutuu usein itse kohteen vikaantumisesta, mutta voi olla olemassa ilman aikaisempaa vikaantumista.

Käytännössä termejä "vika" ja "vikaantuminen" käytetään usein synonyymeinä.

Vikaantuminen

- Kohteen kyky suorittaa vaadittua toimintoa loppuu.
 - Vikaantumisen jälkeen kohteessa on vika.
 - "Vikaantuminen" on tapahtuma, kun taas "vika" on tila.
 - Käsite näin määriteltynä ei koske kohteita, jotka koostuvat pelkästään ohjelmistosta.

Toimintahäiriö

Virhetoiminto

- Koneen kykenemättömyys suorittaa tarkoitettua toimintoa.

Hätätilanne

- Vaaratilanne, joka on kiireisesti lopetettava tai torjuttava.

Hätätilanne voi ilmaantua

- Koneen normaalitoiminnan aikana (esim. johtuen ihmisen vuorovaikutuksesta tai ulkoisten vaikutusten tuloksena), tai
- Minkä tahansa koneen osan toimintahäiriön tai vikaantumisen seurauksena.

Hätätoiminto

- Kaikki toimet ja toiminnot, joiden tarkoituksena on lopettaa tai torjua hätätilanne.

Hätäpysäytys

Hätäpysäytystoiminto

- Toiminto, jonka tarkoituksena on: torjua uhkaavia tai pienentää olemassa olevia henkilöihin kohdistuvia vaaroja ja koneisiin tai meneillään olevaan työprosessiin kohdistuvaa vahinkoa käynnistystä yhdellä ihmisen suorittamalla toimenpiteellä.

Hätäpysäytyslaitteisto

- Turvallisuuteen liittyvä ohjausjärjestelmän osa, joka suorittaa hätäpysäytystoiminnon.
 - Hätäpysäytyslaitteisto jaetaan tavallisesti tulo-, käsittely- ja lähtöosiin.

Hätäpysäytyslaite

- Hätäpysäytystoiminnon käynnistävä käsin vaikutettava hallintaelin.

Toimilaite, koneen toimilaite

- Liikkeen aikaansaamiseksi käytettävä koneen tehomekanismi.

Esimerkkejä koneen toimilaitteesta ovat moottori, solenoidi, pneumaattinen tai hydraulinen sylinteri.

Turvatoiminto

- Koneen toiminto, jonka vikaantuminen voi aiheuttaa välittömän riskin (riskien) kasvamisen.

Hätäpysäytysvyöhyke

- Ennalta määritetty koneen alue, johon tietty hätäpysäyslaite (-laitteet) vaikuttaa.

Suojakaulus

- Mekaaninen laite, joka vähentää hätäpysäytyslaitteeseen vahingossa vaikuttamisen mahdollisuutta.

Hätätilanne

- Vaaratilanne, joka on kiireisesti lopetettava tai estettävä.

Hätätilanne voi syntyä koneen normaalitoiminnan aikana (esim. johtuen ihmisen toiminnasta tai ulkoisten vaikutusten tuloksena), tai minkä tahansa koneen osan toimintahäiriön tai vikaantumisen seurauksena.

Käyttäjän ohjauspaikka

- Yhden tai useamman samaan ohjaustauluun kiinnitetyn tai samaan koteloon sijoitetun hallintaelimen kokoonpano.

PL = Vaadittava suoritustaso.

SIL = Turvallisuuden eheyden taso

PLr = vähimmäisvaatimus

(Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015), (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

1 JOHDANTO

Työn aiheena on hätäpysäytyspiirin pilkkominen koko linjan kattavasta piiristä useampaan eri vyöhykkeeseen. Työ käsittelee työhön liittyviä teorioita ja standardeja, sekä siinä pureudutaan ratkaisuun olemassa olevia ongelmakohtia.

Työ tehdään elementtilinja 1:lle, joka on kapasiteetiltaan tehtaan suurin tuotantolinja. Linjalla valmistetaan seinäelementtiä noin 100 metriä 8 tunnin vuorossa. Elementit voivat olla maksimissaan 3,8 metriä korkeita ja pituus saa olla enintään 12,45 metriä.

Tehtaaseen ja sen toimintaan olen aikaisemmin tutustunut tekemässäni erikoistumisprojektissa, jolloin tutustuin tehtaan tuotantoprosessiin- ja heidän toimintakulttuuriinsa. Insinööriyön aiheeni syntyi kiinnostuksestani tehtaaseen. Aiheen valintaan vaikutti myös tuotannolliset toiminnot sekä niiden kehitystyö. Heillä oli selvä kohde mitä lähdetään parantamaan ja kehittämään, joten oli työn valinta helppoa. Olemassa olevan hätäpysäytysjärjestelmän ongelma on, että linjan hätäpysäytysvyöhyke on koko linjan kattava. Vian tulesa päälle, tai hätäpysäytyspainike aktivoitaessa, linja pysähtyy kokonaisuudessaan.

Työn tarkoituksena on arvioida linjan hätäpysäytysvyöhykkeiden uudelleen jakoa niin, että hätäseispaikoiden vaikutusalue rajataan mahdollisimman pieniin vyöhykkeisiin, jolloin hätäseispaikoiden aktivoitaessa- tai johdon/komponentin rikkoutuessa koko linjan ei tarvitsisi pysähtyä. Lisäksi työssä tutkitaan hätäpysäytyspaikoiden vahinkoaktivointien syitä ja ehdotetaan niihin ratkaisuja. Asiaa tutkitaan tilastoimalla tietyllä aikajaksolla tapahtuvat linjan pysähdykset, kestot ja syyt. Linjan sähköpiirustusten ja koneturvallisuusstandardien avulla on tarkoitus löytää ratkaisu ongelmiin.

Työn tavoitteena on saada suunnitelma hätäpysäytysvyöhykkeiden uudelleenjaosta, jossa on huomioitu henkilöturvallisuuteen liittyvät asiat ja noudatettu laki- ja standardimääräyksiä. Sähkökaavioiden muutoksista ja riskiarvion tekemisestä vastaa työntilaja.

Yhteistyökumppanit

Yhteistyökumppaneina työssä toimivat Savonia-amk:n Kuopion toimipiste, sekä Lapwall Oy:n Pyhännän tuotantolaitos.

Lapwall Oy on vuonna 2011 perustettu yritys. Yrityksen päätoimialue on puuelementtirakentaminen. Lapwall:n yrityskompleksiin kuuluu Pyhännän tuotantolaitos, jossa valmistetaan seinäelementtejä, sekä Pälkäneellä sijaitseva kattoelementtitehdas.

Lapwall LEKO® elementit on patentoitu heidän omaan käyttöönsä. Pyhännän tuotantolaitoksen kapasiteetti on noin 300 000 m² valmista seinäelementtiä vuodessa. Valmistettavia tuotteita yli 50kpl. Tuotantotilat ja varastot noin 30 000 m².

2 HÄTÄPYSÄYTYSPERUSTEET

Tässä luvussa on käsitelty teorioita ja standardien määrittelemiä vaatimuksia hätäpysäytystoimintoihin ja termistöön liittyen. Ohjausjärjestelmät ovat olennainen osa nykyaikaisten koneiden turvallisen käytön varmistamisessa. Luvussa avataan muutamia työhön olennaisesti liittyviä termejä ja määritelmiä. Niitä ovat ohjausjärjestelmä, hätäpysäytystoiminto, hätäpysäytyslaite, turvarele, turvalogiikka ja hätäpysäytysvyöhyke. Lähteinä luvussa on käytetty standardia SFS-EN ISO 13850, Koneturvallisuuden käsikirjaa sekä VTT:n tiedotteita.

2.1 Ohjausjärjestelmä

Ohjausjärjestelmät huolehtivat koneen tarkoitetusta käytöstä ja käyttäytymisestä sekä niillä on suuri rooli koneen turvallisuuden varmistamisessa. Ohjausjärjestelmien suunnittelu koneasetuksen mukaan on tehtävä niin, että ne estävät vaaratilanteiden syntymisen.

Ohjausjärjestelmien vaatimuksista koneturvallisuuden käsikirja kertoo seuraavaa: *"järjestelmä pysyy toteuttamaan kaikki tarpeelliset turvatoiminnot (esim. koneen pysäyttämisen) aina, kun toimintoa tarvitaan; Järjestelmien rakenneosat kestävät tarkoitetut käyttörasitukset (esim. koskettimien avautumisen ja sulkeutumisen taajuus ja kokonaismäärä) ja ulkoiset vaatimukset (esim. lämpötila, tärinä ja sähkömagneettiset kentät); ohjausjärjestelmän laitteistossa oleva vika tai ohjelmistossa tai ohjausjärjestelmän logiikassa oleva virhe ei aiheuta vaara tilanteita; kohtuudella ennakoitavissa oleva inhimillinen erehdys käytön aikana (esimerkiksi väärän hallintaelimen käyttäminen tai virheellisen arvон asettaminen ohjelmaan) ei aiheuta vaara tilanteita"*. (Tapio Siirilä & Katri Tytykoski, 2016)

Laajojen ohjausjärjestelmien ymmärtäminen piirikaavioista on hidasta niiden monimutkaisuudesta johtuen. Ohjausjärjestelmien monimutkaisuutta lisää erityisesti turvatoimintojen varmistukset, jotka eivät vaikuta ohjausjärjestelmien normaaliin toimintaan. Turvatoimintojen varmistukset ovat tarkoitettu vika ja erikoistilanteiden varalle.

Eryityisesti muutostilanteissa on hyvä ymmärtää vanhan järjestelmän turvatoimintojen varmistuksista, jotta uuteen järjestelmään pystytäisiin sulauttamaan vastaavat varmistukset, kuin olemassa olevaan järjestelmään. (Timo Malm & Maarit Kivipuro, 2004)

2.2 Hätäpysäytystoiminto

Hätäpysäytyspainikkeet, valoverhot, ja vaijerit ovat välttämättömiä tietyillä alueilla. Tällä minimoidaan riskit työntekijöiden joutumisesta puristuksiin tai liikkuvien osien kanssa kontaktiin prosessin aikana. Aiheesta kerrotaan koneturvallisuusstandardin SFS-EN ISO 13850 luvussa 3.1, joka määrittelee hätäpysäytystoiminnon: *"Toiminto, jonka tarkoituksena on torjua uhkaavia tai pienentää olemassa olevia henkilöihin kohdistuvia vaaroja ja koneisiin tai meneillään olevaan työprosessiin kohdistuvaa vahinkoa."* Luku 3.1 jatkaa: *"Käynnistyä yhdellä ihmisen suorittamalla toimenpiteellä."* (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

Hätäpysäytystoiminnon saatavilla olosta ja toimintakunnon säädöksistä kerrotaan standardin SFS-EN ISO 13850, josta on luvussa 4.1.1.2: *"Hätäpysäytystoiminnon on oltava saatavilla ja toimintakunnonssa koko ajan. Sen on oltava koneen kaikkien toimintatapojen aikana ensisijainen muihin toimintoihin ja käyttötoimenpiteisiin nähden heikentämättä muita suojaavia toimintoja (esim. loukkuun jääneiden henkilöiden vapauttaminen, palontorjunta)." Luku 4.1.1.2 jatkaa: "Kun hätäpysäytystoiminto käynnistetään, on sen pysyttävä käynnissä, kunnes se kuitataan käsikäyttöisesti lisäksi mikään hätäpysäytystoiminnon pysäyttämien toimintojen käynnistyskäsky ei saa aiheuttaa käynnistymistä."* (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

Hätäpysäytystoiminnon tarkoituksesta ja turvavaatimuksista kerrotaan standardin SFS-EN ISO 13850 luvussa 4.1.1.1 seuraavasti: *"Hätäpysäytystoiminnon tarkoituksena on torjua henkilöiden käyttäytymisestä tai odottamattomasta vaarallisesta tapahtumasta johtuvat todelliset tai uhkaavat hätätilanteet."* Luku 4.1.1.1 jatkaa: *"Hätäpysäytystoiminto käynnistetään yhdellä ihmisen suorittamalla toimenpiteellä."* (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

Hätäpysäytystoiminnon käynnissä pysymisestä ja toimintavalmiiksi palauttamisesta kerrotaan standardissa SFS-EN ISO 13850, josta on luvussa 4.1.1.2: *"Sen on pysyttävä käynnissä, kunnes se kuitataan käsikäyttöisesti."* Luku 4.1.1.2 jatkaa: *"Mikään hätäpysäytystoiminnon pysäyttämien toimintojen käynnistyskäsky ei saa aiheuttaa käynnistymistä."* Luku 4.1.1.2 jatkaa: *"Hätäpysäytystoiminto on palautettava toimintavalmiiksi ihmisen suorittamalla tarkoituksellisella toimenpiteellä. Hätäpysäytystoiminnon toimintavalmiiksi palauttamisen on tapahduttava vapauttamalla hätäpysäytyslaite lukinnasta. Toimintavalmiiksi palauttaminen ei saa käynnistää konetta."* Luku 4.1.1.2 jatkaa: *"Hätäpysäytystoiminto on suunniteltava siten, että hätäpysäytyslaitteeseen vaikuttamisen jälkeen koneen vaaralliset liikkeet ja toiminnot pysäytetään asianmukaisella tavalla aiheuttamatta lisävaaroja ja ilman muuta toimintaan puuttumista."* (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

2.3 Hätäpysäytyslaite

Hätäpysäytyslaite on standardin SFS-EN ISO 13850 mukaan suunniteltava siten, että se olisi helposti tunnistettavissa ja käytettävissä, sekä päätös hätäpysäytyslaitteeseen vaikuttamisesta ei vaadi otta-
maan huomioon siitä koituvia seurauksia. Hätäpysäytyslaitteen hallintaelimenä voidaan käyttää seuraavia tyyppejä; helposti kämmenellä vaikuttavat painikkeet; narut, köydet ja tangot; käsikahvat; kun muut ratkaisut ovat epäkäytännöllisiä voidaan käyttää jalkapolkimia, joissa ei ole suojakantta. (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

Hätäpysäytyslaitteen sijoittelu on toteutettava siten, että se olisi helposti koneen käyttäjän saatavilla. Hätäpysäytyslaitteen sijoittelusta ja tarpeellisuudesta kerrotaan standardissa SFS-EN ISO 13850, josta on luvussa 4.3.2: *"Jokaisessa käyttäjän ohjauspaikassa, paitsi kun riskinarviointi osoittaa, että se ei ole tarpeen."* Luku 4.3.2 jatkaa: *"Jokaisen riskinarvioinnin kohdassa esim.: koneen sisään- ja ulosmenokohdissa, kohdissa, joissa koneen toimintaan puuttumista tarvitaan esim. pakko-käyttötoiminnolla tehtävät työvaiheet, kaikissa paikoissa, joissa ihmisen ja koneen välistä vuorovaikutusta on odotettavissa koneen rakenteen vuoksi (esimerkiksi lastaus-/ purkualue)." Luku 4.3.2 jatkaa: "Hätäpysäytyslaitteet on sijoitettava siten, että ne ovat suoraan saavutettavissa ja että*

käyttäjää tai muut, joilla voisi olla tarve vaikuttaa niihin, voivat vaikuttaa niihin ilman vaaraa. Häätäpysäytyslaitteen, johon on tarkoitus vaikuttaa kädellä, hallintaelin olisi kiinnitettävä 0,6–1,7 m korkeudelle kulkutasosta (esim. lattiataso, hoitotaso; jalkapolkimet olisi kiinnitettävä kiinteästi suoraan kulkutasoon (esim. lattiataso).” (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)



Kuva 1. Standardin IEC 60417-5638 Häätäpysäytys symboli (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

2.4 Turvarele

Turvareleet ovat olennainen osa nykyaikaista häätäpysäytysjärjestelmää. Turvareleillä saadaan muodostettua yhdessä logiikoiden kanssa hyvin monipuoliset häätäpysäytyspiirit. Releet ovat sähkömekaanisia kytkimiä, joiden pienet ohjausjännitteet kytkvät suurempia jännitteitä ja virtoja.

Johdettaessa releen käämille sähkövirtaa, syntyy siitä magneettikenttä, joka synnyttää mekaanisen liikkeen ja se saa releen kärjen muuttamaan asentoaan. Releiden toiminta perustuu sähkömagneetin aiheuttamaan magneettikenttään. Tästä seuraa, että releen kärki irtoaa tai yhdistyy paikallaan olevien koskettimien kanssa, jolloin myös releen kytkentä muuttuu. Kun releeltä katkaistaan ohjausjännite, releen kärki menee vaikuttamattomaan tilaan.

Turvareleitä käytetään muun muassa häätäpysäytyspainikkeiden, turvaloverhojen, kontaktorien, turvapiirien oikosulkujen ja kuittauksien sekä turvakytkimien ja muiden turvalaitteiden valvontaan. Turvareleillä täytetään koneille ja laitteille asetettuja turvavaatimuksia sekä varmistetaan koneiden pysähdykset ja turvalliset uudelleenkäynnistykset. Turvareleiden yleisiä käyttökohteita ovat prosessiohjaukset, koneet ja laiteyhdistelmät.

Koneiden turvapiirit on toteuttava niin, että mahdolliset viat eivät vaikuta turvallisuuteen. Tällä tarkoitetaan sitä, että vian aktivoituessa turvapiiri menee turvalliseen tilaan. Releitä turvapiireissä käytettäessä, olisi releiden oltava kahdennettuja, syklisesti valvottuja, sekä pakkotoimisilla koskettimilla varustettuja. Kahdennus tarkoittaa sitä, että vian sattuessa turvatoiminnot pysyvät kahdennetulla toiminnolla aiheuttamatta vaarallista vikaa. Releen valvonta tarkoittaa sitä, että kun vika havaitaan, koneen käynnistys ei ole mahdollista ennen kuin vika on korjattu. (Oksanen, 2018)

2.5 Turvalogiikka

Turvalogiikoita hyödyntämällä turvareiden kanssa, saadaan hätäpysäytyspiireistä huomattavasti monipuolisempia. Turvareilla kyetään paljon korkeampaan valvonnan ja suojauksen tasoon, kuin pelkällä hätäpysäytyspainikkeella. Turvareiden kanssa logiikat pystyvät saavuttamaan paremman suojauksen tason. Vertailemalla turvareita logiikkaan saadaan kytkennöistä yksinkertaisempia, ja ohjelmoitavat logiikat mahdollistavat turvatoimintojen määrittelyn huomattavasti monipuolisemmiksi.

Turvalogiikoissa hyödynnetään kahdennusperiaatetta, joka mahdollistaa valvottavien kohteiden tilatietojen monipuolisen valvonnan. Turvalogiikat pystyvät käsittelemään suurempia turvalaitemääriä säilyttäen korkean turvallisuusluokan. Turvalogiikoissa joudutaan luottamaan ohjelmistoihin, siksi turvalogiikat ja ohjelmat pyritään pitämään mahdollisimman yksinkertaisina. (Timo Malm & Maarit Kivipuro, 2004)

2.6 Hätäpysäytysvyöhyke

Saman ohjauksen alla toimivia konejärjestelmiä pidetään koneasetuksessa yhtenä koneena. Järjestelmän turvatoimintojen jakaminen pienempiin osiin on kuitenkin mahdollista, joita nimitetään vyöhykkeiksi. Koneturvallisuuden perustandeissa on kuitenkin ehtoja, jotka tulisi täyttää, jos vyöhykkeisiin jakaminen nähdään tarpeelliseksi. Vyöhykkeisiin jakaminen koskee yleisesti energiansyötöistä erottamista, turvalaitteiden aikaansaamia pysäytyksiä tai hätäpysäytystä. Perusvaatimukset vyöhykkeisiin jakamiselle ovat seuraavat, josta on muun muassa Siirilän ja Tytykosken kirjoittamassa koneturvallisuuden käsikirjassa. Josta on kirjan luvussa 11.5.1: *"Eri vyöhykkeet on osoitettava selvästi ja on oltava ilmiselvää, mitkä koneen osat kuuluvat mihinkin vyöhykkeeseen."* Luku 11.5.1 jatkaa: *"Vastaavasti on oltava ilmiselvää, mitkä ohjauslaitteet (esim. hätäpysäytyslaitteet tai syötönerotuslaitteet) tai turvalaitteet kuuluvat mihinkin vyöhykkeeseen."* Luku 11.5.1 jatkaa: *"Vyöhykkeiden rajapinnat on suunniteltava siten, ettei mikään toisella vyöhykkeellä tapahtuva toiminto aiheuta vaaroja toiselle vyöhykkeelle, joka on pysäytetty siksi, että ihmisten on puututtava toimintaan ja mentävä vaaravyöhykkeelle."* (Tapio Siirilä & Katri Tytykoski, 2016)

Hätäpysäytysvyöhyke on olennainen osa tätä työtä. Nykyinen kokolinjan kattava hätäpysäytyspiiri aiheuttaa tarpeettomia tuotannon pysäytyksiä, joten lähdimme tarkastelemaan mahdollisuutta pilkkoa se osiin. Hätäpysäytyslaitteen toimintaan liittyvistä säädöksistä on kerrottu standardissa SFS-EN ISO 13850, josta on luvussa 4.1.2: *"Jokaisen hätäpysäytyslaitteen aikaansaaman toiminnon on vaikutettava koko koneeseen. Koko koneeseen vaikuttava hätäpysäytystoiminto saattaa poikkeuksellisesti olla soveltumaton, kun esimerkiksi kaikkien toisiinsa kytkettyjen koneiden pysäyttäminen voisi synnyttää lisävaaroja tai vaikuttaa tarpeettomasti tuotantoon."* Luku 4.1.2 jatkaa: *"Hätäpysäytysvyöhyke voi kattaa osan (osia) koneesta, koko koneen tai koneryhmän."* Luku 4.1.2 jatkaa: *"Hätäpysäytysvyöhykkeet voivat olla osittain päällekkäisiä."*

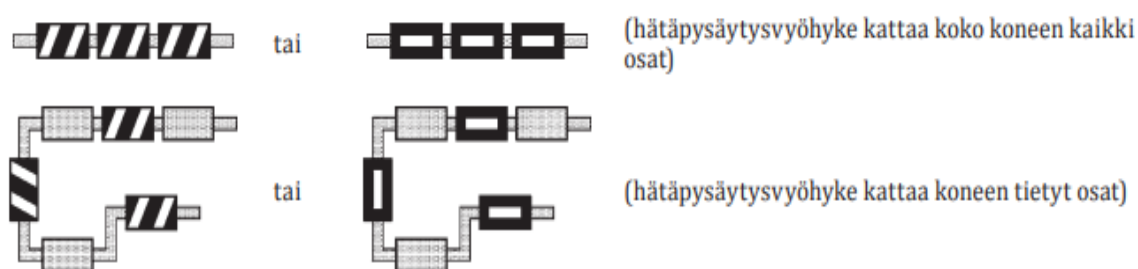
(Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

Hätäpysäytysvyöhykkeet on määritettävä ottamalla huomioon seuraavat asiat, joista kerrotaan standardin SFS-EN ISO 13850 luvussa 4.1.2: *"Koneen fyysinen sijoittelu perustuen koneen näkyvissä oleviin alueisiin."* Luku 4.1.2 jatkaa: *"Mahdollisuus tunnistaa vaaratilanteet (esim. näkyvyys, äänet,*

hajut)." Luku 4.1.2 jatkaa: "Tuotantoprosessiin liittyvät turvallisuusvaikutukset." Luku 4.1.2 jatkaa: "Ennakoitavissa oleva vaaratekijöille altistuminen." Luku 4.1.2 jatkaa: "Mahdolliset lähistöllä olevat vaaratekijät." Luku 4.1.2 jatkaa: "Hätäpysäytyslaitteeseen vaikuttaminen ei saa aiheuttaa lisävaaraa (-vaaroja) tai kasvattaa riskiä (riskejä) millään hätäpysäytysvyöhykkeellä." Luku 4.1.2 jatkaa: "Hätäpysäytyslaitteeseen vaikuttaminen yhdessä hätäpysäytysvyöhykkeessä ei saa estää hätäpysäytystoiminnon käynnistämistä toisessa hätäpysäytysvyöhykkeessä." Luku 4.1.2 jatkaa: "Koneen käyttöä koskevissa tiedoissa on oltava tiedot hätäpysäytyslaitteen vaikutusvyöhykkeestä." (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

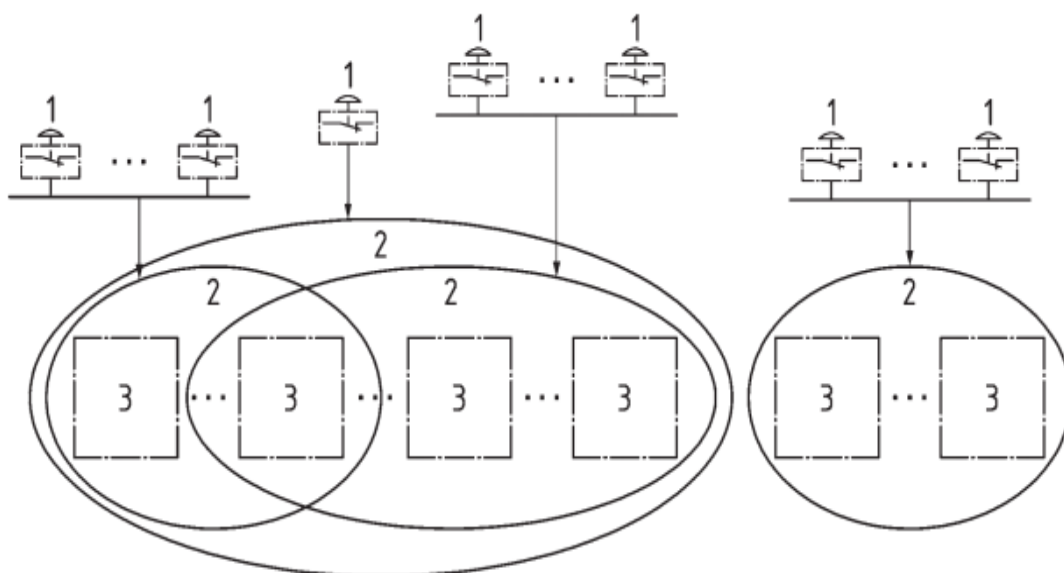
Kun käytetään useampaa kuin yhtä hätäpysäytysvyöhykettä on standardin SFS-EN ISO 13850 mukaan seuraavat vaatimukset täytettävä, jotka on luvussa 4.1.2.1: "Hätäpysäytysvyöhykkeiden on oltava selkeästi määriteltyjä ja tunnistettavia." Luku 4.1.2.1 jatkaa: "Hätäpysäytyslaitteiden on oltava helposti yhdistettävissä hätäpysäytystä vaativaan vaaraa." Luku 4.1.2.1 jatkaa: "Hätäpysäytysvyöhykkeen on oltava tunnistettavissa jokaisen hätäpysäytyslaitteen käyttöpaikalta." (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

Hätäpysäytyslaitteen vaikutusalueen selkeä tunnistettavuus määritellään standardissa SFS-EN ISO 13850, josta on luvussa 4.1.2.1: "Selkeä tunnistettavuus voidaan toteuttaa graafisilla tunnuksilla tai sijoittelulla itsellään. Hätäpysäytyslaitteeseen liittyvien tekstien tai ohjeiden lukemista tai etukäteistietämyksen vaatimista pitäisi välttää." Luku 4.1.2.1 jatkaa: "Graafinen symboli voidaan sijoittaa hätäpysäytyslaitteen viereen, ja se osoittaa hätäpysäytysvyöhykkeen ulottuvuuden. tai (hätäpysäytysvyöhyke kattaa koko koneen kaikki osat) tai (hätäpysäytysvyöhyke kattaa koneen tietyt osat)." (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)



Kuva 2. Hätäpysäytysvyöhyke hätäpysäytyslaitteen vieressä. (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

Yllä olevassa kuvassa (kuva 2) esitellään periaatepiirros, kuinka hätäpysäytysvyöhyke voidaan esittää graafisesti hätäpysäytyslaitteen vieressä.



Selite

- 1 Hätäpysäytyslaite
- 2 Hätäpysäytysvyöhyke
- 3 Koneen osa tai kone

Kuva 3. Käsitettä hätäpysäytysvyöhyke kuvaavia esimerkkejä. (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

3 RISKIARVIO

Kun koneeseen tehtäviä muutoksia lähdetään suunnittelemaan, kaiken muun ohella on suoritettava riskiarvio. Tässä luvussa on tarkasteltu riskiarvion tekemistä standardin SFS-EN ISO 12100 mukaan, jossa on kerrottu yksityiskohtaisesti mitä riskiarvion on sisällettävä.

3.1 Raja-arvojen määrittäminen

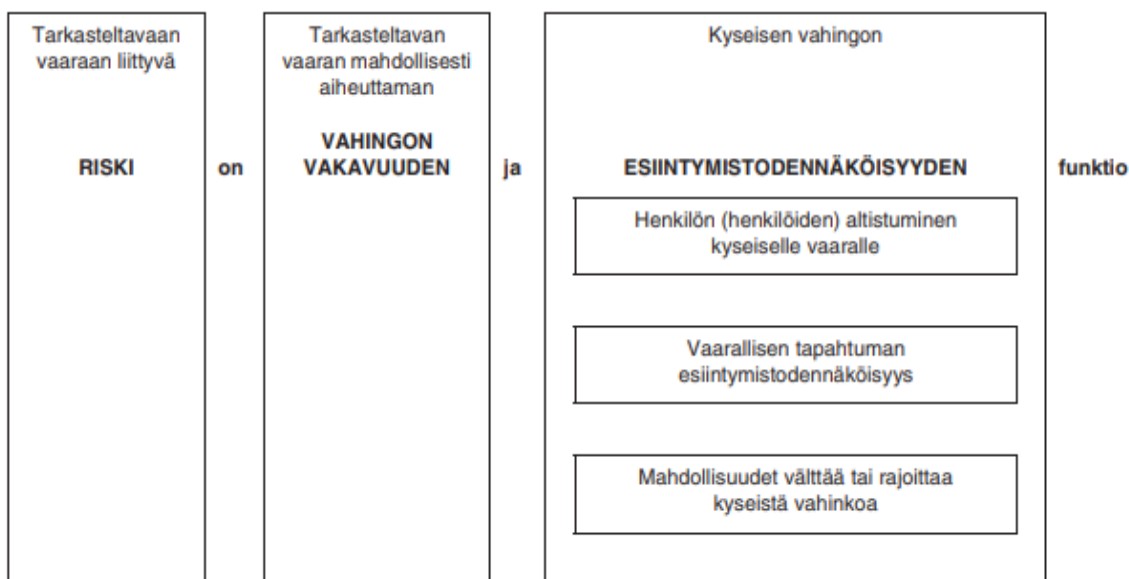
Riskin arvioinnin ensimmäinen toimenpide on koneen raja-arvojen määrittäminen. Koneen raja-arvojen määrittämisestä kertoo standardi SFS-EN ISO 12100, josta on luvussa 5.3.1: *"Riskin arviointi alkaa koneen raja-arvojen määrittämisellä ottaen huomioon koneen elinkaaren kaikki vaiheet. Tämä tarkoittaa sitä, että yksittäisen koneen tai samaa prosessia suorittavan koneyhdistelmän ominaisuudet ja suoritusarvot sekä niihin liittyvät ihmiset, ympäristö ja tuotteet olisi tunnistettava kohdissa esitettävillä koneen raja-arvoilla ilmaistuina."* (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010).

Standardi SFS-EN ISO 12100 kertoo kohtuudella ennakoitavissa olevien vaarojen tunnistamisesta, josta on luvussa 5.4: *"Koneen raja-arvojen tunnistamisen jälkeen olennainen vaihe kaikissa koneiden riskien arvioinneissa on järjestelmällinen kohtuudella ennakoitavissa olevien vaarojen (jatkuvasti esiintyvät vaarat ja sellaiset, jotka voivat ilmaantua odottamattomasti); vaaratilanteiden ja/tai vaarallisten tapahtumien tunnistaminen koneen elinkaaren kaikkien vaiheiden aikana."* Luku 5.4 jatkaa: *"Vasta sen jälkeen, kun vaarat on tunnistettu, voidaan suorittaa toimenpiteitä niiden poistamiseksi"*

tai riskien pienentämiseksi. Tämän vaarojen tunnistamisen päätökseen saattamiseksi on välttämätöntä tunnistaa koneella suoritettavat käyttötoiminnot sekä tehtävät, joita koneen kanssa vuorovaikutuksessa olevien henkilöiden on tarkoitus suorittaa, ottaen huomioon koneen eri osat, mekanismit tai toiminnot, mahdolliset materiaalit, joita on tarkoitus käsitellä, sekä ympäristö, jossa konetta voidaan käyttää.” (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

3.2 Riskien suuruuden arviointi

Vaaran tunnistamisen jälkeen tehdään riskin suuruuden arviointi. Jos vaaran tunnistamisessa todetaan vaaratilanteita jokaiselle vaaratilanteelle, olisi tehtävä riskinsuuruuden arviointi. Standardi SFS-EN ISO 12100 määrittelee tämän, josta on luvussa 5.5: *”Vaaran tunnistamisen jälkeen jokaiselle vaaratilanteelle on suoritettava riskin suuruuden arviointi määrittämällä kohdassa 5.5.2 esitettävät riskin osatekijät. Näitä osatekijöitä määritettäessä on tarpeen ottaa huomioon kohdassa 5.5.3 esitettävät näkökohdat.”* (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)



Kuva 4. Riskin osatekijät (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

Standardin SFS-EN ISO 12100 luku 5.5.2.1, kertoo mistä osatekijöistä tiettyyn vaaratilanteeseen liittyvä riski riippuu: *”Vahingon vakavuus, kyseisen vahingon esiintymistodennäköisyys, joka on seuraavien 3 tekijän funktio: 1. Henkilön (henkilöiden) altistuminen kyseiselle vaaralle, 2. Vaarallisen tapahtuman esiintymistodennäköisyys, 3. tekniset ja henkilöstä riippuvat mahdollisuudet välttää tai rajoittaa kyseistä vahinkoa.”* Luku 5.5.2.1 jatkaa: *”Riskin arviointia suoritettaessa on tarkasteltava kuhunkin tunnistettuun vaaraan liittyvää sellaista riskiä, jolla on todennäköisesti toteutuvan vahingon todennäköisin vakavuus, mutta myös ennakoitavissa olevan vahingon suurin vakavuus on otettava huomioon, vaikka tällaisen esiintymistodennäköisyys ei olisi suuri.”*

(Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

Huomioon otettavia näkökohtia riskin suuruuden arvioinnista on standardissa SFS-EN ISO 13850, josta on luvussa 5.5.3.1: *"Riskin suuruuden arvioinnissa on otettava huomioon kaikki henkilöt (käyttäjät ja muut henkilöt), joiden altistuminen vaaralle on kohtuudella ennakoitavissa"*. Luku 5.5.3.2 jatkaa: *"Altistumisen tapa, taajuus ja kesto Arvioitaessa tarkastelun kohteena olevan vaaran aiheuttaman altistumisen suuruutta (mukaan lukien pitkän ajan kuluessa syntyvät terveyshaitat) tarvitaan koneen kaikkien toimintatapojen ja työmenetelmien analyysia ja niiden selvittämistä. Analyysissä on erityisesti selvitettävä pääsytarpeet lastaus- tai purkaustoimintojen, asetuksen, opettamalla ohjelmoinnin, prosessin muutoksen tai häiriönpoiston, puhdistuksen, vianetsinnän ja huollon aikana. Riskin suuruuden arvioinnissa on myös otettava huomioon tehtävät, joiden vuoksi suojaustoimenpiteitä on välttämätöntä ottaa tilapäisesti pois käytöstä."* Luku 5.5.3.3 jatkaa: *"Altistumisen ja sen vaikutusten suhde Jokaisen tarkasteltavan vaaratilanteen osalta on otettava huomioon vaaralle altistumisen ja sen vaikutusten suhde. Myös vaikutukset, jotka johtuvat altistumisen kertymisestä ja vaarojen yhdistelmästä on otettava huomioon. Näitä vaikutuksia huomioitaessa riskin suuruuden arvioinnin on perustuttava, siinä määrin kuin käytännössä mahdollista, sopiviin yleisesti tunnustettuihin tietoihin."* (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

3.3 Riskin merkityksen arviointi

Riskit on tunnistettava, arvioitava niiden merkitys sekä valittava keinot niiden hallitsemiseksi ja pienentämiseksi. Standardin SFS-EN ISO 12100 luku 5.6 kertoo, miten riskin merkityksen arvioinnissa edetään. *"Riskin suuruuden arvioinnin jälkeen on tehtävä riskin merkityksen arviointi, jotta voidaan päättää, tarvitaanko riskin pienentämistä. Jos riskin pienentämistä tarvitaan, on valittava sopivia suojaustoimenpiteitä ja sovellettava niitä. Kuten kuvassa 6 esitetään, riskin pienentämisen riittävyys on määritettävä kunkin kolmen kohdassa kuvattavan riskin pienentämisen askeleen jälkeen. Osana tätä iteratiivista prosessia suunnittelijan on myös tarkistettava, ilmaantuuko vaaroja lisää tai suurenevatko muut riskit, kun uusia suojaustoimenpiteitä sovelletaan. Jos vaaroja ilmaantuu lisää, ne on lisättävä tunnistettujen vaarojen luetteloon ja niitä varten tarvitaan niille tarkoitettuja sopivia suojaustoimenpiteitä. Riskin pienentämisen tavoitteiden saavuttaminen ja riskien vertailun, mikäli se on käytännössä mahdollista suorittaa, suotuisa lopputulos antaa luottamusta siihen, että riskiä on pienennetty riittävästi."* (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

3.4 Riskien tunnistaminen ja menetelmät

Ensimmäinen menetelmä tai askel on luontaisesti turvalliset ratkaisut, toisena turvalaitteet ja viimeisenä varoitukset, joka käsittää opastuksen ja koulutuksen. Turvallisuuden ja toiminnan varmistamiseksi askeleet ovat käytävä läpi esitetyn mukaisessa järjestyksessä.

Jos suunnittelun edetessä havaitaan, että koneeseen muodostuu esim. puristumisvaara, ensisijaisesti se on pyrittävä välttämään suunnitteluratkaisuin. Tarvittaessa muutetaan koneen layout tai menetelmä sellaiseksi, että koko puristumisvaara poistuu. (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

Jos ensimmäisen askeleen toimenpiteet eivät ole mahdollisia toteuttaa edetään toiseen askeleeseen. Jos puristumisvaara edelleen on olemassa ja siitä seuraavaa riskiä voidaan pienentää aitaamalla kohde. Puristumisvaaran poistamiseksi kohteen alueella joudutaan suunnittelemaan turvapiirejä, jotka estävät koneen toiminnan puristumisvaara alueelle tultaessa.

(Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

Viimeinen eli kolmas askel on kieltokilvet, käyttöohjeet ja täydentävät turvatoiminnot kuten hätäpysäytys. Oleellista on, että vaiheet mennään tässä järjestyksessä. Jos riskinarviossa on tunnistettu merkittävä puristumisvaara, sitä ei voida kuitata huomioiduksi sillä, että laitetaan kieltokilvet, kirjoitetaan asia käyttöohjeeseen ja asennetaan hätä-seis-painike.

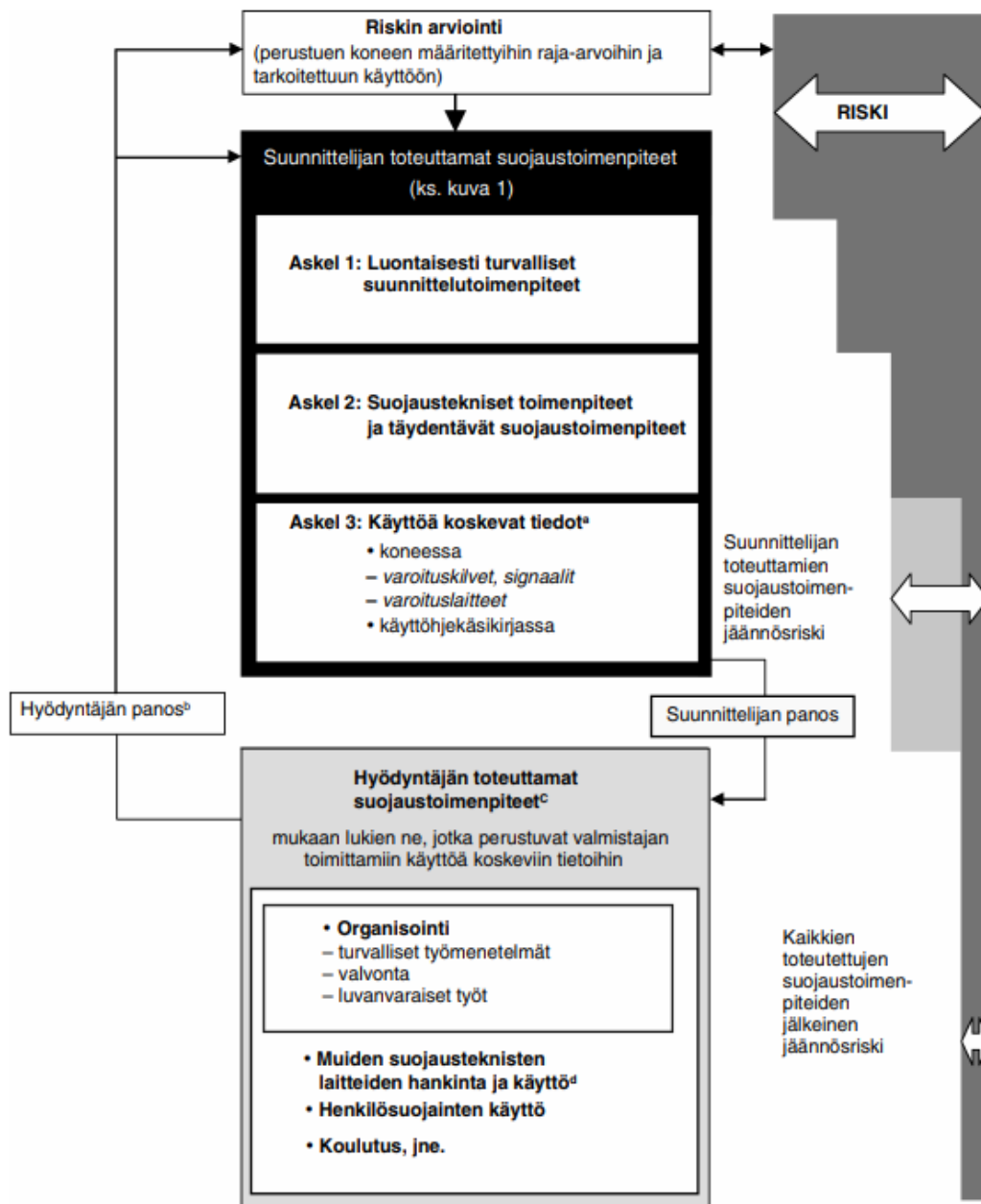
(Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

Tätä taustaa vasten turvalliseksi suunnitellussa koneessa hätäpysäytystä tarvitsee käyttää harvoin, jos koskaan. Jos hätäpysäytyksen käyttämisen tarve on säännöllistä, on syy selvitettävä. Onko kahdessa ensimmäisessä askeleessa puutteita vai onko kyseessä käyttäjien omaksuma tapa toimia.

(Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

3.5 Riskin pienentäminen

Jos riskiarviossa todetaan riskikohteita seuraa siitä riskinpienentämisen edellyttämä prosessi. Tästä on standardi SFS-EN ISO 13850, josta kerrotaan luvussa 5.2: *"Riskin arviointia seuraa tarvittaessa riskin pienentäminen. Tämän prosessin iterointi voi olla tarpeellista, jotta vaaroja poistetaan siinä määrin kuin käytännössä mahdollista ja jotta riskejä pienennetään riittävästi suojaustoimenpiteitä toteuttamalla."* Luku 5.2 jatkaa *"poistettava vaara tai pienennettävä vaaraan liittyvää riskiä suojaustoimenpiteiden avulla."* (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)



^a Asianmukaisen käyttöä koskevan tiedon toimittaminen on osa suunnittelijan panosta riskin pienentämisessä, mutta nämä suojaustoimenpiteet vaikuttavat vasta hyödyntäjän toteuttaessa ne.

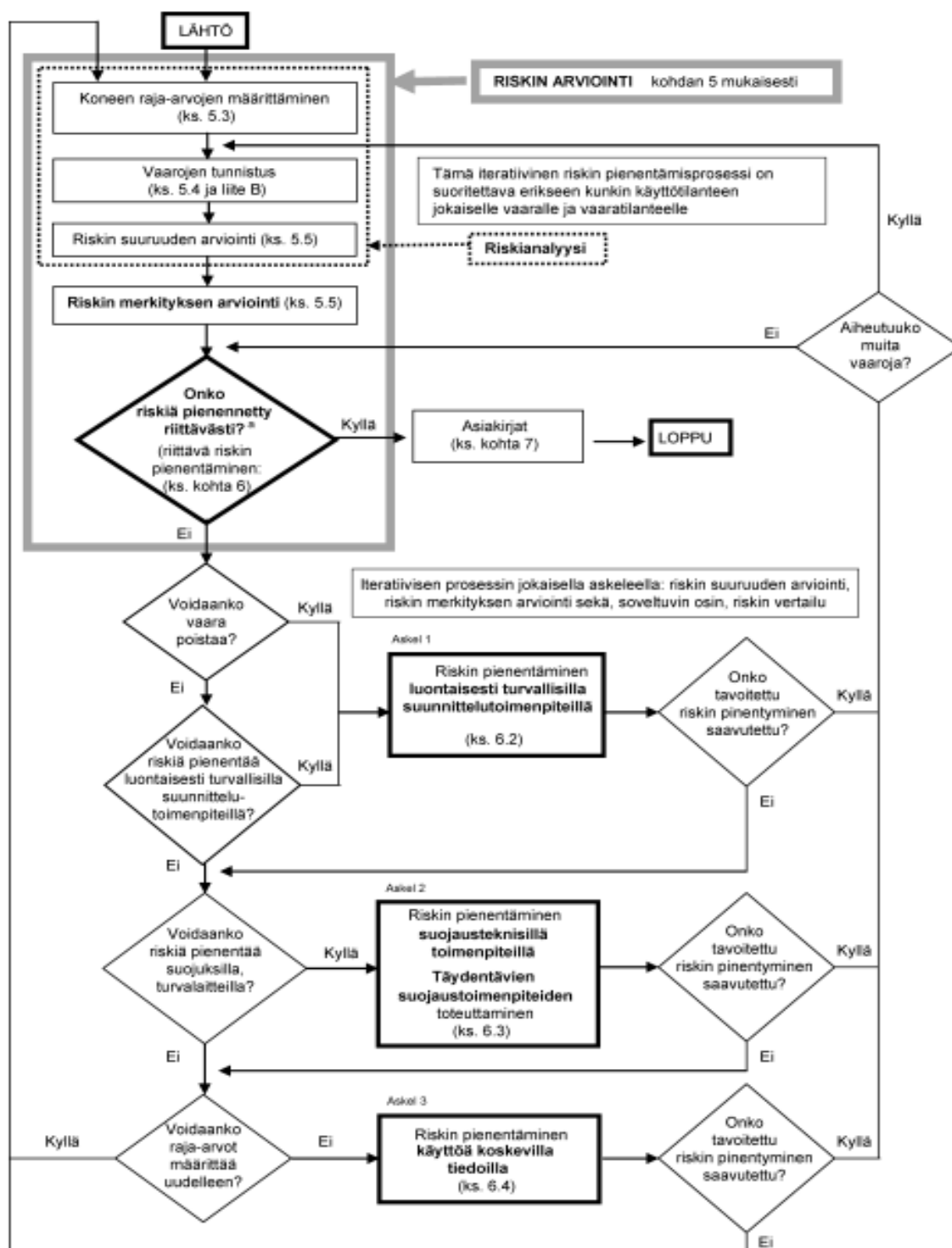
^b Hyödyntäjän panos on sitä tietoa, jota suunnittelija saa käyttäjäkunnalta joko koskien koneen tarkoitettua käyttöä yleensä tai jota saadaan tietynä nimenomaiselta hyödyntäjältä.

^c Näiden lukuisten hyödyntäjän toteuttamien eri suojaustoimenpiteiden suhteen ei ole hierarkiaa. Nämä suojaustoimenpiteet ovat tämän kansainvälisen standardin soveltamisalan ulkopuolella.

^d Nämä ovat suojaustoimenpiteitä, joita tarvitaan sellaisen erityisprosessin (-prosessien) vuoksi, jota ei ole oletettu koneen tarkoitetun käytön erittelyssä tai jota tarvitaan sellaisten erityisten asennusolosuhteiden vuoksi, joihin suunnittelija ei voi vaikuttaa.

Kuva 5. (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

Riskin pienentämisprosessi suunnittelijan näkökulmasta (kuva 5).



Kuva 6. (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

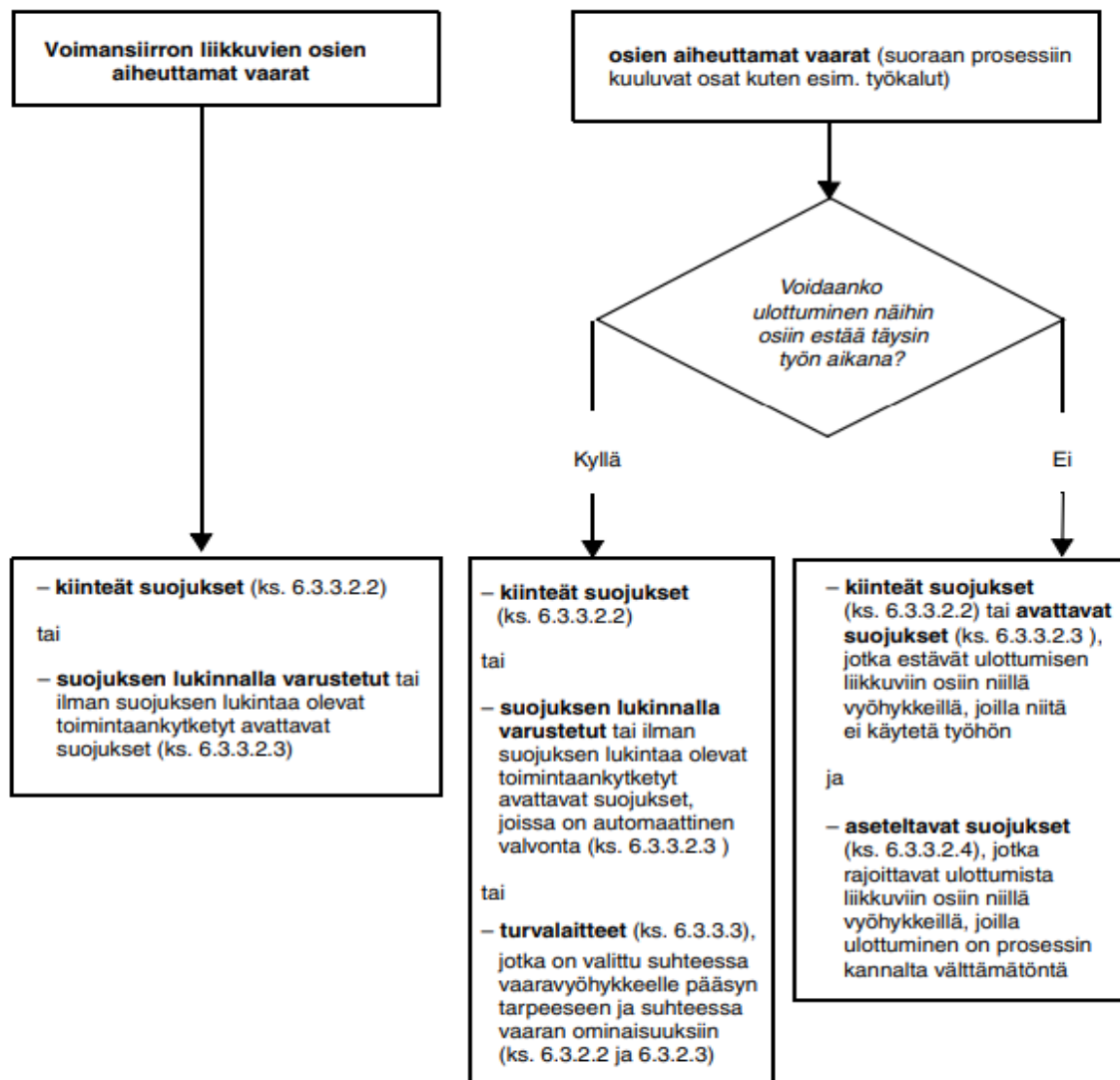
Kaaviollinen esitys riskin pienentämisprosessin iteratiivisesta kolmen askeleen menetelmästä (kuva 6).

Standardissa SFS-EN ISO 12100 sisältää tietoa henkilön vaaralle altistumisesta sekä huomiotavat tekijät, josta on luvussa 5.5: *"Henkilön vaaralle altistuminen vaikuttaa vahingon esiintymistodennäköisyyteen. Altistumisen laajuutta arvioitaessa huomioon otettavia tekijöitä ovat mm."* Luku 5.5 jatkaa: *"Vaaravyöhykkeelle pääsyn tarve (tavanomaista käyttötoimintaa, toimintahäiriöiden korjausta, kunnossapitoa tai korjausta varten, jne."* Luku 5.5 jatkaa: *"Pääsyn luonne (esim. materiaalien syöttö*

käsin)." Luku 5.5 jatkaa: "*Vaaravyöhykkeellä oloaika.*" Luku 5.5 jatkaa: "*Niiden henkilöiden lukumäärä, joilla on tarve pääsyyn.*" (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

Standardi SFS-EN ISO 12100 sisältää tietoa mitä riskin arviointia varten tarvittavien tietojen olisi sisällettävä, josta on luvussa 5.2: "*Säädöksiin, standardeihin ja muihin soveltuviin asiakirjoihin liittyviä tietoja.*" Luku 5.2 jatkaa: "*Sovellettavat säädökset, asiaankuuluvat standardit, asiaankuuluvat tekniset eritelmät, asiaankuuluvat turvallisuuteen liittyvät tietolomakkeet.*" Lisäksi Standardin mukaan huomioitavia asioita ovat seuraavat, jotka on eritelty luvussa 5.2: "*HUOM. Jo esiintynyttä epätavallista tapausta, joka on johtanut vahinkoon, voidaan käsitellä "tapaturmana" kun taas sellaista esiintynyttä epätavallista tapausta, joka ei johtanut vahinkoon, voidaan käsitellä läheltä piti -tilanteena tai vaarallisena ilmiönä.*" Luku 5.2 jatkaa: "*HUOM. Tapaturmatietojen puuttumisen, tapaturmien pienen lukumäärän tai tapaturmien alhaisen vakavuuden perusteella ei saisi tehdä olettamusta riskin alhaisesta tasosta.*" Luku 5.2 jatkaa: "*Määrällisessä analyysissä voidaan käyttää tietokannoista, käsikirjoista, tutkimuslaitoksilta tai valmistajien eritelmistä saatavia tietoja edellyttäen, että tietojen sovellettavuuteen voidaan luottaa. Tällaisiin tietoihin liittyvä epävarmuus on ilmoitettava asiakirjoissa.*" (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

3.6 Suojusten ja turvalaitteiden valinta ja käyttöön soveltaminen



Kuva 7. (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

Ohjeita turvalaitteiden valitsemiseksi liikkuvien osien aiheuttamia vaaroja vastaan (kuva 7).

3.7 Riskin arvioinnin ja riskin pienentämisen asiakirjat

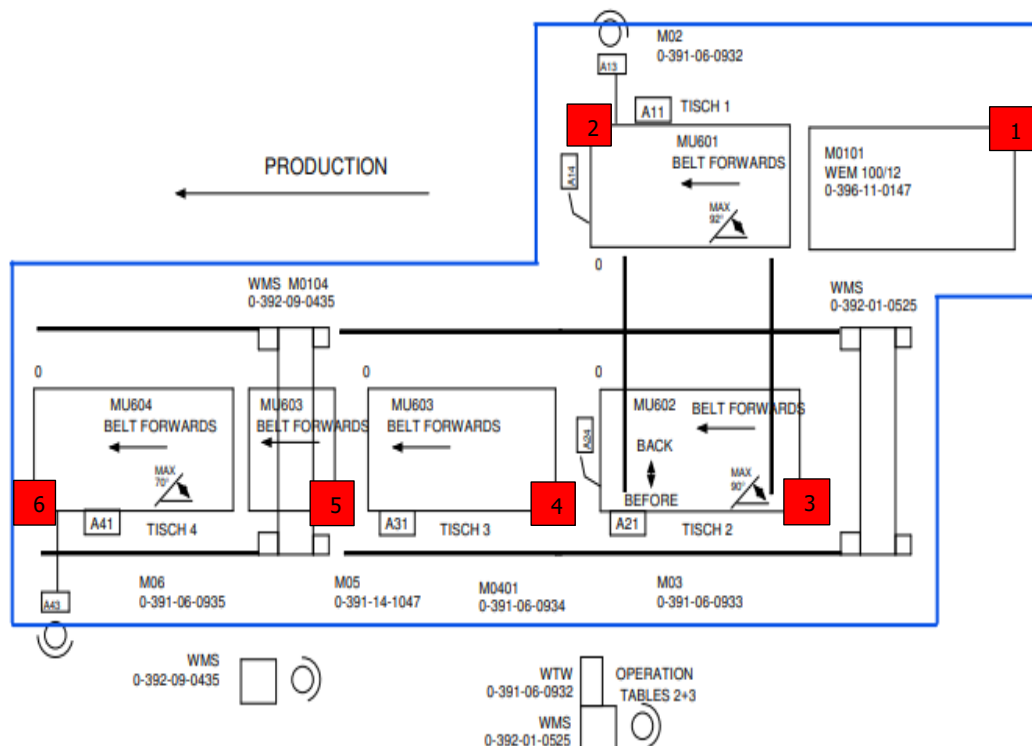
Tässä luvussa on käsitelty riskin arviointiin ja pienentämiseen liittyvistä asiakirjoista. Asiaa on tarkasteltu standardin SFS-EN ISO 12100 mukaan, josta on luvussa 7: "Asiakirjoissa on osoitettava noudatettu menettely sekä saavutetut tulokset. Asiakirjoihin kuuluu asiaankuuluvien osin." Luku 7 jatkaa: "Tiedot koneesta, jolle arviointi on tehty (esim. eritelmät, koneen raja-arvot, tarkoitettu käyttö)." Luku 7 jatkaa: "Tiedot kaikista merkityksellisistä tehdyistä oletamuksista (kuormat, lujuudet, varmuuskertoimet, jne)." Luku 7 jatkaa: "Tiedot tunnistetuista vaaroista ja vaaratilanteista sekä riskin arvioinnissa huomioon otetuista vaarallisista tapahtumista." Luku 7 jatkaa: "Tiedot, joihin riskin arviointi perustui." Luku 7 jatkaa: "Käytetty aineisto ja sen lähteet (tapaturmatiedot, samankaltaisen koneen riskin pienentämisestä saadut kokemukset, jne.); käytettyyn aineistoon liittyvä epävarmuus ja sen vaikutus riskin arviointiin." Luku 7 jatkaa: "Tiedot riskin pienentämistavoitteista, jotka on

saavutettava suojaustoimenpiteillä." Luku 7 jatkaa: "Tiedot toteutetuista suojaustoimenpiteistä tunnistettujen vaarojen poistamiseksi tai riskin pienentämiseksi (mainittujen suojaustoimenpiteiden valinnassa käytettyihin standardeihin tai muihin spesifikaatioihin olisi viitattava)." Luku 7 jatkaa: "Tiedot koneeseen liittyvistä jäännösriskeistä, riskin arvioinnin lopputulos, kaikki riskin arvioinnin kuluessa täydennetyt lomakkeet." (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

4 HÄTÄPYSÄYTYSPIIRI JA VYÖHYKEJAKO

Tässä luvussa on käsitelty koneen lähtötilanne sekä suunnitellut muutokset, miten vyöhykejako tulisi tehdä standardien ja määräysten mukaan. Luvussa esillä olevat kuvat on skannattu Lapwall Oy:n elementtilinjan sähkökuvista, joihin olen havainnollistanut työhön liittyviä asioita piirtämällä kokolinjan kattavan hätäpysäytyspiirin sekä tulevan vyöhykejaon.

4.1 Nykyinen hätäpysäytyspiiri



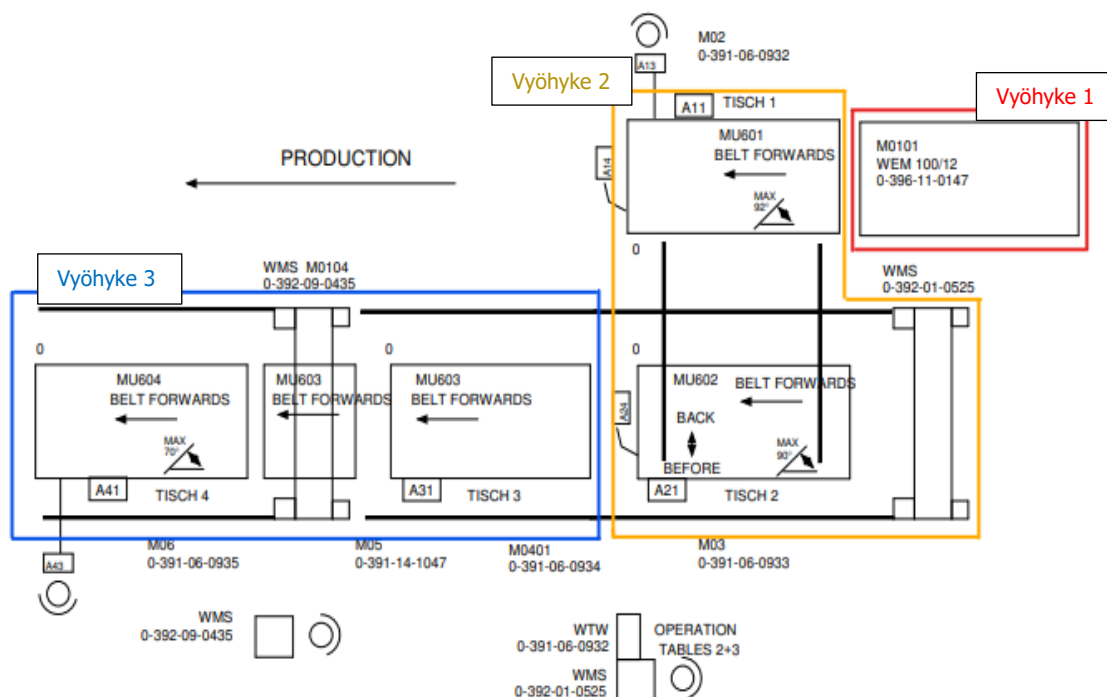
Kuva 8. Kokolinjan kattava hätäpysäytysvyöhyke.

Ennen muutosta oleva kokolinjan kattava hätäpysäytyspiiri (kuva 8). Sinisellä värillä piirretty alue kuvaa jokaisen hätäpysäytyspainikkeen vaikutusalueita. Kuvassa punaisella taustalla olevissa tekstiruuduissa on toimilaitteen numero, joita on käytetty edellä olevassa listauksessa toimilaittekuvauihin.

kuva 8 mukaiset toimilaitteet

1. Runkoasema. (tehdään runko ja villoitus)
2. Höyrysulkumuovin ja koolauksen asennus.
3. Tuulensuojalevyn asennus. (Silta 1, naulaus/niittäus, sahaus)
4. Koolauksen asennus ja paneelien asennus. (Tässä pöydässä on pelkästään manuaalinen työstö)
5. Välipöytä, kuljetus vain eteenpäin.
6. Paneelien asennus. (Silta 2, naulaus, sahaus)

4.2 Elementtilinjan vyöhykejako

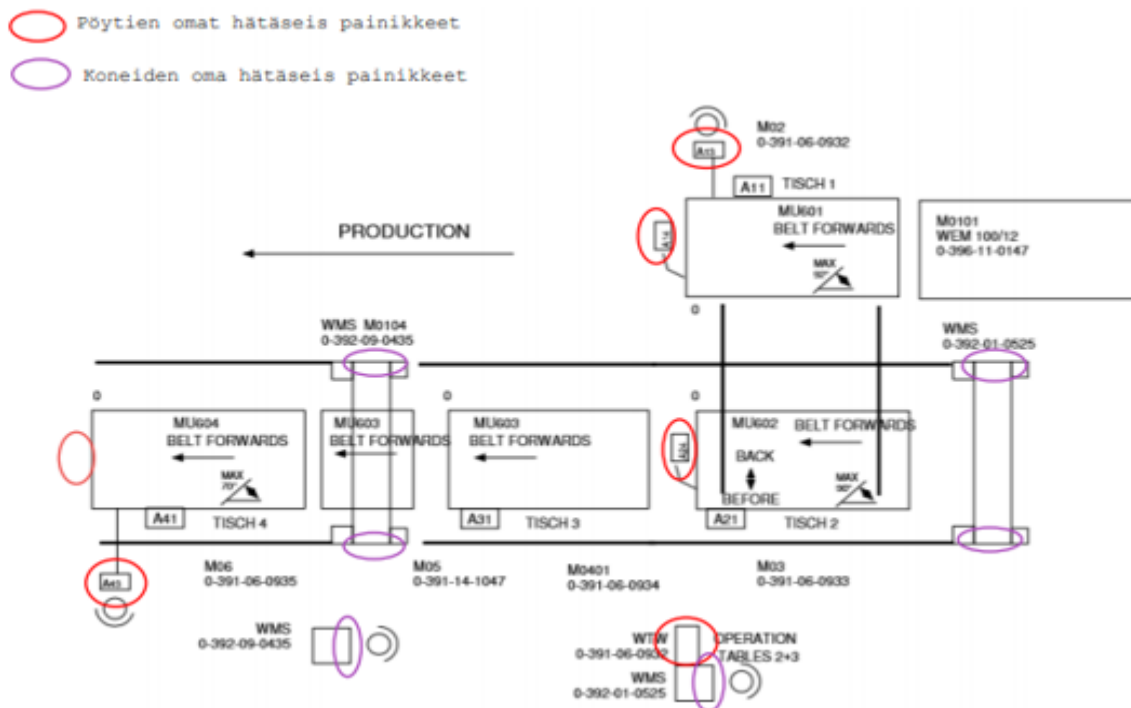


Kuva 9. Tuleva hätäseispiirien vyöhykejako

Elementtilinjan työssä suunniteltu vyöhykejako (Kuva 9). Vyöhykejako on suunniteltu siten, että automaattisesti jatkuvat toiminnot ovat vyöhykkeiden sisällä ja elementti syötetään manuaalisesti seuraavaan työpisteeseen, josta uusi vyöhyke alkaa. Koneenkäyttäjä tekee ko. toimenpiteet ohjauspaneelin painikkeista. Kaikki painikkeet ovat yksitoimisia ja jousipalautteisia.

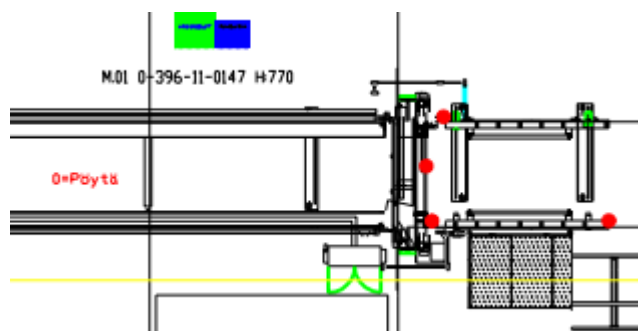
Katselmuksessa elementtilinjalla totesimme, ettei työssä esiteltyjen muutosten jälkeen tule heikentystä henkilöturvallisuuteen. Katselmus ei korvaa riskiarviomenettelyä, joka on tehtävä työssä esiteltyjen ohjeistuksen mukaan.

4.3 Hätäpysäytyspainikkeet



Kuva 10. hätäpysäytyspainikkeet

Linjan hätäpysäytyspainikkeet runkoasemaa lukuun ottamatta (kuva 10). Hätäpysäytyspainikkeiden vaikutusalue perustuu uuden suunnitelman mukaisiin vyöhykkeisiin (kuva 9).



Kuva 11. Runkoaseman hätäpysäytyspainikkeet

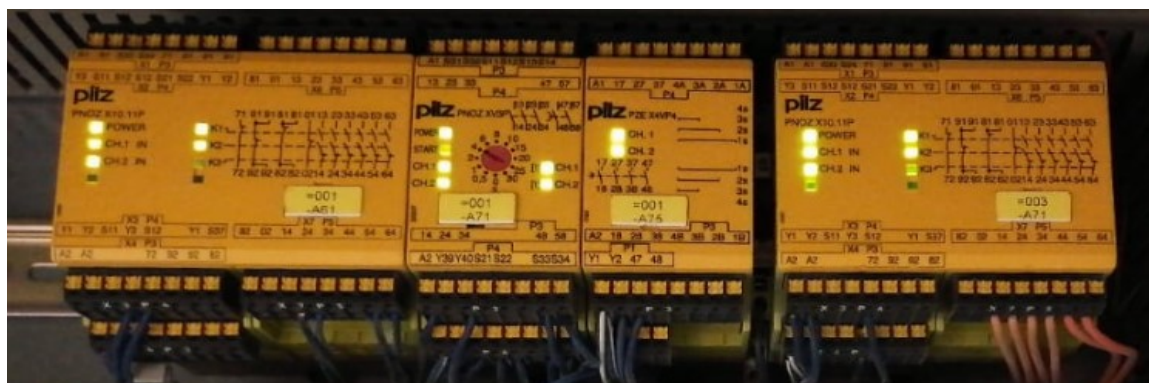
Runkoaseman hätäseis painikkeet näkyvät kuvassa punaisina pisteinä (kuva 11).

4.4 Elementtilinjan turvapiirien turvareleet

Elementtilinjan turvareleet ovat Pilz:n valmistamia. Mallit lueteltuina alla

- ✓ PNOZ X10.11P
- ✓ PNOZ X3P
- ✓ PNOZ XV3P

✓ PZE X4VP4



Kuva 12. Turvareleet

Turvareleet ovat jokaisen toimilaitteen sähkökaapissa. Tässä tapauksessa toimilaitteita on 5 kpl, joten myös relejärjestelmiä on 5 kpl. Releet on linkitetty toisiinsa kaapeilla. Releillä ohjataan yhdessä logiikan kanssa elementtilinjan turvapiiriä, joka on tällä hetkellä koko elementtilinjan kattava. Vyöhykejako onnistuu lisäämällä muutamia turvareleitä olemassa olevaan järjestelmään. Releet linkitetään sähkösuunnittelijan tekemien sähkökaavioiden ohjeen mukaan sekä lisäksi ohjausjärjestelmiin tehdään tarvittaessa muutoksia.

5 ELEMENTTILINJA

5.1 Kuvaus elementtilinjan toiminnasta

Tässä luvussa on käsitelty ja havainnollistettu elementtilinjan työsoluja sekä esitelty tilastoja hätäpysäytysten vahinko aktivoinneista ja ratkaisuja niiden välttämiseksi. Tekstissä sana "sisäpuoli" tarkoittaa elementin asuinhuoneiston puolelle tulevaa pintaa ja vastaavasti sana "ulkopuoli" tarkoittaa ulkopuolelle jäävää pintaa (kuva 13).

Ensimmäinen vaihe elementin valmistuksessa on rungon teko, joka tapahtuu runkoasemalla. Tässä solussa tehdään elementin runko sekä asennetaan lämpöeristeeksi tuleva villa.

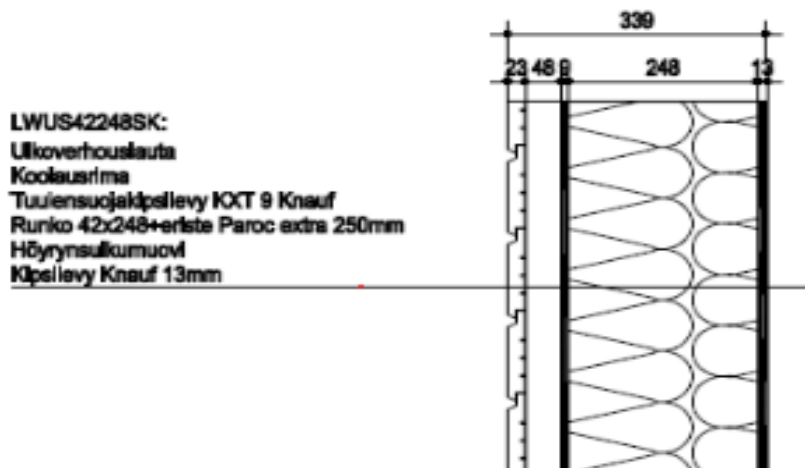
Toinen vaihe, elementti siirretään pöydälle 1 ja rungon sisäpuolelle asennetaan höyrynsulkumuovi sekä koolaus (48*48 mm). Tässä vaiheessa elementin sisäpuoli on valmis siltä osin mitä linjalla tehdään.

Kolmas vaihe on elementin kääntö pöydälle 2, jossa aloitetaan elementin ulkopuolen teko asentamalla tuulensuojalevy rungon pintaan. Tämän lisäksi elementin ikkuna ja oviaukoista sahataan levy pois.

Neljäs vaihe, elementti siirretään pöydälle 3, jossa asennetaan levyn pintaan koolaus 28*95 mm. Tämän jälkeen koolauksen päälle esiasennetaan ulkoverhouspaneeli.

Viides vaihe, elementti siirretään pöydälle 4, jossa naulataan ulkoverhouspanelit kiinni ja leikataan ikkuna ja oviaukkojen kohdalta paneeli pois.

Kuudes vaihe, elementti siirretään pöydälle 5, jossa asennetaan ikkunat, jos asiakas on ne halunnut tehtaalla asennettaviksi sekä viimeistellään elementti varastointia varten. Seuraavaksi elementti toimitetaan varastoon odottamaan kuljetusta tilattuun kohteeseen.



Kuva 13. Ulkoseinäelementti (Lapwall Oy, 2021)

5.2 Elementtilinjan katkokset

Hätäpysäytyspiirin muuttaminen kokolinjan kattavasta piiristä pienempiin vyöhykkeisiin kasvattaa linjan tuotantomääriä, koska jokainen katkos aiheuttaa tuotantomäärien menetyksiä. Katkoksen vaikutusalue rajataan 3 eri vyöhykkeeseen. Vyöhykkeet on suunniteltu siten, että katkokset olisivat mahdollisimman vähän haitallisia koko prosessille. Jokainen katkos, vaikka se kestäisi 1 sekunnin on turha, koska kerrannaisvaikutus on paljon suurempi. Esimerkiksi runkoasemalla aktivoitu hätäpysäytyspainike pysäyttää koko linjan, vaikka näköyhteyttä näiden työpisteiden välillä ei ole.

Taulukko 1. Linjankatkokset

Positio	Pysähdyksen syy	kesto (min)	Kerrat	Työpiste
1	Hv	2	30	Levytiste
2	Vh	1	12	Runkoasema
3	Hpr	240	1	Runkoasema
4	Et	1	12	Runkoasema

Taulukko 1:ssä käytetyt lyhenteet

Hv = Hätäpysäytyspainikkeen vahinkoaktivointi

Vh = Villa aktivoi runkoaseman hätäpysäytysvaijerin

Hpr = Häätäpysäytyspainikkeen pohja rikki

Et = Ei tietoa

Aikajaksolla 13.1–4.2 kirjattiin elementtilinjan katkokset (taulukko 1). Taulukossa on katkosten lukumäärä, kesto, syy sekä työpiste, jossa katkos tuli. Taulukkoa tarkastelemalla nähdään, että levypisteen katkokset tapahtuivat hätäseispainikkeen vahinkoaktivoimisista. Levypisteen hätäseispainikkeen ja runkoaseman häätäpysäytysvaijerin vahinkoaktivoiteja tulee paljon. Lisäksi huomioitavaa on, että kun hätäseispainikkeen pohja oli rikki, seiso i koko linja useamman tunnin. Vyöhykejako toteuttamalla vian etsintä alue pienenee ja toisilla vyöhykkeillä työn tekeminen voi jatkua.



Kuva 14. Elementtilinjan häätäseispainike

Pöytien 2 ja 3 välissä on kulkuväylä työntekijöiden kulkua varten (kuva 14). Kun siinä tuotannon aikana liikutaan, tapahtuu häätäseispainikkeen vahinkoaktivoiteja. Jokainen häätäpysäytyslaitteen vahinkoaktivoite olisi ensisijaisesti yritettävä välttää häätäpysäytyslaitteen sijoittelulla.

Taulukosta 1 nähdään, että tämä ongelma on toistuvaa, johon kannattaa etsiä parannuskeinoja. Standardi SFS-EN ISO 13850 esittää vaatimukset häätäpysäytyslaitteen sijoittelulle, josta on luvussa 4.5: *"Häätäpysäytyslaite on suunniteltava siten, että siihen vahingossa vaikuttaminen vältetään. Silloin kun se on käytännössä mahdollista, vahingossa vaikuttaminen on estettävä sijoittelulla ennemmin kuin muilla suunnittelutoimenpiteillä. Henkilön vaikuttamista häätäpysäytyslaitteeseen ei saa vaikeuttaa."* (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

5.3 Häätäpysäytyslaitteen sijoittelu

Vahingossa häätäpysäytyslaitteeseen vaikuttamisen estämiseksi voidaan tehdä joitakin varotoimenpiteitä, tästä kertoo esimerkiksi standardi SFS-EN ISO 13850, josta on luvussa 4.5:

"häätäpysäytyslaitteen sijoittaminen muualle kuin ennakoidusti vilkkaasti liikennöidyille alueille." Luku 4.5 jatkaa: *"Häätäpysäytyslaitteen tyyppin valinta."* Luku 4.5 jatkaa: *"Häätäpysäytyslaitteen koon ja muodon sovelias valinta, tai häätäpysäytyslaitteen kiinnittäminen sitä ympäröivän ohjaustaulun syvennettyyn pintaan."* (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

Suojakauluksen käyttöä häätäpysäytyslaitteen ympärillä tulisi välttää ja etsiä ensisijaisesti muita ratkaisuja vahingossa vaikuttamisen estämiseksi. Tästä on muun muassa standardi SFS-EN ISO 13850, josta luvussa 4.5: *"Suojakauluksen käyttämistä häätäpysäytyslaitteen ympärillä pitäisi välttää, paitsi jos on tarpeen estää vahingossa vaikuttaminen ja muut keinot eivät ole käytännössä mahdollisia."* Luku 4.5 jatkaa: *"Suojakauluksessa ei saa olla teräviä kulmia tai reunoja tai karkeita pintoja, jotka voivat aiheuttaa vammoja. Kulmista ja reunoista on poistettava jäysteet ja pintojen on oltava sileitä kosketettaessa."* Luku 4.5 jatkaa: *"Kädellä vaikutettavien häätäpysäytyslaitteiden vahingossa vaikuttamisen estämisen keinot eivät saa rajoittaa tai estää vaikuttamista kämmenellä mistään ennakoitavissa olevasta paikasta, jossa koneen käyttäjä tai muut, joilla voisi olla tarve vaikuttaa niihin, voivat olla."* (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)

Suosittelen tämän kohteen korjaamista niin, että koko häätäpysäytyslaitetta pudotetaan hieman alas päin. Lisäksi tehdään laatikon yläpuolelle putkesta kaari, joka suojaa henkilön tahattoman kontaktin häätäpysäytyslaitteeseen.



Kuva 15. Runkoasema

Tuotannossa elementinvalmistus alkaa runkoasemalla. Häätäpysäytysnaru näkyy punaiseksi piirretyllä viivalla kuvassa. Runkoasema käsittää vyöhyke 1:n toimilaitteet (kuva 9). Tässä häätäpysäytysvahinkoaktivoiteja tulee, kun villoja otetaan yläpuolella sijaitsevalta hyllyltä (kuva 15). Villa tulee runkotolpan väliin ennen tolpan kiinnitystä.

Tässä tapauksessa vahinko aktivoimiselta voidaan välttyä tutkimalla mahdollisuutta laitteiston siirtämiselle hieman eteenpäin tai laittamalla suojalevyn häätäpysäytysnarun päälle.

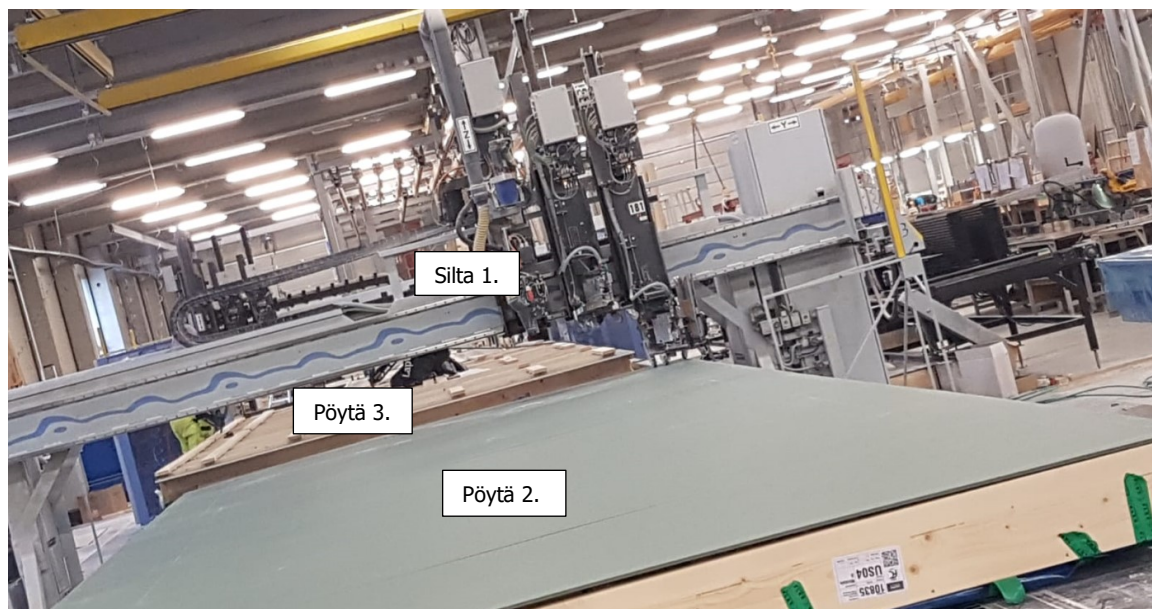
Huomioitavaa on, ettei vaijerin aktivoiminen hätätilanteessa saa estyä tai hidastua, joten on suojalevyä ja vaijerin välille jätettävä riittävä väli. Lisäksi vaijerin jokaiselle puolelle on jätettävä runsaasti tilaa, jotta vaijeri olisi helposti aktivoitavissa hätätilanteessa.

Vaatimuksia asialle esittää standardi SFS-EN ISO 13850, josta on luvussa 4.4.1: *"Kun hätäpysäytyslaitteiden hallintaeliminä käytetään naruja tai köysiä, on ne suunniteltava ja sijoitettava helposti käytettäväksi."* Luku 4.4.1 vaatii huomioon otettavaksi seuraavat asiat: *"Hätäpysäytyskäskyn aikaansaamiseen tarvittavan poikkeutuksen suuruus."* Luku 4.4.1 jatkaa: *"Suurin mahdollinen poikkeutus."* Luku 4.4.1 jatkaa: *"Narun tai köyden ja lähimmän esineen välinen vähimmäisetäisyys."* Luku 4.4.1 jatkaa: *"Narun tai köysien tekeminen näkyviksi (esim. käyttämällä merkintälippuja)." Luku 4.4.1 jatkaa: "Tarvittava voima ja sen suunta, joka on kohdistettava naruun tai köyteen, hätäpysäytyslaitteen vaikuttamiseksi." Luku 4.4.1 jatkaa: "Jos merkintälippuja käytetään parantamaan narujen ja köysien näkyvyyttä, niiden on oltava väriltään punaisia ja keltaisia (esim. punakeltaraidoitettuja tai vuorotteleva punainen ja keltainen väri)." (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2015)*



Kuva 16.

Vyöhyke 2:n toimilaitteet (kuva 16), jossa automatiikalla toimii ainoastaan silta 1, joka kulkee pöydän 2 päällä. Tämän lisäksi silta 1 ja 2 ovat suojattu valoverholla molemmin puolin.



Kuva 17.

Taustalla on pöytä 3, jossa asennetaan kuvan ottamishetkellä koolausta (kuva 17). Koolaus naulaan käsikäyttöisellä naulakoneella.



Kuva 18.

Elementtilinjan vyöhyke 3:n toimilaitteet (kuva 18). Pöydällä 3 koolauksen päälle asetellaan ulkoverhouspaneelit. Paneelit kiinnitetään naulaamalla muutamasta kohti niin, että ne pysyvät paikoillaan, kun elementti siirretään pöydälle 4. Seuraavaksi silta 2:n toimilaitteet naulaavat paneelit kiinni ja sahaavat ulkoverhouspaneeliin ikkuna ja oviaukkojen kohdat pois.

6 TYÖN TULOKSET JA YHTEENVETO

Projektin alussa tehtaan projektihenkilöstön kanssa käydyissä keskusteluissa todettiinärkevimmäksi ratkaisuksi muuttaa kokolinjan kattava hätäpysäytyspiiri pilkotuksi useampaan vyöhykkeeseen.

Ensimmäinen vaihe opinnäytetyön tekemisessä oli opetella elementtilinjalla, miten seinäelementin tuotantoprosessi etenee ensimmäisestä viimeiseen työvaiheeseen. Toinen vaihe oli perehtyä logiikkaan, sähkökaavioihin ja komponentteihin sekä tutkia onko muutokset tehtävissä. Kolmas vaihe oli suunnitella työssä esitetyt hätäpysäytysvyöhykkeet käyttäen standardien esittämiä turvamääräyksiä huomioiden elementin valmistusprosessin. Neljäs vaihe oli tiedon keruuta, integroimista sitä työhön, ulkoasun muokkaamista ja oman tekstin tuottamista. Opinnäytetyön tekemisen aikana olen ollut aktiivisesti yhteydessä tehtaan kunnossapitohenkilöstön kanssa. Yhteisymmärrys muutoksista on syntynyt hyvässä yhteisymmärryksessä.

Työssä on käyty läpi kattavasti kokolinjan kattava hätäpysäytyspiiri sekä uusi useampaan vyöhykkeeseen jaettu piiri. Lisäksi hätäpysäytyspiirin suunnittelussa on käytetty useita standardien määrittlemiä säännöksiä, jotta turvallisuussäännökset täytyisivät. Ensisijaisina lähteinä työlle ovat olleet koneturvallisuusstandardit SFS-EN ISO 12100 ja SFS-EN-ISO 13850, sekä Tapio Siirilän & Katri Tytykosken kirjoittamaa koneturvallisuuden käsikirja. Tämän lisäksi työssä on myös käytetty muitakin lähteitä, joskin pienemmässä mittakaavassa. Vyöhykejako voidaan tehdä työn esittämällä tavalla, kuitenkin vaatimuksena toteutukselle on riskiarvio, josta on kerrottu kappaleessa 3. Työ sisältää selkeät ohjeet uudelle vyöhykeenjaon toteutukselle, sekä siihen liittyvät määräykset. Riskiarvion ja sähkökaavioiden muutokset hoitaa työntilaja.

Työssä tarkasteltiin myös linjankatkoksia, jotka tilastoitiin aikavälillä 13.1–4.2. Tästä ilmeni, että hätäpysäytyspainikkeiden vahinkoaktivoinnit ovat yleisiä. Linjakatkoksien yleisyydestä johtuen on työssä, myös käsitelty kehitysehdotuksia ongelman korjaamiseksi. Koska jokainen hätäpysäytyslaitteen vahinkoaktivoiminen on liikaa, pitää ne sijoittaa niin, ettei vahinkoaktivoimista tapahdu.

sähköpääkeskuksen päälle voitaisiin suunnitella diagnostiikkataulu, josta näkee millä vyöhykkeellä hätäpysäytyspainike on aktivoitu. Jos alkuperäinen ohjelmistoprojekti on käytettävissä, voidaan sieltä tutkia helpokosti, miten toimenpide suoritetaan.

Työssä jouduin tarkastelemaan asioita siten, että miten muutokset saa ja miten ne kannattaa tehdä. Standardien tekstit antavat kaikille työssä käsittelemille asioille reunaehdot ja selkeät ohjeet, miten muutokset tulisi tehdä. Työ on ollut enimmäkseen teoritiedon tutkimista sekä työhön liittyvää suunnittelua. Jo pelkästään hätäpysäytysten vahinkoaktivoinnit minimoimalla saadaan tehostettua tuotantoa. Vyöhykejako toteuttamalla saadaan rajattua vikatilanteessa vika-alue pienemmäksi ja osa työpisteistä pystyy jatkamaan töitä sekä vian selvittäminen tapahtuu ripeämmin. Hätäpysäytyksen uudelleen organisointi tehostaa elementtilinjan toimintaa.

7 LÄHDELUETTELO

- Lapwall Oy. (2021). *Prodlib rakenne- ja detaljikirjasto*. Haettu 10. 5. 2021 osoitteesta https://www.prodlib.com/library/lapwall/rakennetyypit/seinaelementit/ulkoseinaelementti-sisakipsilla-lwus42248sk_9790b2c721ee4007b69b95a28d392e4c
- Oksanen, T. (2018). *Yleistä turvareleistä*. OEM AUTOMATIC. Haettu 14. 4. 2021 osoitteesta <https://docplayer.fi/59713346-Yleista-turvareleista.html>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2010). *SFS-EN 12100 5.3.1*. Haettu 15. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2010). *SFS-EN ISO 12100*. Haettu 15. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2010). *SFS-EN ISO 12100 4*. Haettu 28. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2010). *SFS-EN ISO 12100 5.2*. Haettu 28. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2010). *SFS-EN ISO 12100 5.4*. Haettu 15. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2010). *SFS-EN ISO 12100 5.5.2.1*. Haettu 15. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2010). *SFS-EN ISO 12100 5.5.2.1*. Haettu 20. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2010). *SFS-EN ISO 12100 5.5.3*. Haettu 15. 4. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2010). *SFS-EN ISO 12100 5.6*. Haettu 15. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2010). *SFS-EN ISO 12100 6.1*. Haettu 30. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2015). *SFS-EN 13850 4.1.1.1*. Haettu 15. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2015). *SFS-EN ISO 12100 6.3.2.1*. Haettu 28. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2015). *SFS-EN ISO 13850*. Haettu 18. 2. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2015). *SFS-EN ISO 13850 3.1*. Haettu 15. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>

- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2015). *SFS-EN ISO 13850 4.1.1.2*. Haettu 15. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2015). *SFS-EN ISO 13850 4.1.2*. Haettu 28. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2015). *SFS-EN ISO 13850 4.1.2.1*. Haettu 15. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2015). *SFS-EN ISO 13850 4.3.1*. Haettu 15. 3. 2021 osoitteesta SUOMEN STANDARDISOINTILIITTO SFS
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2015). *SFS-EN ISO 13850 4.3.2*. Haettu 15. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2015). *SFS-EN ISO 13850 4.3.7*. Haettu 21. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2015). *SFS-EN ISO 13850 4.4.1*. Haettu 2. 4. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2015). *SFS-EN ISO 13850 4.5*. Haettu 2. 4. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2015). *SFS-EN-ISO 13850 4.3.7*. Haettu 15. 3. 2021 osoitteesta <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>
- Tapio Siirilä & Katri Tytykoski. (2016). *Koneturvallisuuden käsikirja*. Helsinki: Inspecta Academy. Haettu 6. 4. 2021
- Timo Malm & Maarit Kivipuro. (2004). *Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmät konesovelluksissa*. Espoo: VTT. Haettu 20. 4. 2021 osoitteesta <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2004/T2264.pdf>