



# Kalanterikoneiden riskianalyysi ja turvallistamissuunnitelma

Aapo Maijanen

OPINNÄYTETYÖ  
Kesäkuu 2019

Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotekehitys

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Tuotekehityksen suuntautumisvaihtoehto

MAIJANEN, AAPO:  
Kalanterien riskianalyysi ja turvallistamissuunnitelma

Opinnäytetyö 71 sivua, joista liitteitä 1 sivua  
Kesäkuu 2019

---

Turvallisuus on yritysten toiminnan kulmakivi. Teknikum OY välittää suuresti työntekijöidensä turvallisuudesta ja haluaa tuoda vanhat koneet uusien koneiden turvallisuustasolle. Euroopan yhteisön direktiivit ja Suomen standardoimisliiton standardit toimivat ohjenuorana koneiden turvallistamistoimenpiteissä opinnäytetyössä. Toimenpiteillä minimoidaan mahdolliset vaaratilanteet yritysten tuotantotiloissa.

Opinnäytetyö koostuu kahdesta vaiheesta: riskianalyysistä kalantereille 1 ja 2 sekä kalantereille suunnitelluista turvallistamistoimenpiteistä. Työn haasteina olivat standardien tiukat vaatimukset sekä standardien laaja tulkinnanvaraisuus. Lisäksi valitut turvallisuustoimenpiteet tavalla, joka ei estäisi työntekijöiden työnteoa.

Koneiden riskit analysoitiin turvallisuustiimin ja koneen käyttäjien voimin. Inhimilliset virheet paljastuivat suurimmiksi riskeiksi. Inhimillisen virheen aiheuttamat vaaratilanteet päätettiin kokonaan poistaa. Osa turvallistamistoimenpiteistä laitettiin saman tien käytäntöön ja osa odottaa hyväksyntää ennen toteutusta.

Yhteenvedona koneiden riskit kartoitettiin, hätäseispiiri todettiin riittäväksi ja turvallistamistoimenpiteet aloitettiin. Suunnitelma liikkuvien koneiden osien suojaamiseksi tehtiin. Työnteosta tehdään ergonomisempaa ja työkaluille lisätään paikkoja koneiden viereen. Työtasolle vieville portaille lisätään puomit, yksi nostoapuväline korvataan uudella ja koneen toiminnan kannalta turhat asiat poistetaan työpisteeltä.

Kalanterien turvataso päätettiin määrittää uudelleen vuoden loppuun mennessä, kun kaikki turvallistamistoimenpiteet on toteutettu. Samalla koneiden jäännösriskit tutkitaan. Turvallisuustoimenpiteissä on aina vaarana, ettei niitä voida jostain syystä toteuttaa halutulla tavalla tai toimenpiteet synnyttävät uuden vaaranlähteen.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering  
Specialization of Product Development

AAPO MAIJANEN  
Risk analysis and safety plan for calender machines

Bachelor's thesis 71 pages, appendices 1 pages  
June 2019

---

Safety is becoming more and more important part of everyday life in companies. Directives of Europe Community and standards of Finnish Standards Association are used to minimize dangers of the production lines. Teknikum INC cares greatly for their employee's safety and wants to bring older machines to the safety levels of the new ones. This study was made as a project for Teknikum INC.

Goal of the thesis was to make a risk analysis for calendering machines 1 and 2 and make safety measures based on the risk analysis. Challenges of risk analysis were harsh requirements of the standards combined with their flexible and wide interpretation based on the reading party.

Risks were examined with the combined forces of safety team and calendering machines employees. Risk analysis concluded that the greatest risks were moving machine parts. Employee could get stuck or crushed between the calender rolls. Analysis also noticed other smaller dangers around the core machine. Some of the safety procedures were put into implementation almost immediately. Most of the safety procedures, however, are waiting for approval before being executed.

Findings indicate that the moving machine parts were to be protected with either fixed guards or emergency-stop light curtains. Workplace was to be made more ergonomic and more tool slots need to be added next to the machines. Also, one assistive lifting device was to be replaced with a new one and the area around machine was ordered to be made clean and tidy. Emergency-stop system was also concluded safe enough.

Based on the risk analysis, it is recommended that these preventive measures should be adopted to reduce existing dangers and accidents. Safety measures should bring the calendering machines to an acceptable safety level.

---

Key words: machine-directive, risk analysis, safety procedures, calendering machine

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	8
1.1	Turvallinen työympäristö .....	8
1.2	Vaaratilanteet ja niiden tulkinta .....	9
1.3	Eri vaaratasot.....	10
1.4	Opinnäytetyön rajaus .....	11
1.5	Pohjustus kirjallisuuteen ja Teknikumiin yrityksenä.....	11
2	JOHDATUS KUMITEOLLISUUTEEN .....	13
2.1	Valssin perusteet.....	13
2.2	Kalanteri.....	15
2.2.1	Kalanterin toimintatapa.....	16
3	VASTAAVAT TURVALLISUUSONGELMAT MUISSA FIRMOISSA ...	19
4	ANALYYSIN TEKEMISEEN VAADITTAVAT TIEDOT .....	20
4.1	Direktiivien hyödyntäminen .....	20
4.2	Direktiivin 2006/42/EY mukainen riskianalyysi .....	22
4.2.1	Koneen käyttäjät.....	22
4.2.2	Konetta koskevat tarkemmat tiedot .....	23
4.3	CE-merkinnän luovuttaminen koneelle.....	24
4.3.1	Direktiivi 2006/42/EY edellytykset.....	24
4.4	CE-merkinnän vaatimusten toteutus .....	25
5	DIREKTIIVIT KONETURVALLISUUDELLE .....	26
5.1	Konedirektiivi ja koneasetukset.....	26
5.2	Suunnittelu- ja Käyttövaihe .....	26
6	TURVALLISTAMISTOIMENPITEIDEN ALOITUS.....	27
6.1	Koneen valmistajan tehtävät .....	27
6.1.1	Koneen tarkoitettu käyttö.....	27
6.1.2	Koneen toimintatapa, asennuksen edellyttämä tila ja liitännät .....	27
6.1.3	Koneen elinkaari.....	28
6.1.4	Riskien arvionti .....	28
6.1.5	Koneen turvallisuusvaatimusten selvitys .....	28
6.1.6	Koneen parantamisen suunnittelu ja toteuttaminen olennaisten turvallisuusvaatimusten mukaisesti.....	29
6.1.7	Käyttöohjeiden laatiminen .....	29
6.1.8	Kalanterin dokumentaatio.....	30
6.1.9	Tarvittavien merkintöjen lisääminen koneeseen .....	32
6.1.10	Teknisen tiedoston laatiminen.....	32

6.1.11EY-tyyppitarkastus .....	33
6.1.12Vaatimustenmukaisuusvakuutus.....	33
6.1.13CE-merkinnän kiinnitys .....	35
6.1.14Yhteenveto .....	35
7 STANDARDIT JA TEKIJÄNOIKEUSONGELMAT .....	36
8 PEREHDYTYS STANDARDEIHIN .....	37
9 RISKIN ARVIOINTI .....	40
9.1 Hätäpysäytysstandardit.....	41
9.2 Riskin arvioinnin työkalut.....	41
10 KALANTERIEEN RISKIEN ALKUARVIO .....	43
10.1 Kalanterien turvallistaminen.....	44
10.2 Kalanteri 1. ....	45
10.3 Kalanteri 2 .....	55
10.4 Aikaisemmat onnettomuudet .....	58
10.5 Telojen suojaus .....	62
10.5.1Telojen turvallistamistapa 1.....	63
10.5.2Telojen turvallistamistapa 2.....	64
10.5.3Oma tulkinta standardeista ja ehdotettu turvatoimenpide ..	65
11 SUOJATOIMENPITEIDEN HYVÄKSYMINEN .....	67
12 POHDINTA .....	68
LÄHTEET.....	69
LIITTEET .....	71
Liite 1. EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus .....	71

## LYHENTEET JA TERMIT

A (Amendment)	muutos EN-standardiin
auditointi	järjestelmällinen selvitys siitä, vastaavatko nykyiset toiminnot ja niihin liittyvät tulokset odotuksia ja suunnitelmia
CE-merkintä	merkintä, joka osoittaa, että tuote on EU:n uuden lähestymistavan direktiivien mukainen
CEN	(Comité Européen de Normalisation/European Committee for Standardization) eurooppalainen, kaikki muut paitsi sähkö- ja telealan kattava standardisoimisjärjestö
Direktiivi	Euroopan unionin jäsenvaltioille tarkoitettu lainsäädäntöohje. Se ei suoraan muuta jäsenvaltion lainsäädäntöä, vaan antaa kansalliselle lainsäätäjälle (Suomessa eduskunnalle) toimintaohjeita. Lainsäätäjän velvollisuus on toteuttaa direktiivin sisältö maansa lainsäädännössä, mutta kussakin jäsenvaltiossa voidaan valita toteuttamisen muoto ja keinot. Jos valtion lainsäädäntö ennestään täyttää direktiivin vaatimukset, mitään lainsäädäntötoimia ei tarvita.
EN	eurooppalainen standardi, joka on laadittu joko CENissä, CENELECissä tai ETSI:ssä
ISO	kansainvälinen standardisoimisjärjestö (International Organization for Standardization)
Kalanteri	kumi- ja paperialan kone, jossa materiaali levitetään tasan paksuisiksi levyiksi.
normi	sääntö, ohje, malli, joskus englanninkielinen sana standard käännetään suomeksi sanalla normi
prEN	ehdotus eurooppalaiseksi standardiksi
SFS	suomen Standardisoimisliitto SFS ry on Standardisoimisen keskusjärjestö Suomessa
standardi	toistuvaan tapaukseen tarkoitettu yhdenmukainen ratkaisu. Joskus englanninkielinen sana standard käännetään suomeksi sanalla normi

riski	onnettomuuden todennäköisyyden ja seurausten yhdistelmä
TR	Technical Report eli tekninen raportti. Esimerkiksi ISO/TR tarkoittaa ISO-lautakunnan teknistä raporttia
VNa	valtioneuvoston asetus

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Turvallinen työympäristö

Turvallinen työympäristö on elintärkeä yrityksen toiminnalle. Turvallinen ja toimiva työympäristö pitää niin koneet kuin käyttäjät tyytyväisenä. Yhä kasvava koneturvallisuuden rooli kehitysinsinöörin työssä on ajankohtainen ja merkittävä aihe. Koska koneen voi rakentaa tusinalla eri tavalla, voi sen turvallistaa tusinalla eri tavalla. (SFS-EN ISO 12100, 2010)

Opinnäytetyö keskittyy teollisuuskoneiden turvallistamisprosessiin standardien mukaisesti. Turvallistamisprosessi koostuu: Riskinarviosta, muutostöiden suunnittelusta, muutostöiden riskinarviosta, muutostöiden toteutuksesta ja jäännösriskin arviosta.

Turvallistamisprosessin kohteeksi valittiin Teknikum Oy:n kalanterit, koska ne paljastuivat auditoinnissa yrityksen kaikista vaarallisimmiksi koneiksi. Kalanterien turvallistamisprosessin läpivieminen kestää useamman kuukauden, eikä koko turvallistamisprosessia ole mahdollista tehdä opinnäytetyön rajallisessa ajassa. Tämän vuoksi opinnäytetyö kattaa vain riskinarvion ja muutostöiden suunnittelun osuuden turvallistamisprosessista. (ISO/TR 14121-2, 2013)

Vanhojen koneiden modernisointi on aikaa vievää ja haastavaa. Vanhat koneet on suunniteltu tehokkuutta silmällä pitäen, jolloin koneturvallisuus on jäänyt vähemmälle. Suojaamalla vaaranlähde voidaan estää työntekijää vahingoittamasta itsensä tai muita.

Estämällä työntekijän pääsy koneelle ei kuitenkaan käy. Työnteon täytyy edelleen jatkua, jotta firman toiminta kukoistaa. Turvatoimenpiteet täytyy siis suunnitella niin etteivät ne hankaloita työntekijän toimenkuvaa. Muutoin työntekijä voi pahimmassa tapauksessa työntekijän ergonomia kärsii tai hän kokee suurta psykologista painetta. (<https://ttk.fi>)

## 1.2 Vaaratilanteet ja niiden tulkinta

Opinnäytetyössä havainnoidaan koneiden puutteita, mahdollisia vaaroja ja tarjotaan ratkaisuja kalantereiden turvallistamiseksi. Kaikista riskeistä ei ole tarkoitus päästä eroon. Suurimmat vaaranlähteet koneilta täytyisi kuitenkin poistaa.

Suuret koneet, valtavat voimat ja inhimilliset virheet aiheuttavat aina vaaratilanteita. Täydellistä työturvallisuutta ei täten voi milloinkaan saavuttaa tehdasoloissa. Työpaikalla voi esiintyä fyysisten vaarojen lisäksi mm. psykologisia, kemikaalisia ja ergonomisia uhkia.

[https://ttk.fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_tyosuojelu/tyosuojelu\\_tyopaikalla/vastuut\\_ja\\_velvoitteet/tyon\\_vaarojen\\_selvittaminen\\_ja\\_arviointi](https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/tyosuojelu_tyopaikalla/vastuut_ja_velvoitteet/tyon_vaarojen_selvittaminen_ja_arviointi)

Monet sivustot ja kirjallisuus käsittelevät turvallista koneen valmistusta sekä turvallista koneen käyttöä. Tätä varten on olemassa suomen omat säännöskokoelmat sekä suomen standardoimisliitto SFS:n luomat standardit, joissa on olemassa suositukset, joiden mukaan koneturvallisuus pitäisi toteuttaa. Nämä standardit ja säädökset ovat kuitenkin hyvin tulkinnanvaraisia. Koneet voidaan turvallisistaa esimerkiksi mekaanisilla suojilla tai valoverhoilla. Koneita turvallisemmaksi tekeviä erilaisia toimenpiteitä on lukemattomia. ([https://www.sfs.fi/sfs\\_ry](https://www.sfs.fi/sfs_ry))

Säännöksiä ja standardeja tulkitsemalla pyritään turvallistamaan opinnäytetyön aiheen koneet. Kalanterit 1 ja 2 pyritään modernisoimaan nykypäivän entistä tiukempien vaatimusten mukaan mahdollisimman turvallisiksi. Näissä auttavat valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta (400/2008) ja laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta (1016/2004).

<https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/koneet-ja-tyovalineet>

Direktiivit ja standardit jättävät paljon tulkinnanvaraa, minkä vuoksi on fiksua analysoida tietoa sitä mukaa, kun turvallistamistoimenpiteet etenevät. Kappalera-kenne tulee koostumaan lähdemateriaalin kirjallisuudesta ja toimenpide-ehdotuksista, jotka analysoidaan hyödylliseksi informaatioksi. Päätöksen teon kannalta oleellinen tieto yhdistetään lopussa turvallistamistoimenpiteiksi. (ISO/TR 14121-2, 2013)

### 1.3 Eri vaaratasot

Hengenvaarallisista tilanteista, vakavista vammoista ja ergonomisesti haastavista töistä pitäisi päästä kokonaan eroon. Tässä auttavat direktiivit ja standardit. Direktiivit ja standardit ovat kaikille yhteisiä pelisääntöjä. Direktiivit ovat enemmän tai vähemmän nykyään pakollisia, kun taas standardit toimivat suuntaviivoina suunniteltaessa turvallisempia työolosuhteita teollisuudessa. Kaiken kaikkiaan koneiden turvallistaminen on haastavaa ja aikaa vievää työtä.

(SFS-EN ISO 12100, 2010)

Turvallisuudella on päivä päivältä merkittävämpi rooli suunnittelussa ja yhtiön tuotannon arjessa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on toteuttaa koneiden turvallistamista Euroopan Yhteisön direktiivien, suomen säännösten ja eri standardisoimisliittojen standardien mukaisesti. Riskiarviointia tehdään tulkitsemalla lukuisia direktiivejä ja standardeja. Koneiden turvallistamista voidaan tehdä joko vanhojen koneiden modernisoinnilla tai uusien koneiden tilaamisessa otettujen vaarojen huomioinnilla. (ISO/TR 14121-2, 2013)

Yleensä vakavimmista vaaroista työpaikalla päästään eroon huolellisella suunnittelulla, hyvällä ymmärryksellä koneiden toiminnasta sekä maalaisjärjellä. Yhteiset pelisäännöt kuitenkin helpottavat turvallistamisprosessia ja antavat helposti seurattavan suunnan yrityksen koneiden turvallistamiselle. (<https://ttk.fi>)

Suuri osa koneturvallisuudelle oleellisesta materiaalista on maksullista, eikä ole tarkoitettu julkiseen tietoon. Tämän vuoksi opinnäytetyö pyrkii ainoastaan pinta-raapaisemaan standardeja. Valta-osa turvallisuustoimenpiteistä tulee direktiivien ohjeistuksesta. ([https://www.sfs.fi/sfs\\_ry](https://www.sfs.fi/sfs_ry))

Standardit ja direktiivit jättävät tulkinnanvaraa eivätkä tarjoa aukotonta ratkaisua koneturvallisuudelle. Toisinaan toimenpiteet, joiden tarkoitus oli tehdä kohteesta aikaisempaa turvallisempi, voivat toimia uutena vaaranlähteenä. Tätä vaaraa nimitetään jäännösriskiksi. Muutoksista täytyy jäännösriskin mahdollisuuden vuoksi aina tehdä jäännösriskin riskiarvio. (ISO/TR 14121-2, 2013)

## 1.4 Opinnäytetyön rajaus

Opinnäytetyössä keskitytään dokumentaation hankkimisen ohjeistukseen, riskien kartoittamiseen sekä turvallistamistoimenpiteiden suunnitteluun. Opinnäytetyön riskiarviolle olennaisimmat standardit ovat suomen standardoimisliiton A-Standardi SFS-EN ISO 12100, 2010 sekä kansainvälisen standardoimisliiton ISO/TR 14121-2, 2013.

Opinnäytetyö on tehty mekaanisen suunnittelun näkökulmasta eikä käsittele antureista, ohjelmoitavasta elektroniikasta tai sovellusohjelmistosta aiheutuvia mahdollisia vaaratilanteita. Lähtökohtaisesti koneiden elektroniikka ei kuitenkaan aiheuta vaaratilanteita hajotessaan. Hajoamisen yhteydessä kone lakkaa toimimasta tai tuottaa huonompaa laatua, jolloin konetta ei käytetä.

Valoverhot, hätäseis-piirit sekä muut elektroniset laitteet kuuluvat oleellisesti koneturvallisuuteen. Valoverhoja, hätävaijereita ja muita sähköisiä turvatoimenpiteitä käsitellään ratkaisuehdotuksina, mutta niiden hajoamisesta aiheutuvaa riskiä ei huomioida ajan puutteen vuoksi.

## 1.5 Pohjustus kirjallisuuteen ja Teknikumiin yrityksenä

Teknikum OY on kumi-, muovi-, silikoni- ja polyuretaanituotteiden valmistamisen ammattilainen. Alkuvalmistuksen koneet ovat kestäneet hyvin ajan kulun. Modernisointia kaikille koneille on tehty säännöllisesti, jotta ne vastaisivat nykypäivän turvallista työympäristöä.

Standardisoinnilla sovitaan yhteisten toimintatapojen laatimisesta. Standardien laatimisella helpotetaan viranomaisten, elinkeinoelämän ja kuluttajien elämää. Lisäksi standardoinnilla lisätään tuotteiden yhteensopivuutta ja turvallisuutta sekä suojellaan kuluttajaa, yrityksen työntekijöitä ja ympäristöä.

[https://www.sfs.fi/sfs\\_ry](https://www.sfs.fi/sfs_ry)

Suomessa standardisoinnin keskusjärjestönä toimii Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Liiton jäsenenä toimii elinkeinoelämän järjestöjä ja Suomen valtio.

SFS on osa kansainvälisiä standardisoimisjärjestöjä ISOa (International Organization for Standardisation) ja Euroopan standardisoimisjärjestöä CENiä (European Committee for Standardization). ([https://www.sfs.fi/sfs\\_ry](https://www.sfs.fi/sfs_ry))

SFS-käsikirjat on laadittu yhteistyössä alan ammattilaisten, SFS:n toimialayhteisöjen kanssa. Pääosa SFS standardeista on suomennettu näiden järjestöjen ISO ja CEN standardeista. ([https://www.sfs.fi/sfs\\_ry](https://www.sfs.fi/sfs_ry))

Tämän opinnäytetyön aikana tulevat etenkin koneturvallisuuteen kannalta olennaisimmat standardit SFS-EN ISO 12100 sekä ISO/TR 14121-2 standardit tutuiksi. Nämä standardit ovat kuitenkin itsenäään varsin merkityksettömiä. Standardit vaativat toimiakseen lukuisia johdannaisia B- ja C-standardeja. Koneturvallisuuden standardit yhdistettynä koneturvallisuuden direktiiviin 2006/42/EY antavat selvän suunnan turvallistamistoimenpiteille. ([https://www.sfs.fi/sfs\\_ry](https://www.sfs.fi/sfs_ry))

## 2 JOHDATUS KUMITEOLLISUUTEEN

Kumisekoituksista tehdään eri tuotteita, kun halutaan esimerkiksi yhdistelmä kimmoisuutta, kestävyyttä ja värinävaimennusta. Kumista puhuttaessa voidaan sanalla kumi tarkoittaa elastomeeriä (raakakumia), kumisekoitetta tai vulkanoitua tuotetta. Raakakumi on yksittäinen kumimateriaali. Kumisekoite koostuu useasta kumimateriaalista. Vulkanoitu tuote on paistamisen jälkeen muodonmuutoksen käynyt kumituote. (Laurila, T. 2011. Kumitekniikka. Lyhyt johdatus kumitekniikan perusteisiin. 1-1.painos. Juvenesprint.)

Elastomeeristä erikoisenlaisen materiaalin tekee elastomeerin kyky palautua alkuperäiseen muotoonsa jännityksestä vapautumisen jälkeen. Muilla materiaaleilla on myös sama ominaisuus, mutta elastomeerillä se on huomattavampi. Tämä johtuu elastomeerin ristosilloitetusta polymeerirakenteesta. (Laurila 2011, 40)

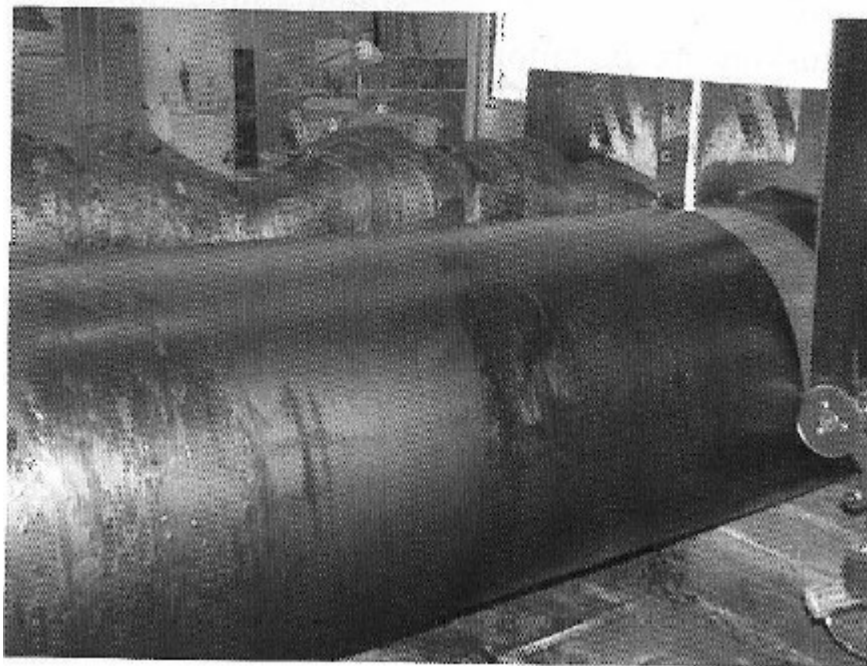
Kumiraaka-aine jaetaan kolmeen perustyyppiin: luonnonkumiin, synteettiseen kumiin ja termoplastisiksi elastomeereiksi. Luonnonkumia saadaan pääsääntöisesti kumipuusta, jonka latinalainen nimi on *Hevea brasiliensis*. Synteettinen kumi tehdään teollisesti käyttäen pääraaka-aineena öljyä. Termoplastinen elastomeeri on luonnonkumin johdannainen. (Laurila 2011, 46)

Kumilajikkeet ja -sekoitukset käyttäytyvät kukin omalla tavallansa. Tämän takia kumiala vaatii runsaasti kokemusta niin käyttäjiltä, myynniltä, laitteen kuin tuotteidenkin valmistajilta. Työvaiheiden kesto ja työtavat vaihtelevat niin materiaalin, koneiden kuin halutun lopputuotteen ominaisuuksien mukaan. Tämä johtaa varsin lukemattomaan määrään erilaisia koneita ja käyttöohjeita. (Laurila 2011, 33)

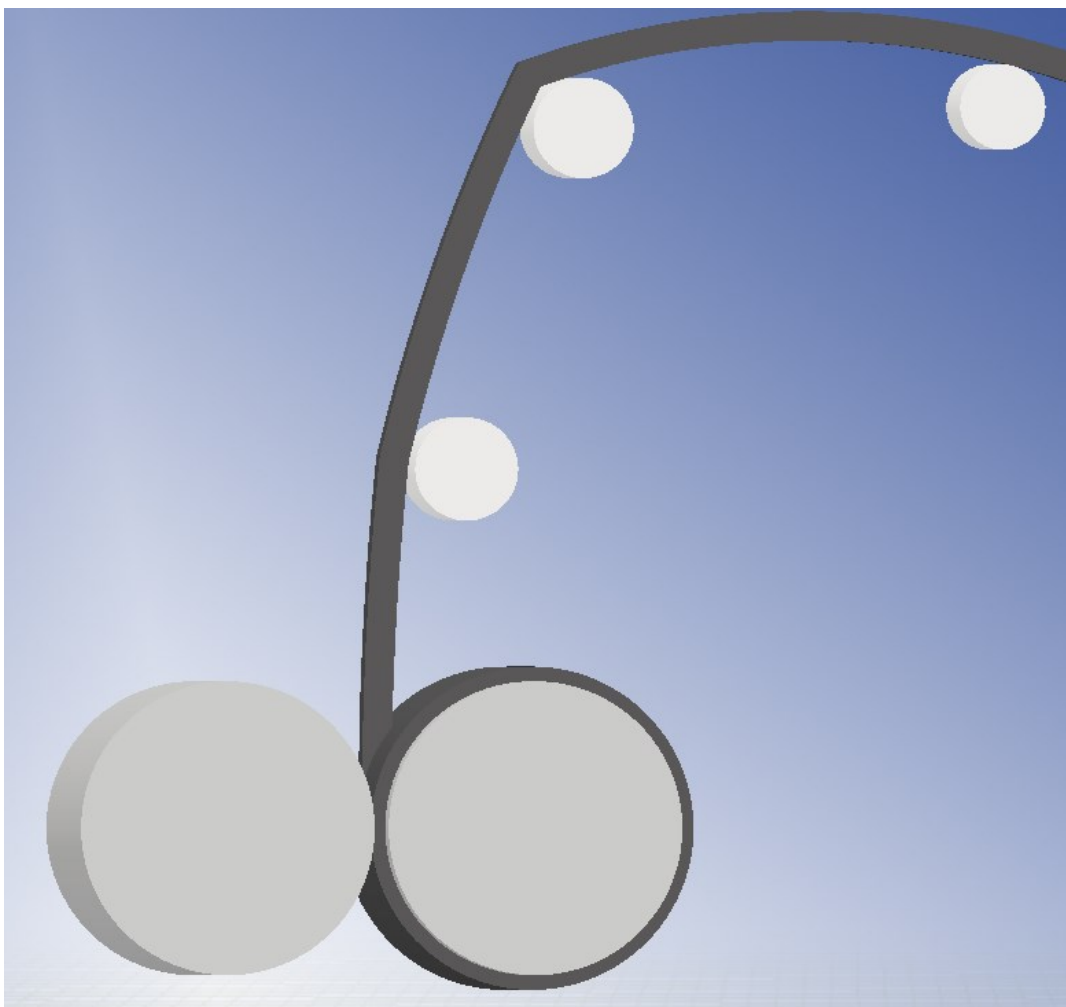
### 2.1 Valssin perusteet

Valssia käytetään kumisekoituksen homogenisoimiseen ja esilämmittämiseen (kuva 1). Kumi saadaan teloilla muokattua halutun paksuiseksi, jolloin sen siirto

seuraavan teollisuuden vaiheeseen helpottuu. Kumi poistetaan valssista tyypillisesti leikkaamalla kumia veitsellä tai automaattisella leikkurilla, josta se siirtyy liukuhihnaa pitkin tuotantolinjan seuraavalle koneelle tai kuljetusastiaan. Kumi voidaan siirtää myös kantamalla tai kärryjä käyttämällä seuraavaan vaiheeseen. (Laurila 2011, 110)



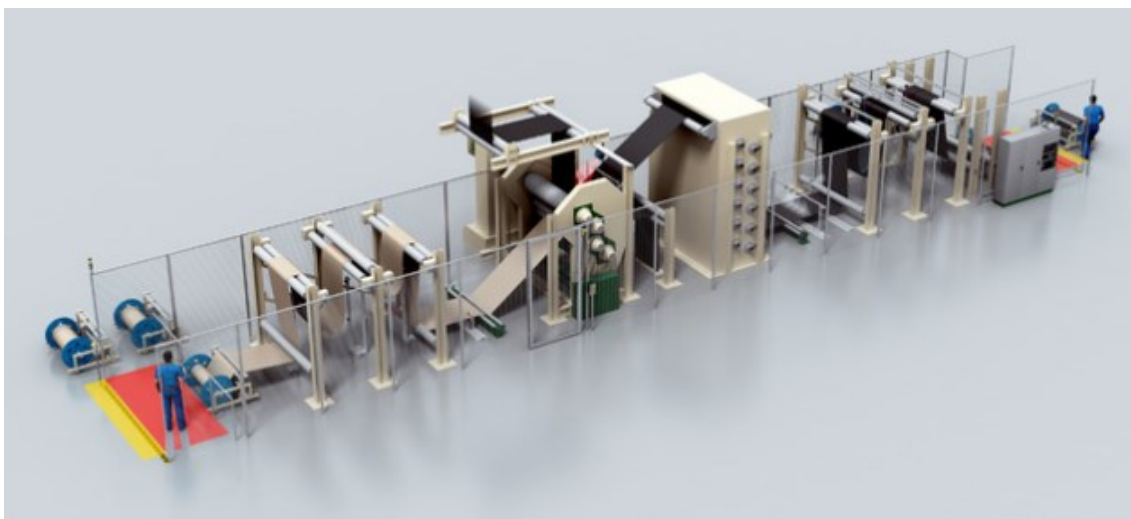
KUVA 1. Kumi sekoittuu valssin teloissa. Sekoitus poistuu oikeassa reunassa valssilta. Sekoittava palko näkyy päällä (Laurila 2011,110).



KUVA 2. Simulaatio kumin kulkemisesta telalle liukuhihnaa pitkin.

## 2.2 Kalanteri

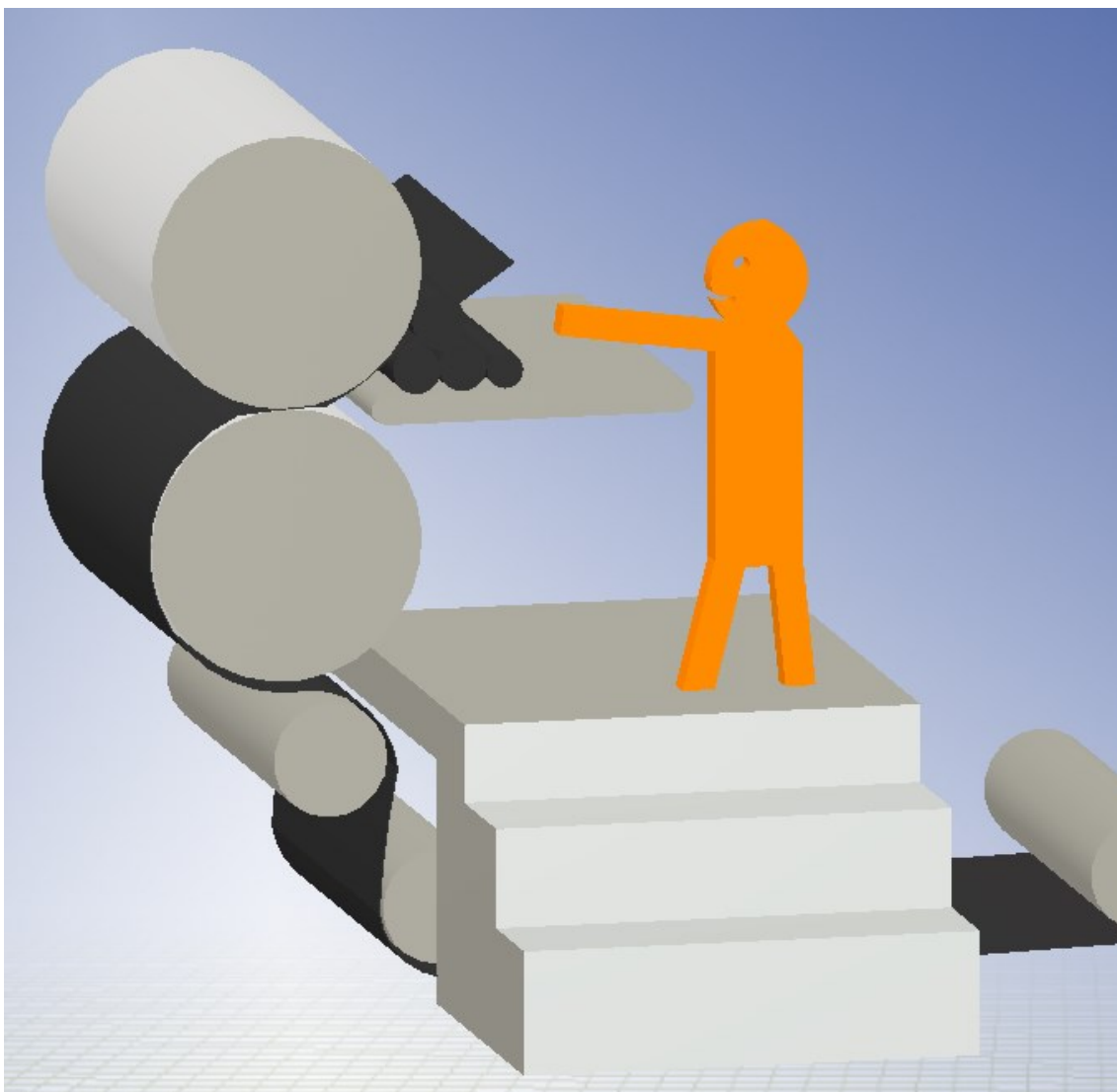
Kalanterit 1 ja 2 ovat Teknikum OY:lle tärkeitä koneita, sillä ne tuottavat suurimman osan teollisuusletkuihin menevistä rakenteista. Koneet ovat vastanneet aikanaan sen ajan turvallisuusvaatimuksia, eikä niihin tarvitse 2006/42/EY Direktiivin mukaan tehdä turvallisuustoimenpiteitä. Teknikum OY:lla turvallinen työympäristö on kuitenkin elintärkeä arvo, minkä vuoksi koneille on tulossa turvallistamisuudistuksia. Kuvassa 3 on esimerkki kalanterin tuotannon toteutustavasta.



KUVA 3. Kuvassa on sick-yhtiön kalanterista, jolla ajetaan kumia kankaan päälle. (<https://www.sick.com/fi/fi/toimialat/renkaat/kalanteri/c/g352661>)

### 2.2.1 Kalanterin toimintatapa

Kalanterit ovat pääsääntöisesti kumi- ja paperialan käyttämiä koneita. Kalanterin tehtävänä on kumittaa kangas joko yhdeltä tai molemmilta puolilta. Kankaan päällystys on tärkeä prosessi kumiteollisuudessa. Päällystyksestä osa on valmiita tuotteen osia (sadetakit, saappaan varren osat jne.) ja osa taas vahvikeosia muihin tuotteisiin. Kumitettu kangas voidaan esimerkiksi kuljettaa kalanterilta teollisuusletkuille vahvikkeeksi. Tällöin päällystyskankaasta tulee joko letkun sisä-, väli- tai pintakerros teollisuusletkussa. (Laurila 2011, 160)



KUVA 4. Kalanterin kumin liikkuminen pyörivillä teloilla

Kalanterointi alkaa telojen lämmityksellä. Kalanterin telat lämmitetään oikean lämpöiseksi. Kun telojen lämpötilat lähenevät haluttua, aloitetaan kumisekoituksen esilämmitys valssilla. Valssista esilämmitetty kumi syötetään kalanterin kiitaan. Valssissa kumisekoitus muuttuu homogeenisemmaksi sekoitukseltaan ja lämpötilaltaan. Prosessia olisi mahdoton hallita, jos kumin viskositeetti vaihtelisi kesken kalanteroinnin. Tämän takia kalanterille ajettavan kumisekoituksen täytyy olla mahdollisimman homogeenistä. (Laurila 2011, 164)

Kalantereilla kumitetun kankaan kumit ja kankaat vaihtelevat. Kangas ja kumisekoitus valitaan haluttujen tuoteominaisuuksien mukaan. Kumisekoitteet käyttäytyvät eri tavalla teollisuuden eri vaiheissa. Työntekijän, käyttöohjeen ja prosessin

täytyy olla räätälöity jokaista tuotetta kohden. Koneen ja kulloisen materiaalin käyttäytyminen täytyy olla selkeä niin käyttäjälle kuin käyttöohjeen laatijalle.

(Laurila 2011, 166)

Vaikka kumisekoitus olisi sama, voi kumisekoitus käyttäytyä eri tavalla. Pienetkin muutokset sekoituksen pitoisuuksissa aiheuttavat erilaista käyttäytymistä kalanterilla. Tämän takia kalanterin toiminta vaatii jatkuvaa tarkkailua ja mahdollisia korjaavia toimenpiteitä telojen välien tai nopeuden muokkaamisessa, jotta kumikankaasta tulisi tasapaksu. Turvatoimenpiteitä suunniteltaessa täytyy näkyvyyden koneen alueella säilyä niin tuotteen laadun kuin turvallisuuden varmistamiseksi.

(Laurila 2011, 166)

### 3 VASTAAVAT TURVALLISUUSONGELMAT MUISSA FIRMOISSA

Ensimmäiset kalanterit ovat lähtöisin jo 1800-luvun alusta paperiteollisuutta varten. Pienet nopeudet ja suuret telat tekevät kalantereista pitkäikäisiä. Kalanterit ovat lähtökohtaisesti kestäneet ajan kulun hyvin. Kalantereihin on vuosien saatossa tehty uudistuksia ja niitä on kehitetty entistä tehokkaammiksi. Luonnollisesti suurin osa kalanterien osista on vaihtunut vuosien varrella. Laitteet tuottavat edelleen laadukasta tuotetta, minkä vuoksi vanhaa konetta on vain kehitetty nykyaikaisemmaksi Teknikumilla.

Jatkuva materiaalin syöttäminen koneelle on tehnyt ensisijaiset suojakeinot kuten kiinteiden suojainten ja valoverhojen sijoittamisen haastaviksi turvallistamistoimenpiteeksi. Turvallisuushaasteiden vuoksi suurin osa eri alojen kalantereista on jäänyt toisarvoisten suojien eli hätävaijerien varaan. Tällöin turvallisuus on jäänyt osittain firman työntekijöiden oman huolellisuuden varaan. Turvallisuustoimenpiteissä olisi kuitenkin suotavaa keskittyä ensisijaisiin turvallistamisvaihtoehtoihin. Näitä ovat esimerkiksi valoverhot ja kiinteät suojat, jotka estävät pääsyn vaaralähteen alueelle. Standardit opastavat miten kone voidaan suojata nykyaikaisilla ja turvallisilla ratkaisuvaihtoehdoilla.

Kirjoitettu opinnäytetyö pyrkii toimimaan ohjenuorana kalanterien turvallistamiselle. Opinnäytetyö on kirjoittajan tulkinta direktiiveistä ja standardeista, jonka perusteella on suunniteltu turvallistamistoimenpiteitä kalantereille. Kalanterien rakenne vaihtelee huomattavasti käyttötarkoituksen mukaan. Opinnäytetyössä esitetyt turvallistamistoimenpiteet eivät siis välttämättä päde muiden kuin Teknikum OY:n kalantereille.

## 4 ANALYYSIN TEKEMISEEN VAADITTAVAT TIEDOT

### 4.1 Direktiivien hyödyntäminen

Direktiivi 2006/42/EY on Euroopan unionin jäsenvaltioille tarkoitettu lainsäädäntöohje. Se ei suoraan muuta jäsenvaltion lainsäädäntöä, vaan antaa kansalliselle lainsäätäjälle (Suomessa eduskunnalle) toimintaohjeita. Lainsäätäjän velvollisuus on toteuttaa direktiivin sisältö maansa lainsäädännössä, mutta kussakin jäsenvaltiossa voidaan valita toteuttamisen muoto ja keinot. Jos valtion lainsäädäntö ennestään täyttää direktiivin vaatimukset, mitään lainsäädäntötoimia ei tarvita.

Ennen vuotta 1994 valmistetuille koneille ei Direktiivi 2006/42/EY velvoita turvallistamistoimenpiteitä. Turvallisuuteen tutustumisen kannalta direktiivi opastaa hyvin millaisia turvallistamistoimenpiteitä suositellaan koneiden turvallistamiseksi. Samalla käy selväksi, miten koneesta tehdään mahdollisimman turvallinen. Riskianalyysin tietoja ja dokumentaation tietoja tulee päivittää riskianalyysin ja uudistustoimenpiteiden edetessä.

Turvallistamistoimenpiteet tehdään suomen työturvallisuuslaki 2002/ L738 ja valtioneuvoston säädöskokoelman 2008/400-406 vaatimusten mukaisesti. Työturvallisuuslaki 2002/ L738 ja säädökset 2008/400-406 on rakennettu Euroopan yhteisön direktiivin 2006/42/EY ohjeistuksen mukaan. Kyseinen laki ja säädökset mukailevat Euroopan yhteisön koneturvallisuus direktiiviä ottaen huomioon suomen olosuhteet ja lait.

Direktiivit ovat standardeihin verrattuna yleensä vähemmän tarkkoja ja vaativia. Alustava analyysi tehdään myötäillen 2006/42/EY- direktiiviä, jonka jälkeen analyysissä siirrytään standardien tiukempaan ja laitekohtaisempiin vaatimuksiin.

Koneelle voidaan tehdä työturvallisuus keskuksen laatima koneen tarkistuslista, jossa käy ilmi onko kone ja koneen käyttöympäristö turvallinen. Kuva 5 on työntekijän tekemä analyysi kalanterin turvallisuudesta. (SFS-EN ISO 12100, 2010)

**Koneen tarkistuslista**       Ennakkotarkastus     Käyttöönottotarkastus     Jälkitarkastus

Kone: KL-002		Toimittaja: Aapo Majanen
Tarkastuspäiväys: 12.12.2018		Läsnä: -
Tarkastettava asia	Kunnossa?	Huomautukset
• Konekilpi ja CE-merkintä	X	Osa koneistosta oli CE- merkitty ja osa ei
• Kytinten ja merkivalojen merkinnät	○	
• Varoituskyltit	○	
• Käyttöohje	X	Käyttöohje puuttui
• Suojarakenteet	○	
• Turvalaitteet	○	
• Huoltotasot, portaat, kaiteet	○	
• Terävät kulmat, särmät ja kuumat pinnat suojattu	○	
• Kompastumisvaara minimoitu	○	
• Nielut, ketjut, hammaspyörät yms. suojattu	X	Nielut on lähes täysin suojattu
• Kemikaalisäiliöt ehjät, ei vuotoja	○	
• Energiansyötöille (sähkö ja paineet) ja materiaalikuljettimille pääkytkimet ja tarvittaessa tyhjennysventtiilit	○	
• Häätäpysäyttimet	○	
• Melu-, pöly- ja kaasupäästöt	○	
• Soveltuvuus käyttöpaikalle	○	
- Sähkölaitteiden kotelointi	○	
- Sähkömagneettiset häiriöt	○	
- Kuormitukset	○	
- Lämpö- ja kosteusolot	○	
- Riittävästi tilaa	○	
- Varastopaikat	○	
• Muut tarkistukset tehty	○	
Muut huomautukset: Trukkiliienne on vaarallisen lähellä työskentelypistettä.		
Allekirjoitukset:		
<hr/>		<hr/>
Vastaanottaja		Toimittaja
<hr/>		<hr/>
Työsuojelupäällikkö		Työsuojeluvaltuutettu

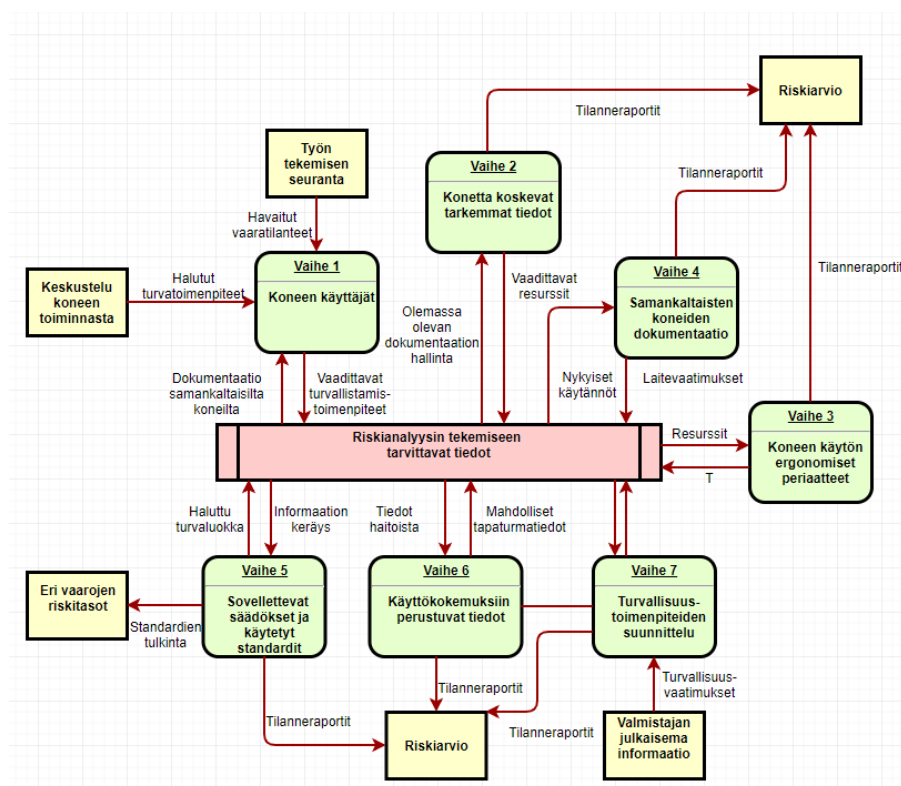
Työturvallisuuskeskus

KUVA 5. Työturvallisuuskeskuksen koneen tarkistuslista

Riskien poistoon pohditaan ratkaisuja käyttäen ohjenuorana SFS-EN ISO 12100, 2010 standardia sekä valtioneuvoston säädöksiä 2008/400-406 ynnä Euroopan yhteisön laatimaa direktiiviä 2006/42/EY. Kalanterien riskiarviot toteutetaan käytännössä standardin ISO/TR 14121-2 riskiarviotyökaluilla.

## 4.2 Direktiivin 2006/42/EY mukainen riskianalyysi

Euroopan Yhteisön direktiivin 2006/42/EY mukaan koneen riskinarviota varten tulee analyysin tekijällä olla saatavilla kaikki riskianalyysin kannalta oleelliset tiedot koneen toiminnasta. Näihin kuuluvat koneen käyttäjät, samankaltaisten koneen aikaisempien suunnitelmien dokumentaatio, käytettävissä olevat koneen käyttöä koskevat tiedot. Lisäksi tarvittavaa dokumentaatiota ovat mm. mahdolliset tapaturmatiedot sekä konekohtaiset säädökset. Lisäksi standardeihin ja muihin asiaankuuluviin teksteihin on suositeltavaa olla pääsy riskiarvion tekemistä varten (kuvio 1).



KUVIO 1. Tarvittavat tiedot riskianalyysille

### 4.2.1 Koneen käyttäjät

Koneen käyttäjät liittyvät oleellisesti koneen turvallistamistoimenpiteisiin. Heillä on kertynyt vuosien kokemus koneesta ja sen käyttöön liittyvistä riskeistä. Keskustelemalla heidän kanssaan selvisivät käyttäjien mielipiteet eri vaaroista. Työntekijöiden ja turvallisuusryhmän havainnoimia vaaroja käsitellään tarkemmin kappaaleesta 9 lähtien. (2006/42/EY)

Turvallisuustoimenpiteiden edetessä käyttäjiltä tulee kysyä palautetta ja mielipiteitä toteutetuista ratkaisuista. Turvallisuustoimenpiteet tulisi suunnitella ja toteuttaa niin tavalla, jossa kaikki ovat tyytyväisiä lopputulokseen.

#### 4.2.2 Koneita koskevat tarkemmat tiedot

Kone koostuu lukemattomista osista. Liikkuvat osat, koneympäristö sekä muut osat voivat aiheuttaa vaaraa käyttäjille. Nämä vaarat voidaan jakaa mm. materiaaliin, ohjauksellisiin, ergonomisiin ja mekaanisiin vaaroihin (Taulukko 1).

TAULUKKO 1. A-typin standardissa mainittuja standardeja b-standardeissa

A-TYYPIN STANDARDI SFS-EN ISO 12100		
B-TYYPIN STANDARDIT	MATERIAALIT JA PÄÄSTÖT	Tulipalo ja räjähdys, hygienia
	PÄÄSTÖJEN HALLINTA JA MITTAUS	Melu, värinä, säteily, aineet
	SUOJAUSTEKNISET LAITTEET	Suojukset, turvalaitteet
	TEHONSYÖTTÖJÄRJESTELMÄT	Sähkö, hydraulikka ja pneumatiikka
	OHJAUSJÄRJESTELMÄT	Rakenneperiaatteet, odottamattoman käynnistyksen estäminen, hätäpysäytys
	IHMISEN JA KONEEN VÄLINEN VUOROVAIKUTUS	Ohjaus- ja näyttölaitteet, signaalit, merkinnät, ohjeet
	ERGONOMIA	Ihmisen henkiset kyvyt, fyysinen ympäristö, antropometria ja biomekaniikka
	ETÄISYSSUOJAUS	Turvaetäisyydet, puristussuojaetäisyydet
	KULKUTIET	Tasot, kaiteet, portaat, tikkaat

Luonnollisesti esimerkiksi sähköliitännöillä ja ohjausjärjestelmillä on iso vaikutus turvallisuuteen. Hätäseisoin toimimattomuus hätätilanteessa on hengenvaarallista. Tämän vuoksi sähkökaapit tulee käydä huolellisesti läpi piirustusten kanssa ja varmistaa, että koneen sähköjärjestelmän pettäessä kone pysähtyy hallitusti. (2006/42/EY)

Muuta analyysia varten tarvittavaa dokumentaatiota ovat mm. kirjallinen käyttäjähäpärehdytys/käyttöohjeet, koulutustiedot, mahdolliset vaarat mitä koneella työkennellessä täytyy tiedostaa ja vaaratilanteisiin oikealla tavalla reagoiminen. (2006/42/EY)

Kalanteria on uudistettu säännöllisesti paremmaksi, eivätkä aikaisemmin laaditut käyttöohjeet kalantereilla enää olleet ajankohtaisia. Käyttöohjeiden vanhuuden vuoksi Teknikumilla aloitettiin viipymättä uusien käyttöohjeiden ja turvallisuusohjeiden laatiminen. Tällä hetkellä koneilla ovat olleet samat henkilöt jo vuosikymmeniä, minkä vuoksi käyttöohjeiden laatimista ei ole koettu tarpeelliseksi.

(2006/42/EY)

### **4.3 CE-merkinnän luovuttaminen koneelle**

Koneelle voidaan antaa CE-merkintä, kun se täyttää Euroopan Yhteisön laatiman direktiivin 2006/42/EY edellytykset koneturvallisuudelle. Euroopassa tehdyille koneille halutaan yleensä CE-merkintä turvallisuuden takaamiseksi. CE-merkintä kertoo valmistajan todenneen koneen mielestään turvalliseksi. Samalla CE-merkintä koneen kyljessä kertoo muille, että koneen valmistaja on laatinut ja toimitanut 2006/42/EY-direktiivissä vaaditut dokumentit koneturvallisuudelle ja ne on hyväksytty.

#### **4.3.1 Direktiivi 2006/42/EY edellytykset**

Alustavista suunnitelmista ja piirustuksista voidaan valmistaa prototyyppi. Prototyypin valmistuksen jälkeen voidaan tehdä tarvittavat rakenteen muutokset koneelle ja uudet piirustukset, joista seuraava prototyyppiversio tehdään. Kun prototyyppi sitten koetaan teknisesti tyydyttäväksi koneeksi/laitteeksi voidaan se CE-dokumentoida (Direktiivi 2006/42/EY).

CE-dokumentointi tapahtuu kokoamalla yhteen ja laatimalla rakennetiedostoon kuuluvat dokumentit, kuten: Käyttöohjeet, piirustukset, ohjauskaaviot ja tarvittavat laskelmat Direktiivin 2006/42/EY liite 1 mukaisella tarkastelulla. (2006/42/EY)

Tämän jälkeen laite turvallistetaan lisäämällä tarvittavia teknisiä muutoksia. Lopulta käydään läpi EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus ja haetaan EY-tyyppihyväksyntä. Kaikkien aikaisempien vaiheiden jälkeen koneen valmistaja voi kiinnittää CE-merkin koneeseen. Samat toimenpiteet voidaan tehdä myös vanhalle koneelle, kun sille halutaan CE-merkintä. (2006/42/EY)

#### **4.4 CE-merkinnän vaatimusten toteutus**

Edellisen kappaleen perusteella voidaan todeta valmistajan olevan päävastuussa koneen dokumentaation toimittamisesta. Koneen valmistajaa ei kuitenkaan enää ole ja koneen olemus on muuttunut radikaalisti vuosien aikana uudistuksien myötä. Täten dokumentaatiosta vastaava taho olisi luonnollisesti Teknikum OY.

## **5 DIREKTIIVIT KONETURVALLISUUDELLE**

Koneturvallisuuden takaamiseksi on olemassa koneturvallisuuden direktiivejä ja standardeja. Koneenkäytön riskejä voidaan pienentää käyttämällä näitä yhteisiä pelisääntöjä. Direktiivit ja standardit ovat yleensä hieman hankalasti lähestyttäviä juridisen muotonsa vuoksi.

### **5.1 Konedirektiivi ja koneasetukset**

Koneturvallisuus tulee konedirektiivin mukaan huomioida jokaisessa koneen elinkaaren vaiheessa. Havaittuja riskejä tulee jokaisessa elinkaaren vaiheessa vähentää mahdollisimman paljon. Vasta kun kone on valmistajan mielestä tehty mahdollisimman turvallisesti, voidaan koneelle hankkia CE-merkintä. CE-merkintä on perusedellytys koneen myymiselle ja turvalliselle asennukselle Euroopan Unionin alueella. (2002/ L738)

Direktiivien lisäksi koneen täytyy täyttää oman tuoteryhmänsä tuotedirektiivit sekä harmonisoidut EU-vaatimukset. Yhdenmukaistettujen koneturvallisuuden standardien huomioiminen on erittäin suositeltua muttei välttämätöntä. (VNa 2008/400)

### **5.2 Suunnittelu- ja Käyttövaihe**

Suunnitteluvaiheessa tulee kone suunnitella koneasetusten VNa 2008/400 ja 2004/1016 mukaan. Käyttövaiheessa tulee huomioida työturvallisuuslaki 2002/L738, käyttöasetus VNa 2008/403 (valitseminen ja sijoittaminen; käyttöohjeet; toimintakunnon varmistaminen; vaaran arviointi ja poistaminen 2... 5 ½) sekä EU:n vähimmäisvaatimukset.

## **6 TURVALLISTAMISTOIMENPITEIDEN ALOITUS**

Konedirektiiviä 400/2008 sovelletaan koneisiin, vaihdettaviin laitteisiin, turvakomponentteihin, nostoapuvälineisiin, ketjuihin, köysiin, vöihin, nivelakseleihin ja puolivalmisteisiin koneisiin. Direktiivin mukaan konetta ei saa markkinoida ennen kuin vaaditut tekniset tiedostot on laadittu, valmistajan vaatimustenmukaisuusvaikutus on hyväksytty ja koneeseen on kiinnitetty CE-merkintä. (1994/1314)

### **6.1 Koneen valmistajan tehtävät**

Koneen valmistajan tulee käydä läpi seuraavat alakappaleiden kohdat teknisessä tiedostossa. Vasta tämän jälkeen voidaan konetta myydä Euroopan markkinoilla. (2006/42/EY)

#### **6.1.1 Koneen tarkoitettu käyttö**

Kone on tarkoitettu kumin liittämiseksi kankaaseen. Kangas siirtyy kalanterilta jäähdytysteloille, joista se pyöritetään kumikangasrulliksi. Mahdollisimman paljon kumin ja kankaan eri prosessin vaiheista olisi hyvä olla koneella.

#### **6.1.2 Koneen toimintatapa, asennuksen edellyttämä tila ja liitännät**

Kalanterin tulee toimia turvallisesti ja käytännöllisesti. Kalanterilla ajetaan työhö-jeen mukainen määrä kumia kankaan päälle. Kumikangas ajetaan kerran tai kaksi kalanterin lävitse, jotta työhöjeen mukainen vahvike saadaan aikaiseksi.

Koneen hätäseis, ohjauspaneelin toimivuus ja silmämääräinen koneen tarkastelu tulee suorittaa säännöllisesti, jotta koneen perusturvaedellytykset ovat varmasti toiminnassa. Työntekijän vastuulla on valvoa että kone toimii sille tarkoitetulla tavalla.

### 6.1.3 Koneen elinkaari

Koneen elinkaari koostuu seuraavista vaiheista:

- suunnittelu
- asennus
- käyttäminen
- mahdollinen siirtäminen
- poistaminen käytöstä

(Euroopan työturva ja työturvallisuus virasto)

Kalanterin osien tai turvaosien hajotessa koneen täytyisi pysyä turvallisena käyttä. Käyttö-, tarkastus- ja huoltotoimenpiteet tulee olla suunniteltu turvallisiksi. Lisäksi koneen muutostöiden ja käytöstä poiston täytyy olla vaaratonta.

### 6.1.4 Riskien arvionti

Riskiä arvioitaessa otetaan huomioon vamman vakavuus ja esiintymistodennäköisyys. Riskeihin vaikuttavat tekniset ja inhimilliset tekijät tulee analysoida. Analyysin perusteella tehdään riskinarvio. Riskinarvion jälkeen suunnitellaan turvallisuustoimenpiteet. Koneen tulisi olla turvallinen käyttää koko elinkaarensa ajan.

Kalanterin tapauksessa suojakuoret, ergonomisuus, sähköpiirit ja turvallisuus täytyy kaikki käydä lävitse huolellisesti. Kalanterille on olemassa oma C-standardinsa (SFS-EN 12301/A1, Kumi- ja muoviteollisuuskoneet, Kalanterit, Turvallisuusvaatimukset, 2009), jota olisi suositeltavaa noudattaa riskianalyyssissä ja turvallistamistoimenpiteissä.

### 6.1.5 Koneen turvallisuusvaatimusten selvitys

Koneen suunnittelija laatii vaaratekijäluettelon ottamalla huomioon koneen tarkoitettun käytön, vaaravyöhykkeet ja käyttötavat/-olosuhteet. Lisäksi jo valmistusvaiheessa tulee ennakoida muut mahdolliset vaaratekijät. Tämä pätee luonnollisesti myös koneen uudistamistoimenpiteiden suunnitteluun. (VNa 2008/400)

### **6.1.6 Koneen parantamisen suunnittelu ja toteuttaminen olennaisten turvallisuusvaatimusten mukaisesti**

Valitaan sellaisenaan turvallista teknologiaa tai prosesseja. Kone suunnitellaan rakentamalla kaikki mahdolliset voimansiirtolaitteet ja vaaralliset osat rungon sisään tai turvakaiteiden sisään riskin minimoimiseksi.

Laskentamenetelmät ja hyvät ergonomian periaatteet huomioidaan, jotta kone olisi turvallinen ja mukava käyttää. Käsintehty työvaiheet tulisi joko mekanisoida tai automatisoida.

Niitä vaaratekijöitä, joita ei voida poistaa suunnittelulla tulee minimoida SFS-EN ISO 12100, 2010 mukaisilla toimenpiteillä. Suojukset ja turvalaitteet suunnitellaan SFS-EN ISO 13857, 2008 mukaan. Muita koneturvallisuusstandardeja olisi tärkeää hyödyntää riskin vähentämiseksi.

Kalanterille konekohtainen standardi SFS-EN 12301/A1, 2009 on tärkein yksittäinen dokumentti kalanterin turvallisuustoimenpiteiden vaativampaa suunnittelua varten. Standardi sisältää lukuisia viittauksia a- ja b-standardeihin, jotka yhdessä 12301/A1-standardin kanssa viitoittavat turvallisten suojatoimenpiteiden toteuttamisen.

Kalanteri tulee testata sekä kokonaisuutena että yksittäisiltä komponenteilta. Selostus toimivuudesta sekä tulokset sijoitetaan koneen lähelle tekniseen tiedostoon.

### **6.1.7 Käyttöohjeiden laatiminen**

Ohjeiden laatiminen koostuu käyttö- ja huolto-ohjeista, merkinnöistä sekä muista varotoimenpiteistä. Erityisen tärkeää on ilmoittaa kaikista vaaratekijöistä koneen vastaanottajalle. Koneeseen tulee tarvittaessa olla perehdytys ja tarvittavat henkilösuojaimet ennen käyttöönottoa.

Ohjeissa tulee perehdyttää mahdollisiin vaaroihin, mikäli konetta käytetään muulla kuin ohjeissa kuvatulla tavoilla. Lisäksi ohjeissa tulee jo suunnitteluvaiheessa selvittää lisävarotoimenpiteiden tarve, johon kuuluu:

- varotoimenpiteet hätätilanteisiin
- koneen huollettavuuden varmistus
- energian purkautuminen luotettavasti
- käyttö- ja huoltokohteisiin turvallinen pääsy
- koneen ja koneen osien vakavuuden varmistaminen
- vianetsintä- että korjausjärjestelmät.

Jo suunnittelun alkuvaiheessa tulee koneen valmistajan huomioida koneeseen liittyvät vaarat niin koneen käytössä kuin mahdollisessa väärinkäytössä. Käyttöohjeiden tulee olla selkeät. Ohjeissa tulee huomioida, onko kone tarkoitettu ammatti- vai kuluttajakäyttöön.

Koneen mukana olevat ohjeet tulee olla suomen ja ruotsin kielellä. Sekä muualle Euroopan talousalueelle vietäessä kyseenomaisen maan virallisella kielellä.

#### **6.1.8 Kalanterin dokumentaatio**

Kalanterilla tulee olla seuraavat dokumentit: Työohje, käyttöohje, huolto-ohje ja turvallisuusohje. Työohjeen ja käyttöohjeen tulee sisältää kaikki vaadittava informaatio kalanterin käytölle. Työohjeen avulla uuden operaattorin pitäisi teoriassa pystyä käyttämään konetta turvallisesti koneen halutun käyttötavan mukaisesti.

Huolto-ohjeessa tulee lukea suunnitellut toimenpiteet koneen osien vaihdolle. Parhaimmassa tapauksessa huolto-ohjeissa lukee komponentin malli, valmistaja sekä purku ja asennusohjeet.

Turvallisuusohjeessa tulee olla lista kaikista eri vaaroista mitä koneen käytössä voi tapahtua. Kun koneen käyttäjä tiedostaa mahdolliset vaarat, osaa koneen käyttäjä myös paremmin varoa kyseisiä vaaranlähteitä.

### **Koneen asennus käyttökuntoon**

- Koneetta siirrettäessä, asennettaessa tai muuten uudelleenasennusta tehdessä tulee koneella olla koneen asennusohjeet. Asennusohjeiden tulee luonnollisesti olla nykypäivän mukaiset uusien koneen osien kera.

### **Koneen turvallinen käyttö**

- Koneetta tulee voida käyttää turvallisesti koneen valmistajan tarkoittamalla tavalla ilman että inhimillisen virheen aiheuttama vaara on suuri.

### **Tarkastusohjeet**

- Kalanteri tulee silmämääräisesti tarkistaa vioilta ennen käyttöönottoa. Häätäseis-painikkeiden toiminta tulee säännöllisesti varmistaa.

### **Käsittely- ja kuljetusohjeet**

- Kalanteria siirrettäessä täytyy olla olemassa ohjeistus kalanterin turvalliseen siirtämiseen.

### **Koneen paikalleen asentaminen**

- Kalanteri tulee voida asentaa turvallisesti ja koneen osien tulee olla helposti vaihdettavissa.

### **Kokoonpano, purkaminen ja kunnossapito**

- Kokoonpanon ja purkamisen täytyy olla turvallista.
- Säädön, huollon ja korjausten tekeminen täytyy olla turvallista.

### **Perehdyttämisohteet**

- Kalanterin käyttäjän tulee ymmärtää laitteen käyttötarkoitus. Hänen on oltava täysikäinen, ymmärtää vaarat ja osata välttää niitä.

### **Koneen käyttöön liittyvien työkalujen ohjeistus**

- Puukon, terävien lisälaitteiden ja trukkien ohitse kulkeminen täytyy tiedostaa. Nämä kaikki aiheuttavat vaaraa koneen läheisyydessä.

### **Tarvittaessa koneen kielletyt käyttötavat**

- Käyttöohjeissa olisi hyvä olla kohta koneen kielletyistä käyttötavoista.

### **Melutasot ja ääriä**

- Melupäästösuureet, äänitehotaso ja äänenpaineen huippuarvo työskentelypaikalla on nähtävillä dokumentaatiossa. Käsikäyttöisistä koneista ja liikkuvista työkoneista tulee antaa tiedot ääriästä. Näitä tulee verrata suositeltuihin maksimimelutasoihin. Tehdastiloissa kovien äänien läheisyydessä täytyy käyttää kuulosuojaimia. Teknikum Oy:ssä on kuulosuojainpakko.

### **6.1.9 Tarvittavien merkintöjen lisääminen koneeseen**

Koneessa tulee olla valmistajan nimi ja osoite, CE-merkintä, sarja- tai tyyppimerkintä, mahdollinen sarjanumero ja valmistusvuosi. Lisäksi varoitustekstit- ja merkinnät, koneen paino, liikkuvien tai pyörivien osien suurimmat sallitut nopeudet, henkilösuojainten käyttöopastus. Lisäksi huoltoon ja tarkastuksiin liittyvät merkinnät saattavat olla aiheellisia.

Lisämerkintöjä kaivataan myös, jos koneen liikkumisesta aiheutuu vaaroja. Tällöin olisi hyvä mainita nimellisteho kilowatteina, tavallisimman kokoonpanon paino, suurin sallittu valmistajan ilmoittama kiinnityskoukun vetokuormitus ja suurin sallittu valmistajan ilmoittama pystysuora kuormitus kiinnityskoukussa.

Varoituskilvissä on käytettävä standardia SFS-ISO 3864. Standardista ilmenee kylttien koko, väri, sisältö sekä muut olennaiset tiedot. Varoituskilpien tulee olla yhteisten pelisääntöjen mukaisia, jotta ne ovat helposti tunnistettavissa ja käyttäjä tiedostaa välittömästi kilvet nähdessään koneella olevat potentiaaliset vaarat.

### **6.1.10 Teknisen tiedoston laatiminen**

Koneen tekninen rakennetiedosto on laadittava ja säilytettävä vähintään 10 vuoden ajan koneen valmistuspäivästä. Teknisen tiedoston avulla voidaan osoittaa koneen vaatimustenmukaisuus.

Teknisen rakennetiedoston tulee sisältää yleispiirustus sekä ohjauspiirikaavio, täydelliset piirustukset sekä laskelmat ja testaustulokset, kuvaus koneen aiheuttamien vaarojen estämisen menetelmistä, pätevän laitoksen antama raportti tai sertifikaatti tarvittaessa, testausten tulokset standardien mukaan, käyttöohjeiden kopio sekä selvitys laadun tasaisuudesta.

### 6.1.11 EY-tyyppitarkastus

Konepäättöksen liitteessä 4 mainitaan ne koneet ja turvakomponentit, joille on tehtävä tyyppitarkastus. Tyyppitarkastus on pakollinen, jos konetta ei ole valmistettu yhdenmukaistettujen standardien mukaisesti. Liitteen 4 mukaisten koneille riittää teknisen rakennetiedoston lähettäminen ilmoitettuun laitokseen. (VNa 2008/400)

Ilmoitettu laitos on laitos, jonka mittatekniikan keskus on todennut päteväksi tekemään EY-tyyppitarkastuksen ja, jonka jäsenvaltio on ilmoittanut tähän tehtävään. Näitä ovat Suomessa SGS Fimko Oy, Inspecta Tarkastus Oy, VTT ja MTT/VAKOLA. Tyyppitarkastuksen jälkeen valmistaja laatii ja allekirjoittaa vaatimustenmukaisuusvakuutuksen ja tekee CE-merkinnän koneeseen.

[https://www.sfs.fi/sfs\\_ry](https://www.sfs.fi/sfs_ry)

### 6.1.12 Vaatimustenmukaisuusvakuutus

Valmistajan on laadittava koneesta vaatimustenmukaisuusvakuutus, jonka avulla hän vakuuttaa, että kone täyttää kaikki olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset, jotka koneelta vaaditaan.

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa tulee olla: Valmistajan tai Euroopan talousalueelle sijoittautuneen edustajan nimi ja osoite, koneen kuvaus, luettelo määräyksistä, jotka kone täyttää, tarvittaessa ilmoitetun laitoksen nimi, osoite sekä EY-tyyppitarkastusentodistuksen numero. Lisäksi tarvittaessa viittaus yhdenmukaistettuihin standardeihin, kansallisiin standardeihin, sovellettuihin ohjeisiin ja vastuuhenkilön yksilöinti esim. allekirjoituksella ja nimenselvennyksellä.

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta tulee näkyä mihin säädöksiin CE-merkintä perustuu. Suositeltavaa on mainita kaikki säädökset ja standardit, jotka ovat koneen toiminnan kannalta elintärkeitä. Tukesin sivulta löytyy hyvä esimerkki EU-vaatimustenmukaisuusvakuutuksen pohjasta (Kuva 6.).

## EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus

1. Tuotteen tunnistenumero: Malli/tyyppi/erä/sarjanumero

2. Valmistajan tai sen valtuutetun edustajan nimi ja osoite:

Yrityksen nimi

Postiosoite

Postinumero ja -toimipaikka

Puhelinnumero

Sähköpostiosoite

3. Tämä vaatimustenmukaisuusvakuutus on annettu valmistajan yksinomaisella vastuulla.

4. Vakuutuksen kohde:

Tuote: Tuotteen nimi/kuvaus

Tuotemerkki: Tuotemerkki

Malli/tyyppi: Malli/tyyppi

Muut kuvaustiedot, esim. kuva

5. Edellä kuvattu vakuutuksen kohde on asiaa koskevan unionin yhdenmukaistamislainsäädännön vaatimusten mukainen:

Luettele tässä kaikki direktiivit ja asetukset, jotka koskevat laitetta.

6. Viittaus niihin asiaankuuluviin yhdenmukaistettuihin standardeihin, joita on käytetty, tai viittaus muihin teknisiin eritelmiin, joiden perusteella vaatimustenmukaisuusvakuutus on annettu:

Säädös

xxx

Täytä tähän käytettyjen standardien tai teknisten eritelmien (kuten kansalliset tekniset standardit ja eritelmat) tarkat, täydelliset ja selkeät tiedot, mukaan lukien standardin versio tai päiväys

7. [Tarvittaessa] Ilmoitettu laitos [yksilöinti] suoritti [toimenpiteen kuvaus] ja antoi todistuksen:

Ilmoitetun laitoksen

nimi ja tunnusnumero

xxx

Toimenpide,

moduuli

xxx

Ilmoitetun laitoksen myöntämän todistuksen tai

päätöksen viitetiedot

Täytä tähän mahdollisen EU-tyyppitarkastustodistuksen, EU-vaatimustenmukaisuustodistuksen tai arviointipäätöksen viitetiedot

8. Lisätietoja

[Valmistajan] puolesta allekirjoittanut:

Paikka ja aika

Valmistaja / Valtuutettu edustaja: (valitse vaihtoehto, jota edustat)

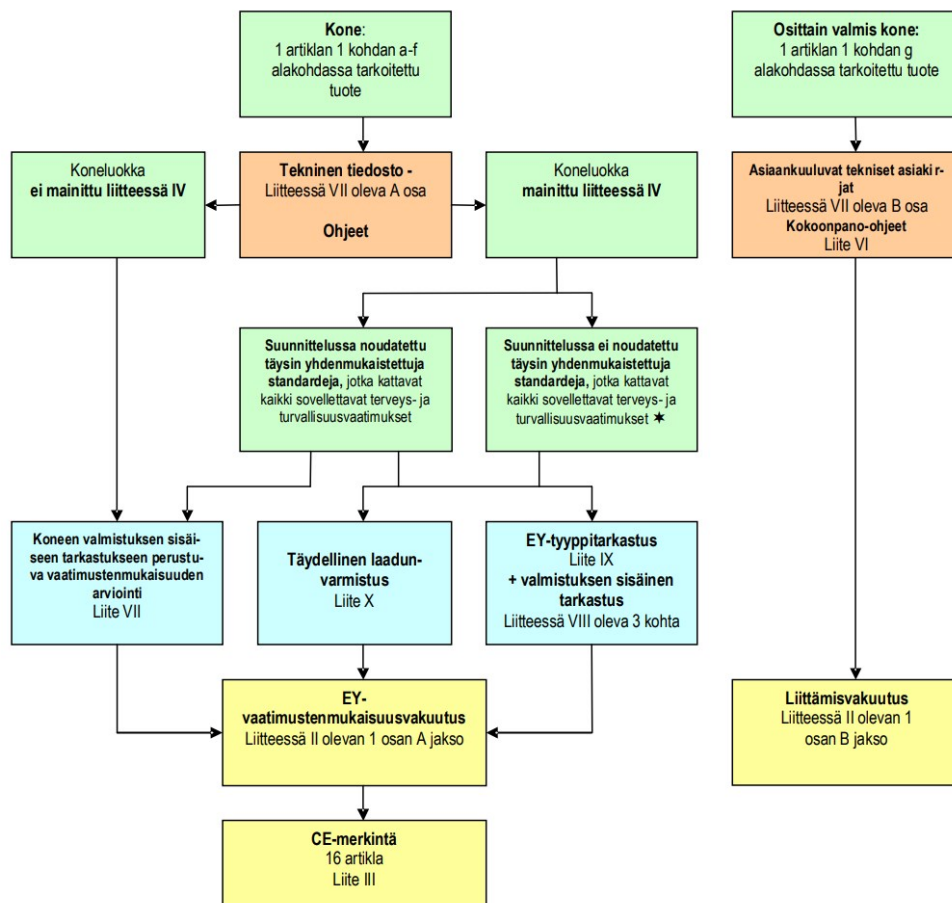
Yrityksen nimi

Allekirjoittajan nimi ja titteli

KUVA 6. Esimerkki EU-vaatimustenmukaisuus vakuudesta (<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/vaatimustenmukaisuus/eu-vaatimustenmukaisuusvakuutus>)

### 6.1.13 CE-merkinnän kiinnitys

CE-merkintä voidaan edeltävien vaiheiden onnistuneen suorittamisen jälkeen kiinnittää koneeseen. Merkinnän tekee koneen markkinoille saattaja. Kuviossa 2. on toimenpiteiden havainnollistuminen CE-merkinnän saamiseksi.



KUVIO 2. Tiivistetysti 2006/42 artiklojen 12 ja 13 säädellyt menettelyt koneen CE-merkinnän hyväksymiselle

### 6.1.14 Yhteenveto

Hyvä ja ajantasainen dokumentaatio auttavat kalanterin turvallistamista. Tärkeimmät turvallisuusdokumentit hankitaan kappaleen 6.1 mukaan, jotta riskiarvio voitaisiin tehdä mahdollisimman kattavasti. Tällöin koneen turvallisuus saadaan maksimoitua. Kaikkea dokumentaatio ei ole resursseja eikä järkeä hankkia. Todennäköisimmin kalanterit viettävät lopun ikänsä paikallaan, minkä vuoksi myyntiin ja asentamista varten tarvittavia dokumentteja ei kaivata.

## 7 STANDARDIT JA TEKIJÄNOIKEUSONGELMAT

Direktiivejä huoleellisempia ja yksityiskohtaisempaa ohjeistusta tarjoavat standardit. Standardit ovat kuitenkin maksullisia ja ovat täynnä viittauksia toisiin standardeihin. Toisin sanoen yksittäinen standardi ei juuri lohdata lukijaa, sillä standardi usein viittaa tusinaan uuteen standardiin, jotka taas vuorostaan viittaavat jokainen tusinaan uuteen standardiin. (<https://www.sfs.fi>)

Luonnollisesti standardit on tarkoitettu vain yritykselle itselleen käytettäväksi. Täten opinnäytetyö ei voi liian yksityiskohtaisesti selostaa turvallistamistoimenpiteitä. Koneturvallisuuden näkökulmasta yrityksen pitäisi pystyä turvallistamaan tuotannon kalanterit käyttämällä tätä opinnäytetyötä ja standardeja rinnan.

([https://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/tekijanoikeus](https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/tekijanoikeus))

SFS määrittelee seuraavalla tavalla standardien käytön: ”*opiskelijoilla on lopputyössään lupa lainata otteita aiheita käsittelevistä SFS-standardeista*”. Standardien osittainenkin julkaiseminen tai kopiointi on sallittu vain SFS:n luvalla ([https://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/tekijanoikeus](https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/tekijanoikeus)). Tämän takia opinnäytetyössä keskitytään enemmän kaikkien saatavilla oleviin materiaaleihin.

Riskiarviot ja turvallisuustoimenpiteet toteutetaan tavalla, jossa kuka tahansa voi helposti seurata turvallisuustoimenpiteiden etenemistä. Vaaran poisto tapahtuu yhdistelemällä maalaisjärkeä, direktiivejä ja standardeja.

Opinnäytetyössä käydään läpi kaikki mahdolliset vaaratilanteet, käytetyt riskianalyysointikalut ja koneturvallisuuden kannalta oleelliset standardit. Vasta kun kaikki tarpeellinen informaatio riskianalyysin muodostamista varten on hankittu, voidaan turvallistamistoimenpiteiden suunnittelu aloittaa.

([https://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/tekijanoikeus](https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/tekijanoikeus))

Niitä vaaranlähteitä, joita ei mainita 12301/A1, 2009- standardissa, tulee tulkita SFS-EN ISO 12100, 2010 standardia tai siitä johdannaisten B-standardien avulla. Yksi käytetyistä standardeista on B-standardi ISO 13857, 2008, joka käsittelee turvaetäisyyksiä ja raajojen lähestymistä kohti vaaranlähteitä.

## 8 PEREHDYTYKSEN STANDARDEIHIN

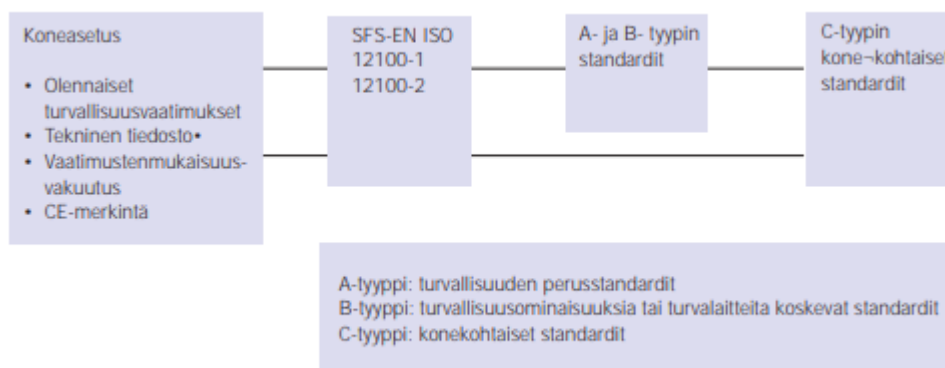
Direktiiviä tulee aina noudattaa, mikäli jäsenmaa sitä velvoittaa. Käytännössä esimerkiksi direktiivi 2006/EY/42 toteutuu Suomessa valtioneuvoston koneturvallisuuden asetusten 400-406 avulla. Direktiivit eivät tarjoa yksityiskohtaista tietoa turvallistamistoimenpiteiden toteutuksesta. (ISO 12100, 2010)

CE-merkintä voitaisiin hankkia kalanterille noudattamalla edellisen kappaleen ohjenuoria. CE-merkintä ei kuitenkaan takaa, että kone olisi tarpeeksi turvallinen. Tehtaissa voidaan vaatia vielä CE-merkintää vaativampaa turvallisuustasoa. Tämän vuoksi Euroopan Yhteisö ja muut standardoimisliitot ovat luoneet normeja, jotka toimivat ohjenuorina koneen elinkaaren kaikissa vaiheissa. (ISO 12100, 2010)

Standardit merkitään etukirjaimella ja numeroyhdistelmällä. Kirjainten edetessä standardi muuttuu yksityiskohtaisemmaksi. Standardin nimessä oleva numero implikoi taas standardin järjestysnumeron. Esimerkkinä kalanterin koneturvallisuuden standardi on c-standardi: SFS-EN 12301/A1, Kumi- ja muoviteollisuus-koneet, kalanterit, turvallisuusvaatimukset, 2009, Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry. Standardi 12301/A1, 2009 käsittelee yksityiskohtaisesti turvallistamistoimenpiteitä ja vaadittuja edellytyksiä kalanterin turvallisuudelle ja turvalliselle työympäristölle. (ISO 12100, 2010)

Yksinään tämä c-standardi kertoo hyvin vähän. C-standardit ovat täynnä viittauksia sekä b- että a-standardeihin. B- ja a-standardit ovat myös täynnä viittauksia lukuisiin standardeihin. B- ja c-standardit voivat vaatia eri toimenpiteitä turvallistamisuuden saavuttamiseksi. Ristiriitatilanteessa c-standardin ohjeistus ylittää b-standardin toimivallan ja b-standardi taas a-standardin toimivallan. C-standardit ovat konekohtaisia ja tämän vuoksi yleensä yksityiskohtaisempia. Yksityiskohtaisempi lähestyminen takaa tarvittavat edellytykset koneen turvallisuudelle toiminnalle. (ISO 12100, 2010)

Koneturvallisuuden perusstandardi on A-standardi: SFS-EN ISO 12100 (aikaisemmin 12100-1 ja 12100-2). Koneturvallisuuden standardi SFS-EN ISO 12100 on 2006/42/EY- direktiiviä tarkempi vaatimuslista koneen käytön vaatimuksista (kuvio 3).



KUVIO 3. Standardeihin viittaaminen. Turvallisuuden perusstandardit ja konekohtaiset standardit.

([https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/Koneturvallisuus\\_tso\\_16-2009.pdf/6ae406a0-29fc-45fa-a4a6-19e38af399cc](https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/Koneturvallisuus_tso_16-2009.pdf/6ae406a0-29fc-45fa-a4a6-19e38af399cc))

SFS:n sivuilla mainitaan koneturvallisuuden kannalta tärkeimmät standardit (taulukko 2). Standardit ovat maksullisia ja niitä ostettaessa on hyvä pitää mielessä, että perusstandardien lisäksi, joita taulukossa 2 näkyy, täytyy koneen turvallistamiseksi huomioida myös konekohtaiset c-standardit (ISO 12100, 2010).

## TAULUKKO 2. Koneturvallisuuden standardit.

([https://www.sfs.fi/files/8057/Koneenrakentajan\\_tarkeimmat\\_standardit.pdf](https://www.sfs.fi/files/8057/Koneenrakentajan_tarkeimmat_standardit.pdf))

1	SFS-EN ISO 12100	Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen
2	SFS-ISO/TR 14121-2	Riskin arviointi. Osa 2: Käytännön opastusta ja esimerkkejä menetelmistä
3	SFS-EN 349	Vähimmäisetäisyydet kehonosien puristumisvaaran välttämiseksi
5	SFS-EN ISO 13857	Turvaetäisyydet yläraajojen ja alaraajojen ulottumisen estämiseksi vaaravyöhykkeille
6	SFS-EN ISO 14119	Suojusten kytkentä koneen toimintaan. Suunnittelu ja valinta
7	SFS-EN ISO 14122 osat 1-3	Koneiden kiinteät kulkutiet
8	SFS-ISO 7010	Kuvatunnukset ja piirrosmerkit. Turvallisuusvärit ja turvallisuusmerkit. Rekisteröidyt turvallisuusmerkit
9	SFS-EN 1037	Odottamattoman käynnistymisen estäminen
10	SFS-EN ISO 13850	Hätäpysäytys. Suunnitteluperiaatteet

Suomen standardoimisliiton koneturvallisuuden standardit on hankittu Teknikum OY:lle, jotta koneet voidaan turvallistaa mahdollisimman huolellisesti (Taulukko 2). Tuotantoon halutut turvallisuustoimenpiteet tiukentuvat jatkuvasti teknologian kehittymisen myötä. Turvallisuuteen ei voi kuitenkaan käyttää ääretöntä määrää aikaa, resursseja, osaamista ja tilaa. Tämän vuoksi tuotannon turvallistamisessa ei aina päädytä turvallisimpaan vaihtoehtoon vaan turvallistamistoimenpiteisiin, jotka poistavat suurimman osan riskistä. (SFS-ISO/TR 14121-2, 2013)



## 9.1 Häätäpysäytysstandardit

Kalanterin turvallisuudelle kaikista tärkein edellytys on hätäpysäytyksen toimiminen. Hätäseisnapin tai -vaijerin aktivoituessa koneen tulee käyttäytyä halutun turvaluokan mukaisesti. Mitä nopeammin ja luotettavammin turvalaite pysäyttää koneen toiminnan, sitä todennäköisempää on, että käyttäjälle ei tule pysyviä vammoja.

Standardin SFS-EN 12301, s.20 mukaan koneen telat saivat kääntyä maksimissaan 120 asteen kulman hätäseisin aktivoitua. Tällöin telat eivät jatkaisi toimintaansa vaarallista etäisyyttä. Testeissä Teknikumin kalanterien telat pysähtyivät alle tämän asteluvun ilman kumikuormaa. Todellisessa tilanteessa telloja kuormittaisi kumikangas, joka helpottaisi koneen pysähtymistä ja asteluku olisi huomattavasti pienempi. (SFS-EN 12301/A1,2009, s. 16 ja 20)

Hätävaijerin tulisi olla toiminnassa ja parhaimmassa turvaluokassa kone ei saisi edes käynnistyä, jos hätäpysäytys on vioittuneessa tilassa. Turvalaitteiden toiminta varmistetaan joka viikon alussa. Turvallisuusluokkaa voitaisiin parantaa tekemällä hätäseispiiristä itseänsä tarkkaileva. Myöhemmissä kappaleissa käydään läpi, onko standardin ehdottama parannusehdotus aiheellinen koneen turvallistamista suunnitellessa. (SFS-EN ISO 13850. Koneturvallisuus. Häätäpysäytys. Suunnitteluperiaatteet. 2007. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.)

## 9.2 Riskin arvioinnin työkalut

Taulukko 3 on laadittu ISO 14121-2 -standardin ohjeistussääntöjen mukaisesti. Tämä riskiarviotyökalu on käytössä Teknikum OY:n koneriskiarvioinneissa. Taulukossa on otettu huomioon vaaran vakavuus, taajuus, todennäköisyys ja välttämisen mahdollisuus. Taulukosta voidaan arvioida riskien suuruudet sekä vaaraluokat. Yksinkertaisuudessaan numeron suurentuessa myös riski suurenee. Suurimmat numerot johtavat radikaaleihin toimenpiteisiin vaaran pienentämiseksi, keskikokoiset vähemmän vaativiin ja pienimmät vaarat voidaan sivuuttaa halutessa.

## TAULUKKO 3. Riskin suuruuden arviointi sorville

Riskin suuruuden arviointi										Asiakirjan nro.:	1	
										Osa asiakirjaa no.:	1	
Tuote:	Kiinan Sorvi									Alustava riskinarvio	3	
Laatija:	Kiinalainen yhtiö											
Päivämäärä:	16.12.2018											
										Musta alue = suuri riski		
										Harmaa alue = keskimääräinen riski		
										Valkoinen alue = pieni riski		
Seuraukset	Vakavuus	Luokka Cl (Fr+Pr+Av)					Taajuus	Fr	Pr	Av	Todennäköisyys	Välttämisen
		4	5 to 7	8 to 10	11 to 13	14 to 15						
Kuolema, silmän tai käden menetys	4						≥1 h	5	Erittäin suuri	5	mahdotonta	5
Pysyvä vamma, sormien menettäminen	3						<1 h ... ≥ 24 h	5	todennäköinen	4		
Palautuva vamma, lääkärinhoito	2						<24 h ... ≥ 2 w	4	mahdollinen	3	mahdollista	3
Palautuva vamma, ensiapu	1						< 2 w ... ≥ 1 y	3	harvinaisen	2		
							< 1 y	2	merkityksetön	1	todennäköistä	1
Viite nro.	Vaaratyyppi nro. Se	Vaara					Fr	Pr	Av	Cl	Kommentit	Muuta
1	4	Joutuminen puristuksiin					3	1	1	5	Koneen puristuksiin jääminen on todellinen vaara	
2												
3												
Viitenumeroon liittyvät yksityiskohdat (onnettomuuskenaarin kuvaus)												
1												
2												
3												

**Taajuus** ilmaisee koneen käyttökertojen määrää vuoden aikana. **Todennäköisyydellä** taulukossa arvioidaan henkilön vahingoittumisen todennäköisyyttä. Lopulta vaaran **välttämisellä** arvioidaan nykyisten suojaustoimenpiteiden toimivuutta. (ISO/TR 14121-2, s.40)

Kiinan sorvia käytetään harvoin Taulukon 3. esimerkissä. Koneita käytettäessä paikalla on useita henkilöitä läsnä. Kuoleman/raajan menetyksen vaara arvioidaan kuitenkin mahdolliseksi. Tämän takia laite todettiin suureksi turvallisuusriskiksi. Kone turvallistettiin nykypäivän asetusten mukaiseksi.

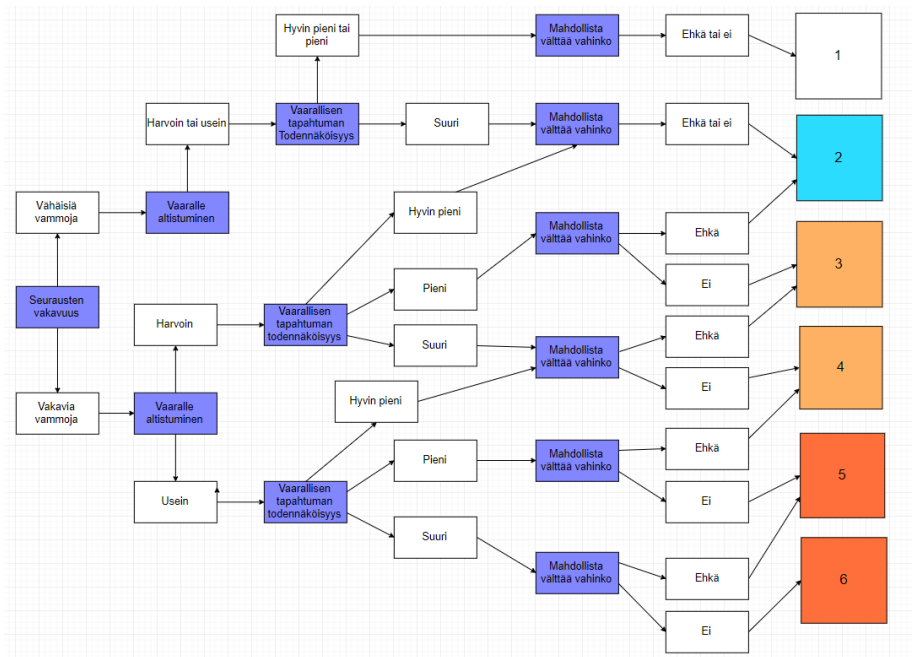
## 10 KALANTERIEEN RISKIEN ALKUARVIO

Riskianalyysin tekeminen alkaa koneen käyttämisen aikana selvitettävien vaarojen analysoinnista. Koneen ollessa käynnissä turvallisuustiimi kävi muutamana päivänä koneita lävitse etsien vaaranlähdeitä. Vaaranlähteiden löydyttyä niille pohdittiin saman tien turvallisuustoimenpiteitä.

Standardissa ISO/TR 14121-2, Koneturvallisuus, Riskin arviointi, Osa 2: Käytännön opastusta ja esimerkkejä menetelmistä, 2013 on esitetty useita eri riskianalyysityökaluja. Opinnäytetyössä riskien suuruutta arvioitiin taulukossa 4 määritellyillä riskien suuruuksilla sekä kuvion 2 yksinkertaistetulla riskianalyysityökalulla. (ISO/TR 14121-2, 2013)

TAULUKKO 4. Tarvittavat toimenpiteet suhteessa riskiin  
(ISO/TR 14121-2, 2013, s.24)

RISKI	TARVITTAVAT TOIMENPITEET
Vähäinen	Ei tarvita toimenpiteitä
Siedettävä	Seuranta ja valvonta ja myöhemmin tehtävä uudelleen arviointi ovat tarpeen.
Kohtalainen	On ryhdyttävä toimenpiteisiin riskien vähentämiseksi. Suunniteltujen toimenpiteiden toteuttamiselle on tehtävä aikataulu.
Merkittävä	Työtä ei saa aloittaa ennen kuin riski on vähennetty ainakin kohtalaiseksi. Jos meneillään olevassa työssä havaitaan merkittävä riski, on harkittava työn teon keskeyttämistä. Jos työtä jatketaan, riskien poistamiseen on varattava riittävästi voimavaroja ja toteutettava riskien vähennys kiireellisesti.
Sietämätön	Työtä ei saa aloittaa ja mahdollisesti käynnissä oleva työ on keskeytettävä. Ellei riskiä saada riittävästi vähennettyä, työn teon on pysyttävä kiellettyinä.



KUVIO 5. Riskin suuruuden arviointi. Numerot 1-2 tarkoittavat vähäistä riskiä. 3-4 kohtalaista riskiä ja 5-6 riskiä, johon täytyisi ehdottomasti keksiä turvallistamistoimenpide. (ISO 14121-2, s.30)

Standardin ISO 14120, 2015 mukaan liikkuvat kone-elimet tulee olla suojattu, eikä niihin saa olla käyttäjällä tai ulkopuolisilla mahdollisuutta päästä käsiksi. Suojaustoimenpiteet ovat standardin mukaan suositeltavia mutteivat pakollisia. Liikkuvat koneen osat arvioidaan vaaranlähteeksi ja ne täytyy yleensä suojata. Edellytyksiä jättää liikkuvat osat suojaamatta voivat olla koneen osien hidas liikenoisuus tai vaaranlähteen kaukaisuus. (ISO 14120, 2015)

## 10.1 Kalanterien turvallistaminen

Turvallisuuden ja tehokkuuden täytyy kehittyä käsi kädessä. Telojen pysäyttäminen aiheuttaa kankaan laadun huonontumista. Kankaan huono laatu taas johtaisi Teknikumin tapauksessa puutteellisiin fyysisiin ominaisuuksiin letkussa. Isojen teollisuusletkujen hajoaminen aiheuttaisi turvattomuuden tunnetta asiakkaille. Tämän takia turvallisuustoimenpiteet täytyy suunnitella niin, ettei koneen vahinkopysäyttäminen ole todennäköistä. Sen lisäksi että telojen nopea jarruttaminen kuluttaa konetta, voi se aiheuttaa virheitä kumikankaan rakenteessa.

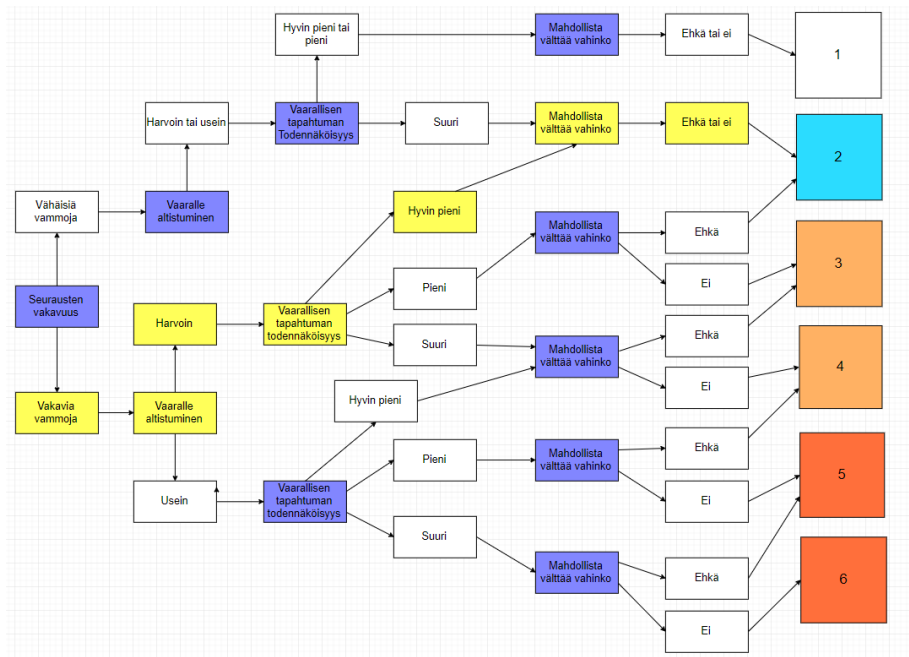
(<https://ttk.fi>)

## 10.2 Kalanteri 1.

Kuva 7 on ensimmäisen kalanterin ensimmäinen havaittu vaaranlähde. Liikkuva tela on suurimmilta osin suojattu. Telan luokse ei tarvitse työtä tehdessä kulkea ja lisäksi koneen ympärillä olevat puomit estävät henkilöä vahingossa lähestymästä telaa.



KUVA 7. Liikkuvat kone-elimet. Suurimmalta osin suojattu tela. (Teknikum OY.)



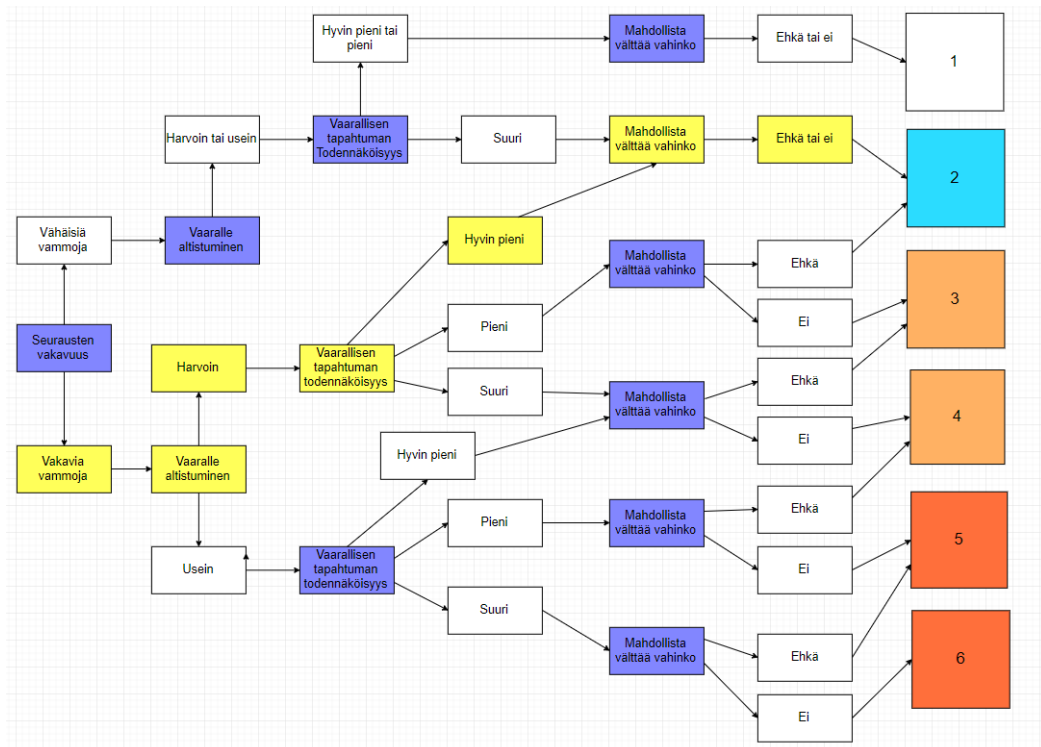
KUVIO 6. Riskianalyysi liikkuvasta telasta. Kuvion tummansiniset laatikot ovat kunkin riskianalyysin vaihe. Valkoiset laatikot taas kuvaavat vaaran suuruutta ja keltaiset laatikot näyttävät reitin mitä pitkin riskiarvio on kulkenut. (ISO 14121-2, s.30)

Kuvan 7. tapauksessa koneen liikkuva osa pyörii kohti konetta pienellä kulmalla. Lisäksi telaan ei pääse suojakaiteiden vuoksi vahingossa käsiksi. Takertumisen tapahtuessa seurausten vakavuus voisi kuitenkin olla **vakavat vammat**. Liikkuva koneenosalle ei kuitenkaan aitauksen takia joudu altistumaan. Toisin sanoen vaaralle altistutaan **harvoin**. Tällöin myös luonnollisesti vaaran todennäköisyys on **hyvin pieni**. Riskin suuruudeksi muodostuisi kuvion 3 mukaan suuruusluokka 2 eli **siedettävä**. Kuvio 2 on pohjana myös kaikille muille riskiarvioille.



KUVA 8. Suojaamaton liikkuva koneenos. Kuvan 8 vaara on samanlainen kuin kuvassa 7.

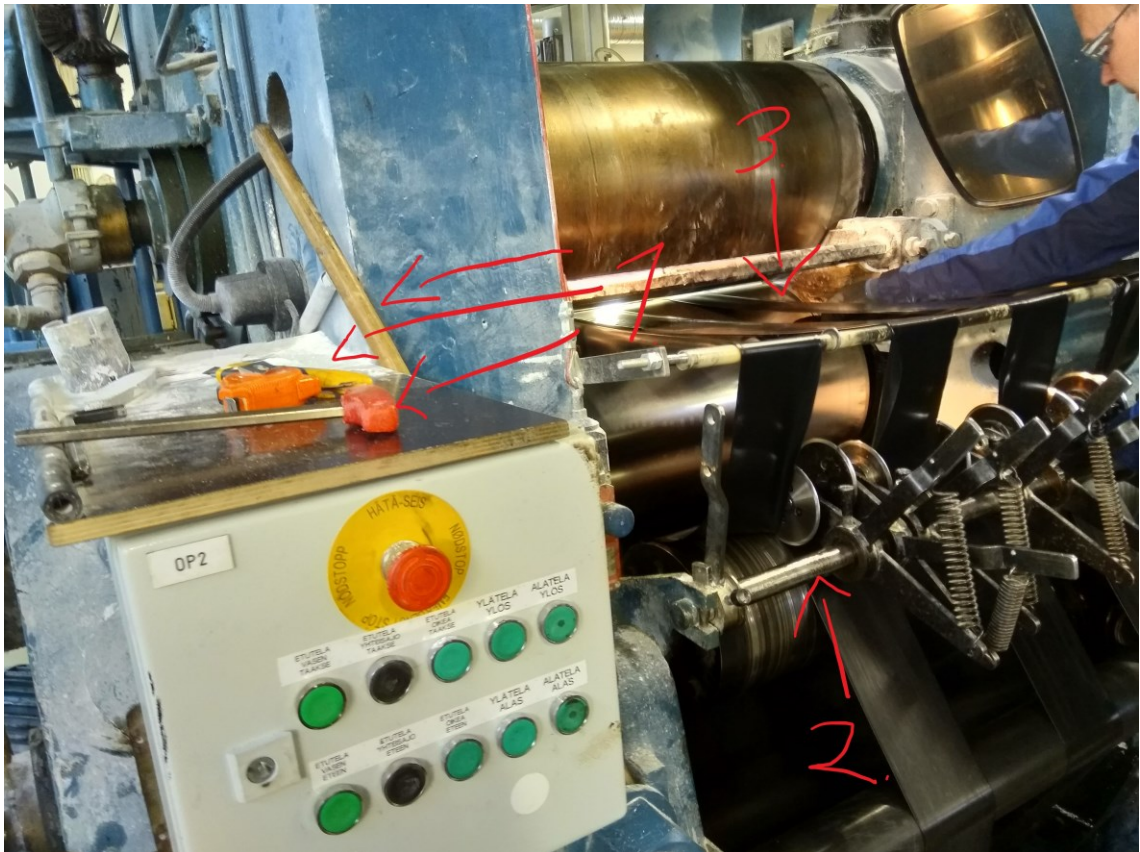
Myös kuvan 8. liikkuva koneenos on vaikeasti lähestyttävä, vaikka sitä ei kuvasta selkeästi näy. Tällöin koneen osalle suoritettavat suojaustoimenpiteet ovat vapaaehtoisia parannusehdotuksia.



KUVIO 6. Kuvio 5 muuttaa muotoansa riskianalyysin vaiheiden mukaan. Ei ole järkevää toistaa kuviota jokaisen riskin kohdalla riskien lukuisuuden vuoksi. Suurin osa riskiarvioista käyttäytyy edeltävien kohtien lailla.



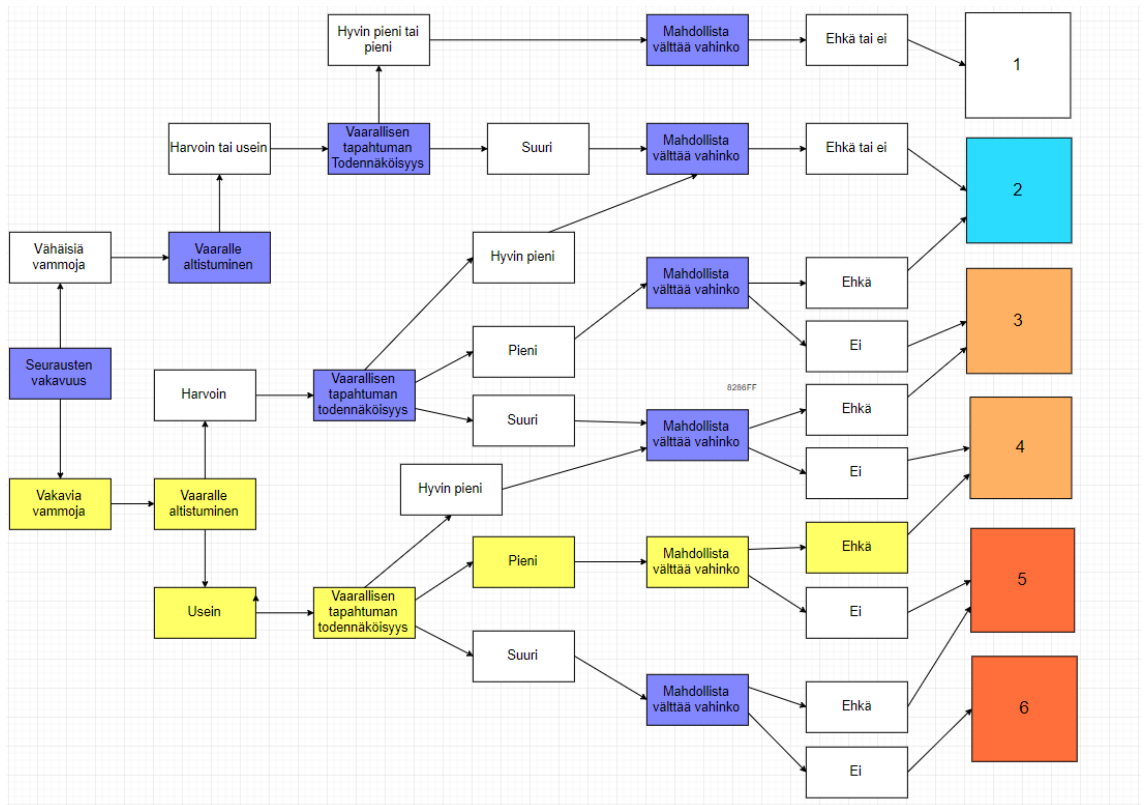
KUVA 9. Suojaamaton liikkuva koneenosa. Työntekijän täytyisi nähdä suuresti vaivaa vahingoittaakseen itseänsä. Myös tämä vaarataso voidaan arvioida vähäiseksi. Halutessa koneen liikkuvat osat voidaan suojata eteen laitettavalla verkkoaidalla. Vaara on kuitenkin siedettävä ja siten myös suojaustoimenpide valinnainen.



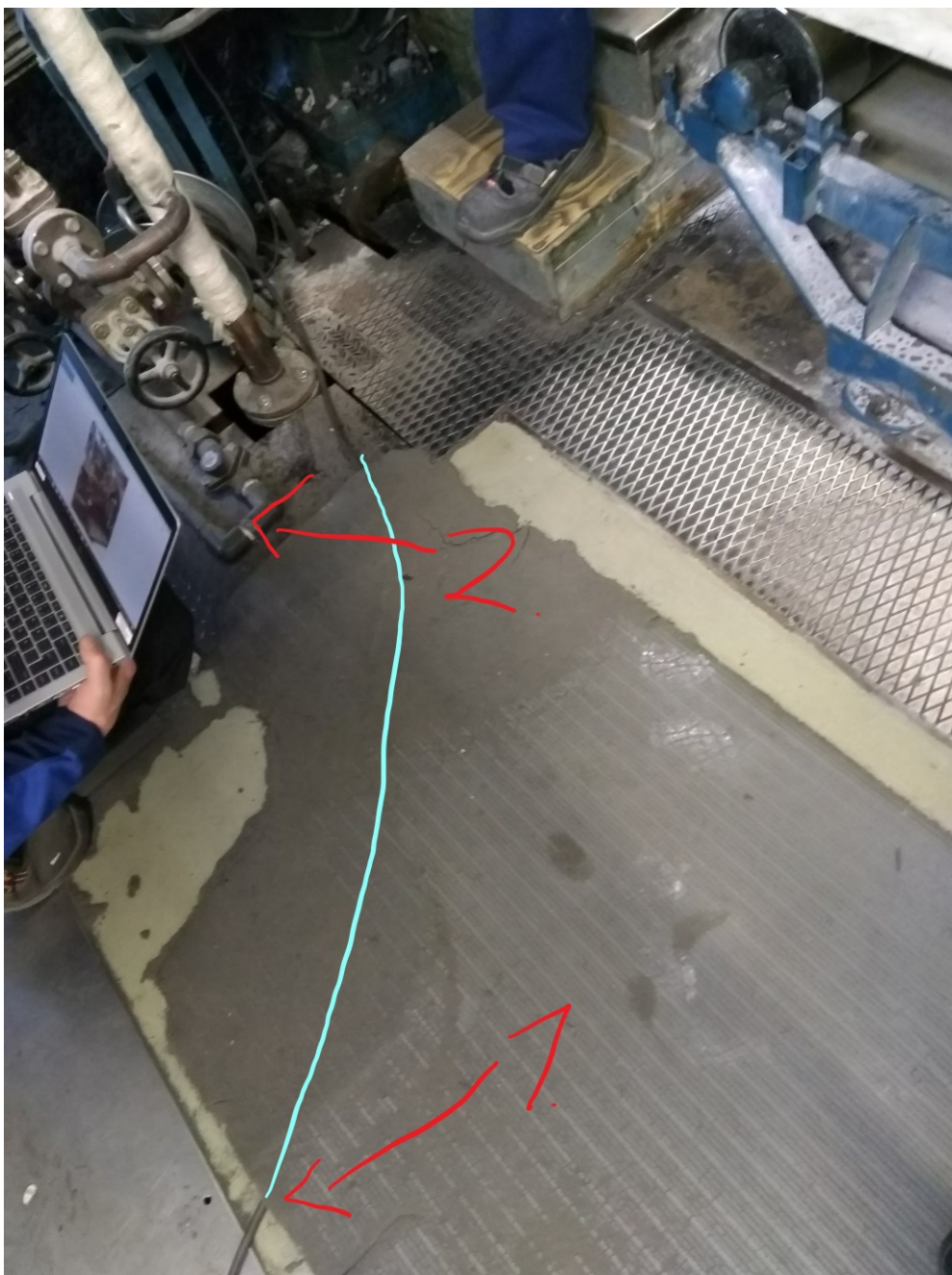
KUVA 10. Työkalut, leikkuuveitset ja kalanterin nielu.

1. Kuvan 10. Työkaluille pitäisi hankkia oma vakituinen paikkansa. Yleinen epäjärjestys etenkin leikkaavien ja terävien työkalujen kanssa aiheuttaa vaaraa. Veitset, sahat ja sakset täytyisi sijoittaa kaikki omille kiinteille paikoilleensa.  
([https://ttk.fi/tyoturvaluisuus\\_ja\\_tyosuojelu/tyoturvaluisuuden\\_perusteet/tyoymparisto](https://ttk.fi/tyoturvaluisuus_ja_tyosuojelu/tyoturvaluisuuden_perusteet/tyoymparisto))
2. Leikkuuterät voivat pahimmillaan leikata sormen poikki. On kuitenkin vaikeata arvioida estäisikö viiltosuojahanska sormen leikkuun. Seurausten vakavuus arvioidaan varmuuden vuoksi suuruudeltaan vakavia vammoja. Leikkuuterät ovat jatkuvasti käytössä kalanterin ollessa käynnissä. Tällöin vaaralle altistuminen on toistuvaa. Terät pyörivät erittäin hitaasti eikä onnettomuutta ole tapahtunut koko kalanterin historian aikana. Vaarallisen tapahtuman todennäköisyys voidaan arvioida täten hyvin pieneksi. Vaaraluokka olisi tällöin 4 eli **kohtalainen** vaarataso. Sormien jättäminen terien väliin voitaisiin estää pienellä terien uudelleen suunnittelulla.

3. Kalanterin telojen väliin puristuminen on kuolemaa aiheuttava vaara. Telat ovat käyttäjän jatkuvassa läheisyydessä. Telat ovat kuitenkin kohtalaisen kaukana käyttäjästä. Tällöin telojen väliin puristuminen vaatisi kurottelua liukuhihnan yli käyttäjältä. Täten voidaan sanoa vaarallisen tapahtuman todennäköisyyden olevan pieni. Nieluun jouduttuaan henkilö pystyy kiskaisemaan vieressä olevista hätävaijereista. Hätävaijerin aktivoituessa telat pysähtyvät. Työntekijän hidus reagointi tai paniikkiin joutuminen voi kuitenkin johtaa käden murtumiseen ennen kuin telat pysähtyvät. Näin ollen vaaraluokka alustavassa arvioinnissa on 4.



KUVIO 7. Telojen riskiarvio

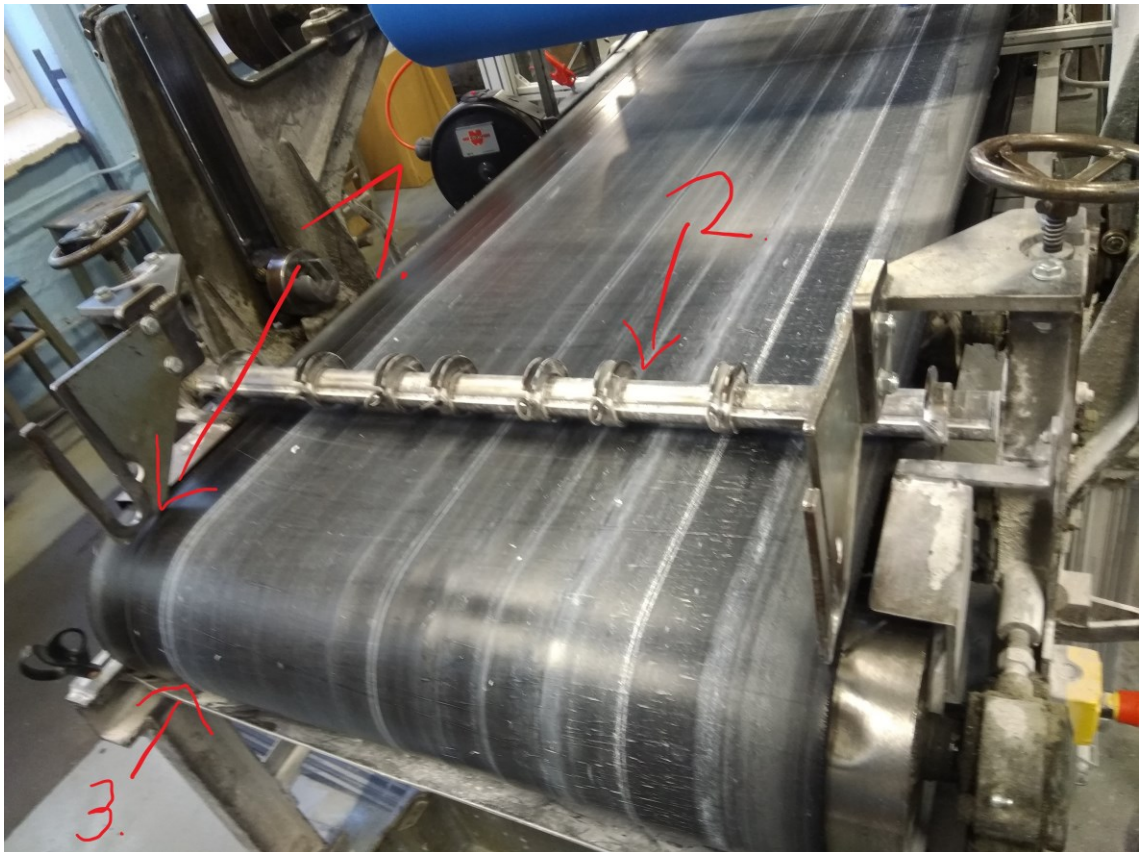


KUVA 11. Väliaikainen sähkökaapeli valolle ja jäähdytystelojen putkisto ovat lähellä toisiaan.

1. Valon sähkökaapeli pitäisi tuoda katon kautta eikä lattialta. Väliaikainen ratkaisu on vahingossa jäänyt voimaan ja täytyy muokata hetimiten pois.

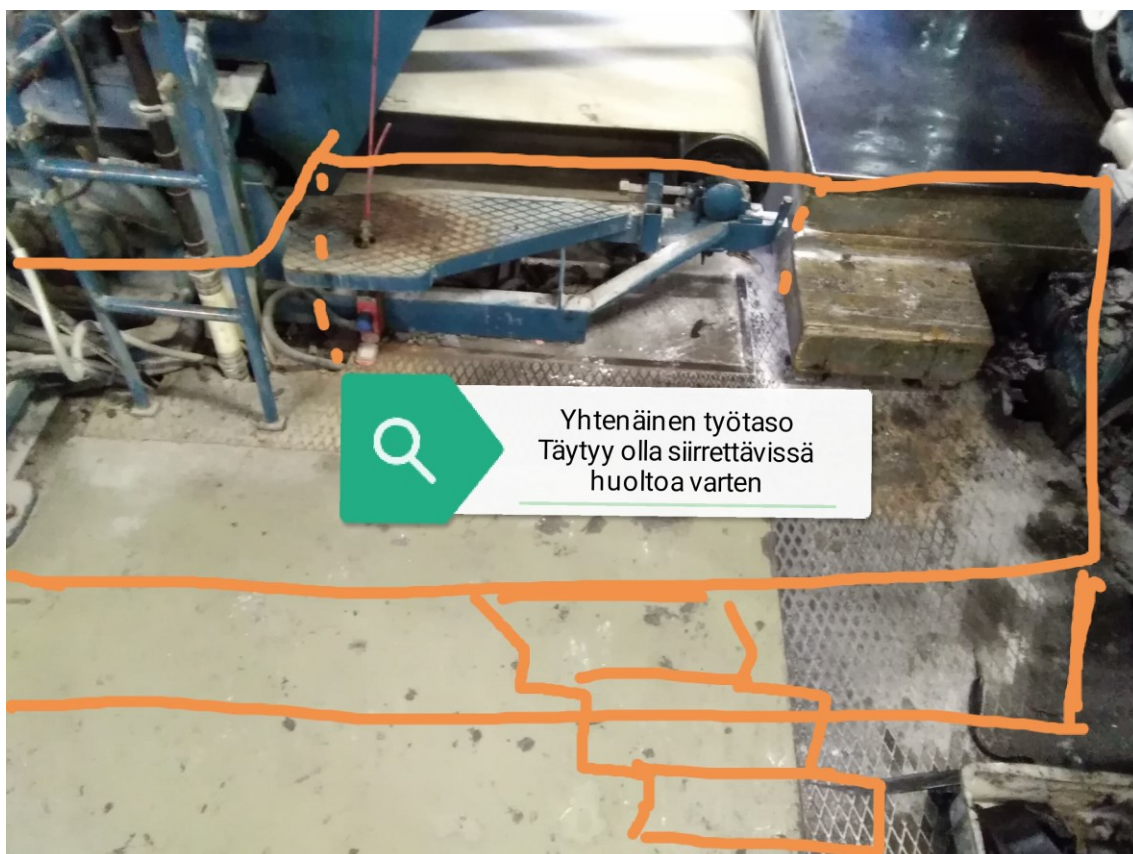
2. Poistamalla turha mutka putkistosta voidaan kompastumisriski poistaa.

Riskit voidaan molemmissa tapauksissa arvioida olemattoman pieniksi. Toimenpiteet vaaran poistamiseksi ovat niin pienet että ne tulisi saattaa käytäntöön heti kuin mahdollista.



KUVA 12. Pienet vaaranlähteet. Pienen vaaran aiheuttajia koordinkankaan rullauspäässä.

1. Telapidikkeeseen asetetaan tela (kohtaan 1), johon aikaisemmassa vaiheessa leikattu koordikangas pyöritetään rulliksi. Sormien on kuitenkin mahdollista jäädä liukuhinnan ja metallipidikkeiden väliin puristuksiin. Vaara on luokaltaan pieni mutta turha. Telojen pidikkeet voitaisiin levittää liukuhinhojen päältä pois. Tällöin vaaran mahdollisuus poistuisi.
2. Kankaanohjaajat ovat teräviä ja voivat aiheuttaa leikkausvaaran. Terävä reuna voidaan poistaa telan yläosuudelta, jolloin käyttäjä ei vahingossa viillä itseänsä.
3. Puuteria kerätään liukuhinnan alapuolella olevaan metalliastiaan. Metallastian ja liukuhinnan väliin on mahdollista asettaa kätensä puristuksiin. Metallastia voitaisiin vaihtaa eri malliseen tai sijoittaa alemmas, jolloin astian ja liukuhinnan väliin jäisi suurempi väli. Tällöin kättä ei saisi puristuksiin ja riski häviäisi. Jälleen kerran käyttäjän täytyy kurotella, jotta voisi vahingoittaa itseänsä.



KUVA 13. Yhtenäinen työtaso, joka olisi siirrettävissä huoltoa varten

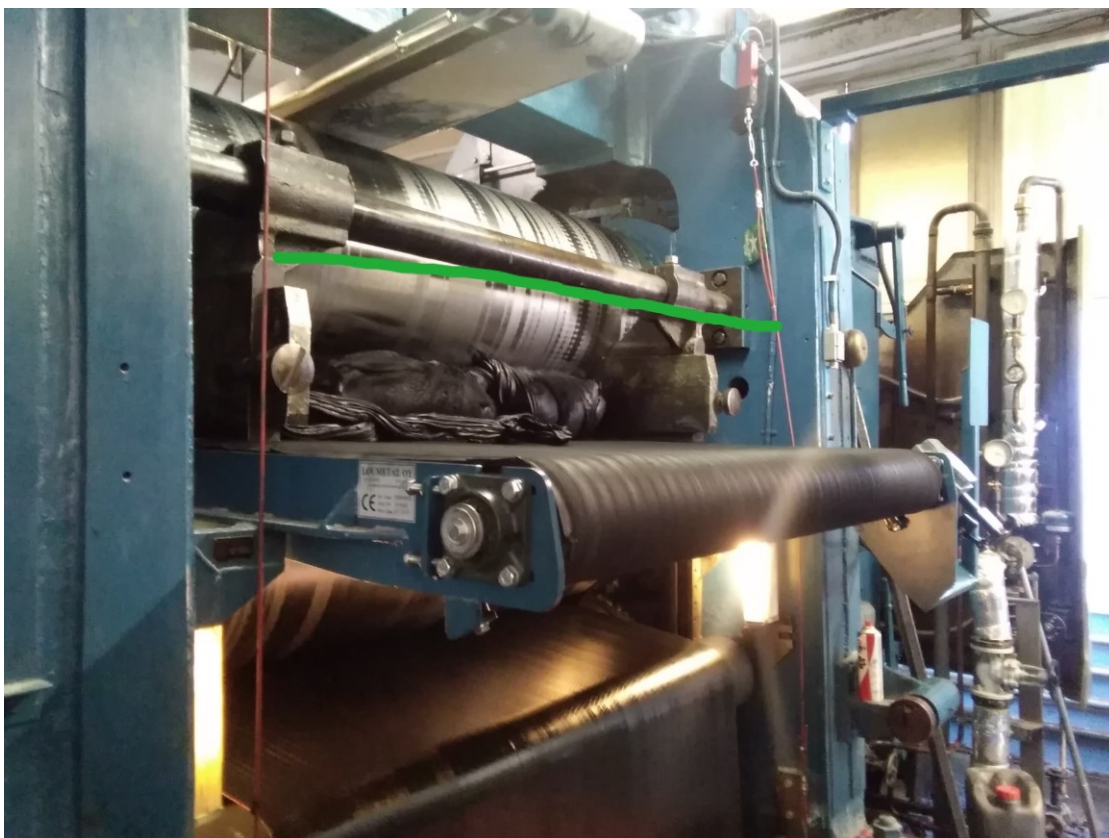
Kalanterilla töitä tehdessä kangas viedään ylätelalle kiipeämällä tikkaita ylöspäin. Tikkailla työskentelyä ei saisi tapahtua. Tikkailla työskentelyn sijaan tulisi käyttää kiinteitä portaita tai työtasoa. (SFS-EN ISO 14122-2 Kulkutasot, 2016) Tikkaita käytetään vain muutamia kertoja viikossa ja korkeudet ovat matalia, joten vaaran voidaan sanoa olevan vähäinen.

### 10.3 Kalanteri 2

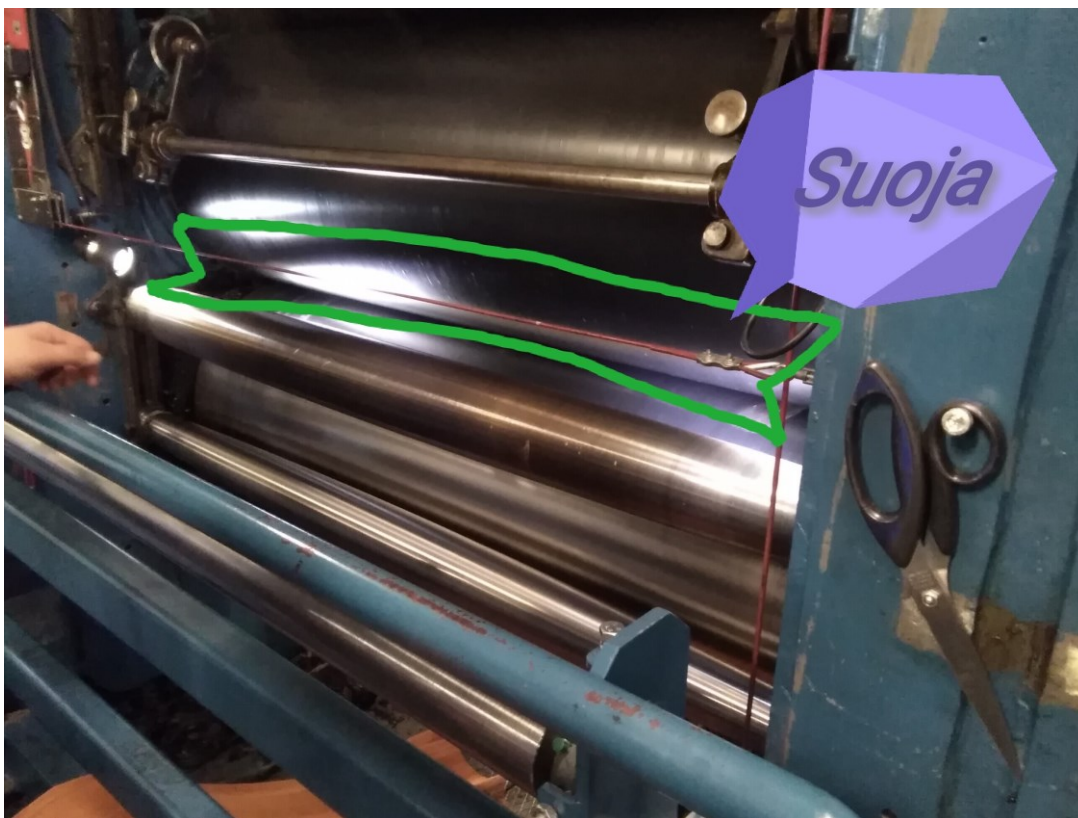


KUVA 14. Kalanterin nielu ja hätävaijerit.

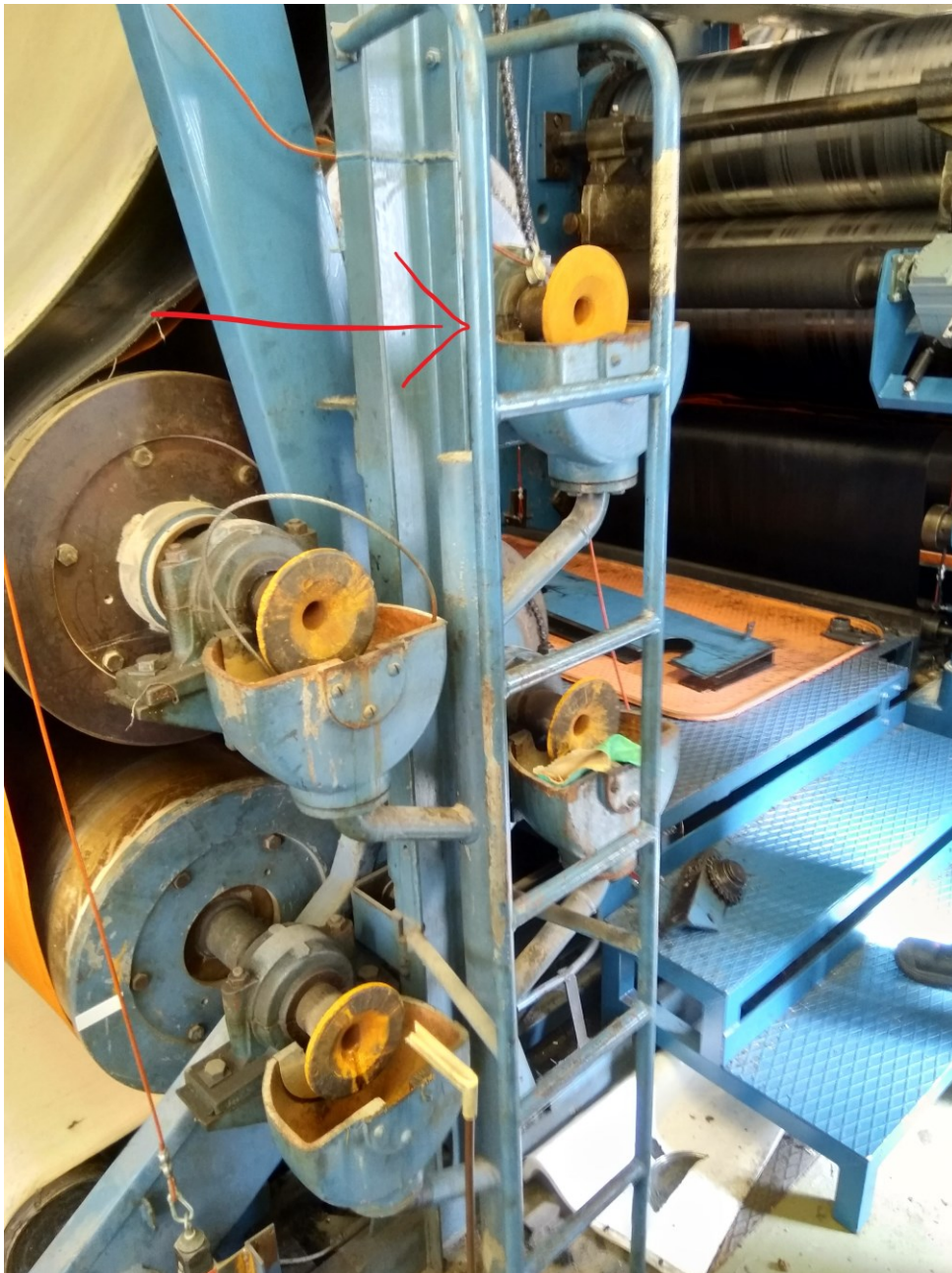
1. Kalanteri 2:n telojen nielu käyttäytyy ensimmäisen kalanterin nielun lailla. Telat ovat pahimmillaan hengenvaarallinen riski. Telat ovat käyttäjän jatkuvassa läheisyydessä ja nielulle altistutaan **usein**. Telat ovat kuitenkin kohtalaisen kaukana käyttäjästä, jonka vuoksi vaarallisen tapahtuman todennäköisyys on **pieni**. Nieluun jouduttuaan henkilö voi vetää lähellä olevista hätävaijereista, jolloin telat pysähtyvät. Hidas reagoiminen voi johtaa käden puristumiseen telojen väliin. Alustava vaaraluokka arvioinnissa olisi 4.
2. Hätävaijerit on sijoitettu sivuille. Vaakasuora hätävaijeri ylätelojen läheisyydessä aktivoituisi todennäköisesti nopeammin käden joutuessa nieluun. Nielun tapahtuessa ihmisen keho törmäisi vaakasuoraan hätävaijeriin automaattisesti.



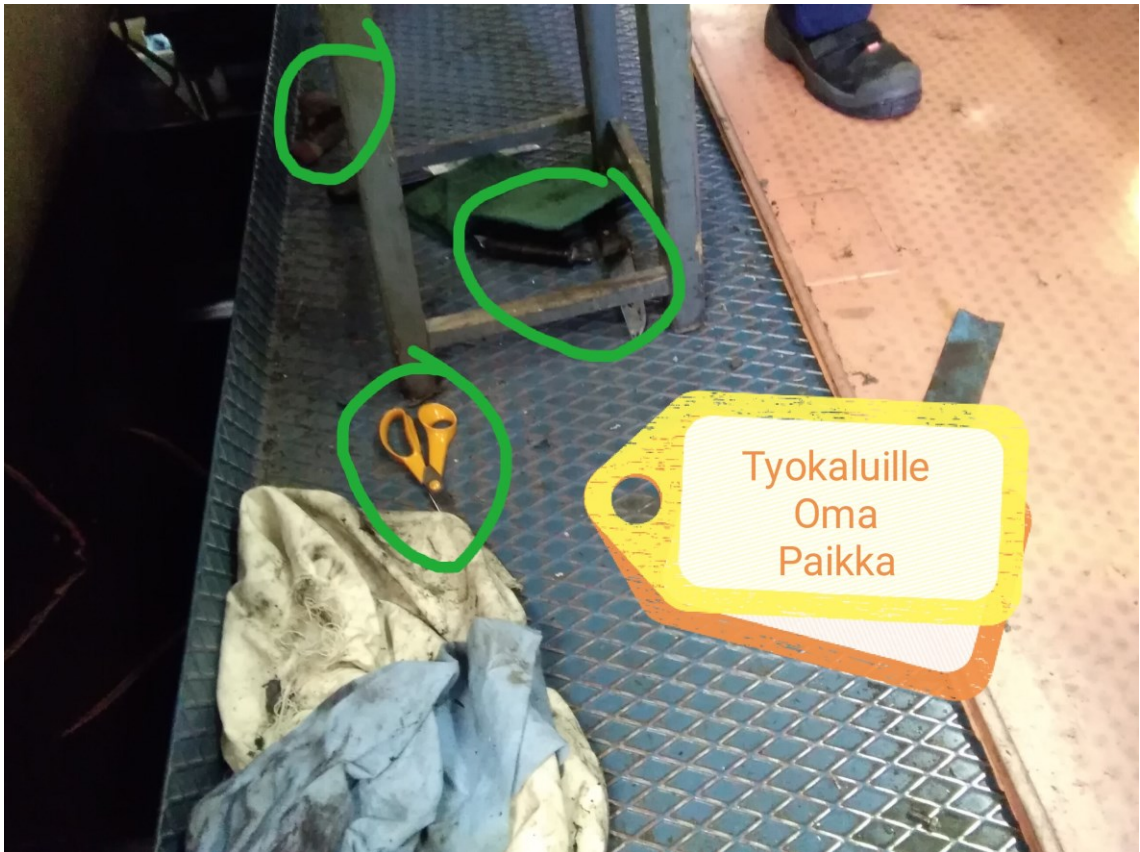
KUVA 15. Vaakasuoran hätävaijerin alustava suunnitelma



KUVA 16. Kalanterin syöttöaukon suojaaminen kiinteällä suojuksella



KUVA 17. Tikkaat ovat käyttäjien mielestä turhat ja ne voidaan poistaa. Ylimääräiset koneenosat ja epäjärjestys pitäisi poistaa laitteen läheisyydestä. Turvallinen työympäristö on siisti ja järjestelmällinen. (Direktiivi 2006/42/EY)



KUVA 18. Epäjärjestys ja työkalujen huono sijoitus. Kalanteri kahden työkalut voitaisiin sijoittaa paremmille paikoille.

#### 10.4 Aikaisemmat onnettomuudet

Työntekijä kompastui kalanterilla kävellessään portaita alas ja taittoi nilkkansa vuoden 2019 keväällä. Tämä johtui kuulemma portaiden pidemmästä pituudesta kuin mihin hän oli yleensä tottunut. Porrastandardin SFS-EN ISO 14122-3, s.3 mukaan portaikkoa suunniteltaessa portaiden välityksen pitäisi turvallisuuden takaamiseksi suunnitella tarkan matemaattisen kaavan mukaan.



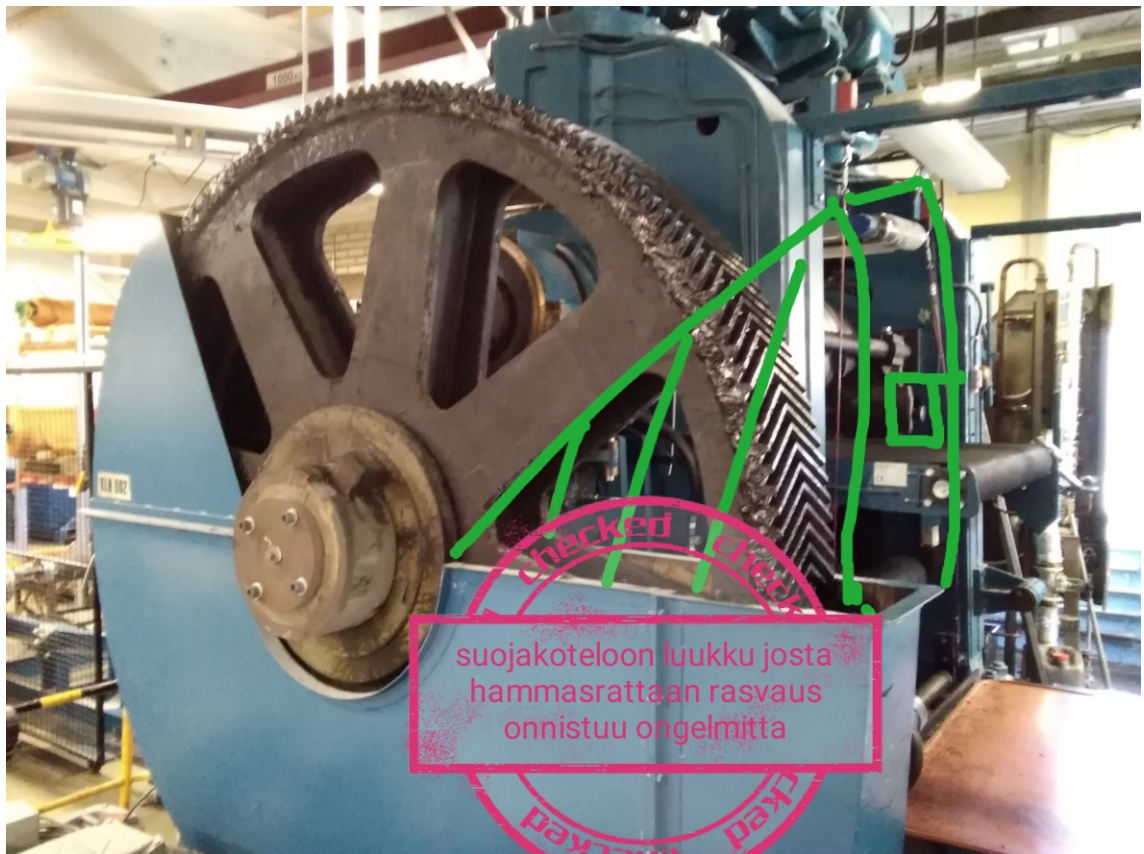
KUVA 19. Työtasolle vievät portaat ikkunan puolelta

Portaat mitattiin ja todettiin porrastandardin mukaisesti suunnitelluiksi. Standardissa mainittiin puomituksen lisäävän turvallisuutta. Portaat eivät ole korkeudella joka standardin mukaan vaatisi puomit. TTK:n nettisivujen mukaan 70% työtapa-turmista on liukastumisia, kompastumisia tai työmatkoilla tapahtuvia tapaturmia. Turvallisuuden nimissä turvallisuustiimi arvioi, että puomit lisäisivät selvästi turvallisuutta ja ne kannattaisi toteuttaa. (ISO 14122-3, 2016)



KUVA 20. Työtasolle vievät portaat käytävän puolelta

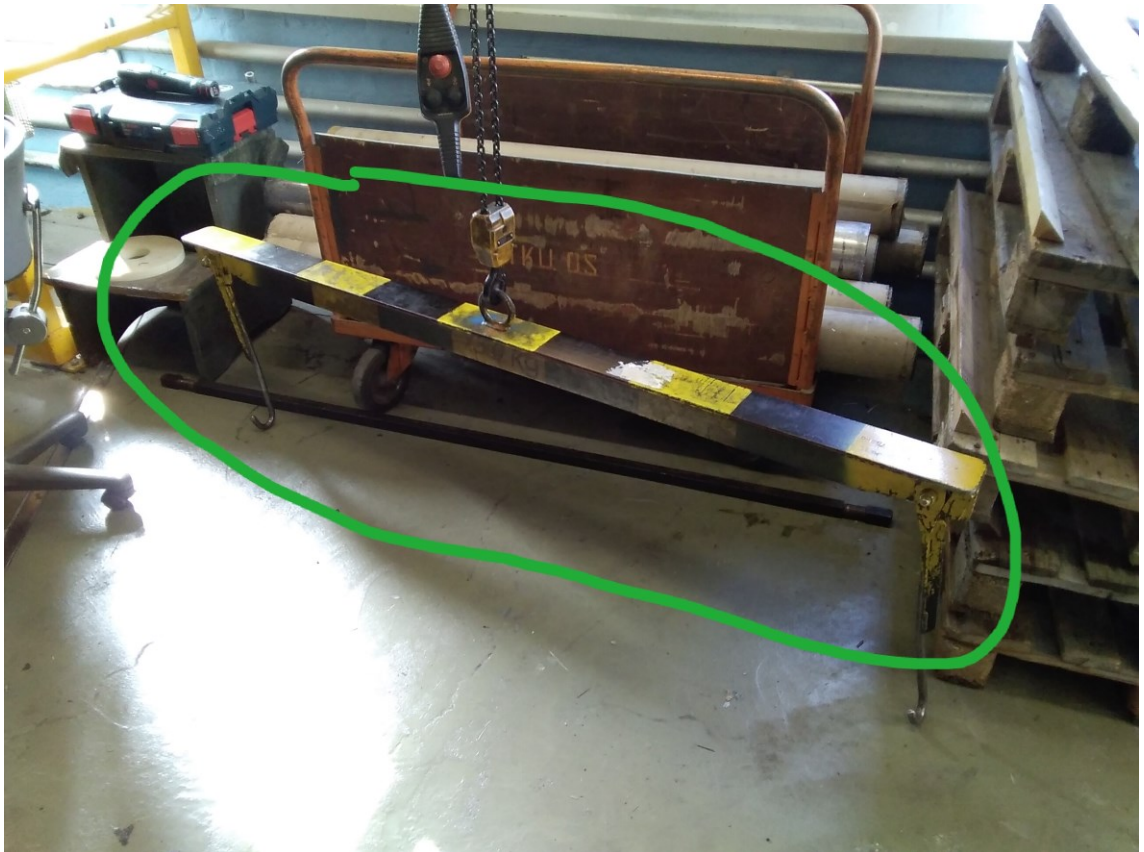
Kumirullia kuljetetaan työpäivän aikana lukuisia kertoja kalanterin teloille. Puomit eivät saisi olla tiellä materiaalia kuljettaessa. Työntekijöiden työnteon hankaloitumista pitäisi välttää aina kuin mahdollista.



KUVA 21. Hammasrattaat ja hammasrattaille suunniteltu suojakotelo

Hammasrattaan terävät kulmat voivat työntekijän kompastumisen yhteydessä aiheuttaa pahaa vahinkoa. Pään lyömisestä terävään kulmaan voi seurata aivotärähdys tai verenvuoto. Työtasolle ja siitä pois siirrytään usein, minkä vuoksi vaaralle altistuminen on jatkuvaa. Vaarallisen tapahtuman todennäköisyys on kuitenkin pieni. Päädytään suuruuteen 4 riskiarvioinnissa.

Suojatoimenpiteitä suunnitellessa suojakotelossa täytyy olla luukku, jotta kunnossapito voi edelleen rasvata hammasrattaita. Luukun täytyy kuitenkin olla lähtökohtaisesti tarpeeksi kaukana hammasrattaasta, jottei käden jääminen hammasrattaiden ja luukun seinämän väliin ole mahdollista. Toinen vaihtoehto on suunnitella suoja teräsverkosta, jonka pienistä raoista rasvaus edelleen onnistuu.



KUVA 22. ikääntynyt nostoapuväline

Nostoapuvälineen kunto näytti silmämääräisesti vanhalta ja koukut vaikuttivat ajansaatossa vääntyneiltä. Nosturistandardin mukaan nostoapuvälineet tulisi vaihtaa ennakko huoltaa tai vaihtaa. Uusi nostoapuväline laitettiin tilaukseen. (SFS-EN 13155 + A2, s.74)

### 10.5 Telojen suojaus

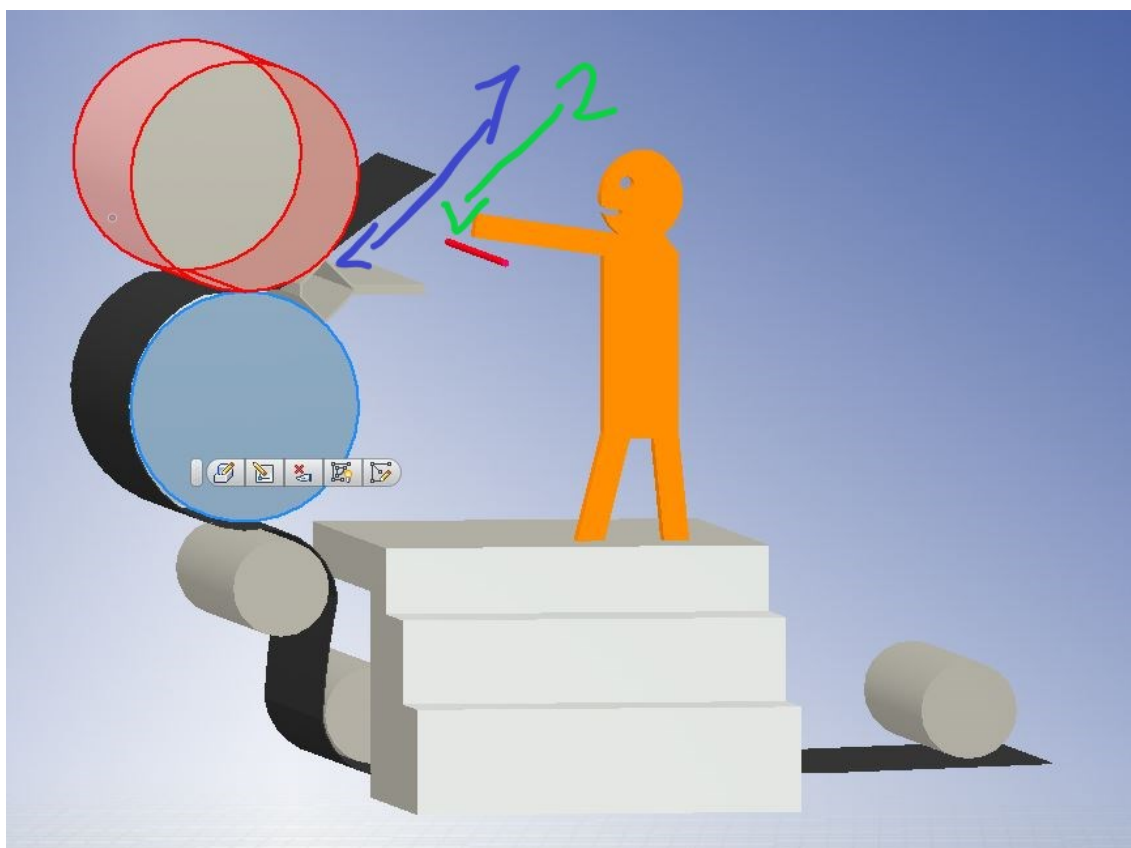
Telat ovat suurin vaaranlähde, joten niihin kiinnitetään erityistä huomiota kalenterin suojoimenpiteitä suunnitellessa. Kiinteiden suojusten tekeminen hankaloittaisi työntekoa huomattavasti. Lisäksi kädet voisivat edelleen jäädä jumiin kumin ja uusien kiinteiden suojusten väliin.

Huomattavasti tehokkaampana valintana voidaan pitää valoverhojen asennusta jokaisen sisäänottotelan edustalle. Käden tai muun ruumiinosan siirtyessä valo-

verhon tunnustusalueelle, kone jarruttaisi mahdollisimman nopeasti. Hätäseissysteemin olisi myös hyvä aukaista telat maksimileveyteen ja vaihtaa pyörimissuuntaansa toiseen.

### 10.5.1 Telojen turvallistamistapa 1

Yksi toteutustapa kalanterin turvallistamiselle olisi sen turvallistaminen kiinteään suojarakenteen ja hätäseislaukaisumekanismien yhdistelmällä (SFS 12301, 2009, s.26). Hätälaukaisunvaijerin tulisi olla sijoitettu 860millimetrin päähän vaaralähteestä ja korkeudella 1150 työtasosta (SFS 12301, s.24). Lisäksi hätävaijerin täytyisi aktivoitua yli 200 Newtonin suuruisesta voimasta (SFS 12301, s.18). Nykyisellään hätäseisvaijerit ovat hyvin lähellä standardin vaatimuksia hätävaijerin sijoituksille suhteessa työtasoon ja teloihin.



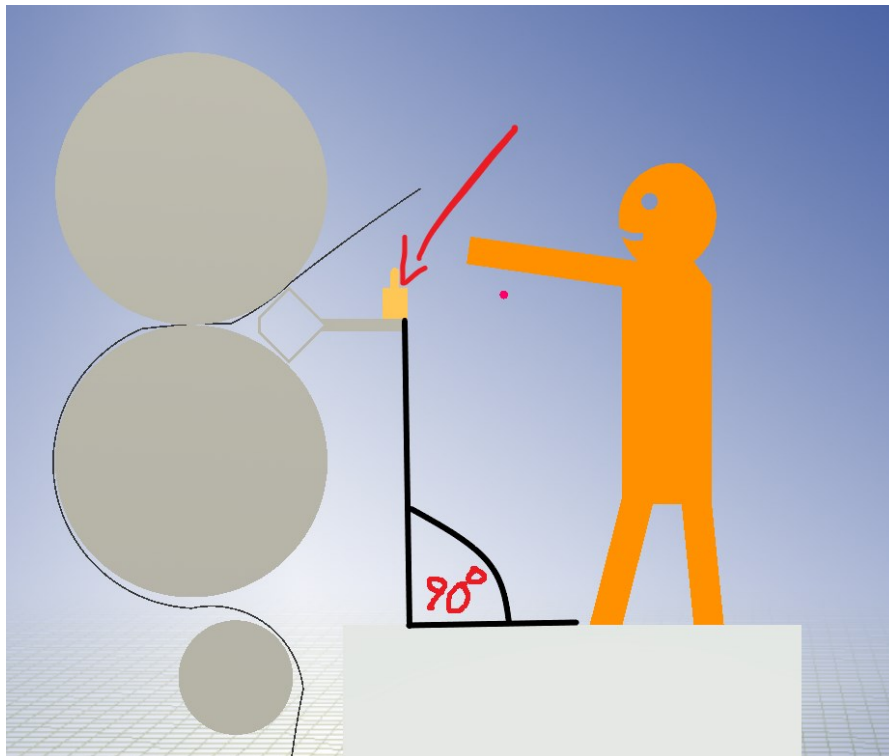
KUVA 23. Kalanterin turvallistaminen. Kalanteri voidaan suojata suojakotelolla (1) telojen edestä. Vaakasuora hätävaijeri oikealla korkeudella turvallistaisi myös konetta (2).

Rullien heittäminen kalanterille kuvan 23 turvallisuusehdotuksessa ei enää onnistu. Työntekijöiden toimintatapa täytyy muuttua radikaalisti. Kumi voitaisiin jatkossa kuljettaa teloille liukuhihnan kautta valmiina levynä. Tällöin henkilön ei tarvitse olla telojen läheisyydessä muuten kuin valvomassa, että kone toimii oikein.

Toimintatavan muuttumisen lisäksi kalanterille tulisi uusi vaara. Nyt henkilön olisi mahdollista sijoittaa kätensä suojuksen, kumin ja telojen väliin puristuksiin. Vaikka käsi ei puristuisi yhtä hengenvaarallisella tavalla niin olisi vaaranlähde hieman aikaisempaa lähempänä.

### 10.5.2 Telojen turvallistamistapa 2

Aikaisemman kappaleen riskiä käsittelee standardin SFS 12301. 2009. Annex F sivu 42. Siinä ohjeistetaan yhdistämään etäisyysanturit tarkkailemaan telojen ja kiinteiden suojujen väliin jäävää tilaa. Käden joutuessa puristuksiin lähtisi kiinteä suojus liikkumaan siirtäen etäisyysanturia, jolloin telat lakkaisivat automaattisesti toimimasta. Etäisyyden muuttuessa tai kulman vaihtuessa lopettaisi kalanteri toimintansa.

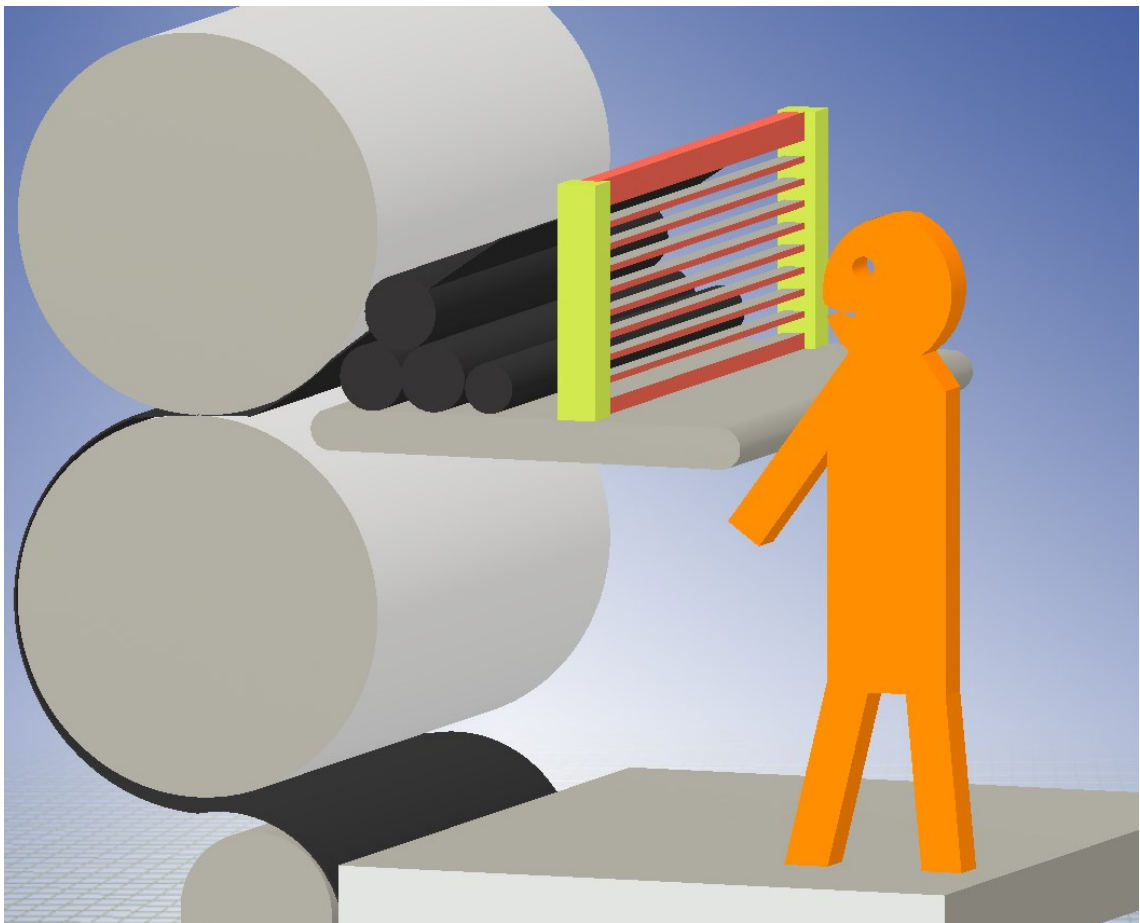


KUVA 24. Kulma-anturi

Myös turvallistoimintapide kaksi vaatisi kumin tuomisen kalanterille jatkossa liu-  
kuhinnalla. Etäisyydet täytyisi mitoittaa erityistä tarkkuutta huomiolla pitäen, jotteivat telat vahingossa pysähtelisi ja aiheuttaisi ongelmia laadussa.

### 10.5.3 Oma tulkinta standardeista ja ehdotettu turvatoimenpide

Koneen saman tien pysäyttävät valoverhot voitaisiin asentaa koneen eteen (kuva  
25).



KUVA 25. Valoverhon asettaminen telojen eteen.

Kuvassa 25. valoverho on asetettu ainoastaan havainnollistamista varten paikalleen. Todellisuudessa valoverho ja kiinteä suojus yhdessä estäisivät henkilöä laittamasta kättänsä telojen väliin. Kumin tuominen koneelle jouduttaisiin toteuttamaan valoverhon ylitse joko laitteistolla tai valoverhon täytyisi olla tarpeeksi helposti ylitettävissä, jottei laatu kärsisi.

Valoverho yhdistetään hätäseispiiriin. Mikäli valoverho ei ole toiminnassa, kalenteri ei käynnisty eivätkä telat liiku. Tällöin telat myös pysähtyvät eivätkä käynnisty ennen kuin valoverhon alueella oleva objekti poistuu. Objektilla viitataan tässä tapauksessa joko kumiin tai henkilöön.

## 11 SUOJATOIMENPITEIDEN HYVÄKSYMINEN

Ennen suojakotelon toteutusta tulee konsultoida kunnossapitoa ja käyttäjiä suo-  
jien toteuttamisesta. Huoltotoimenpiteiden ja työn teon täytyy jatkua aikaisem-  
malla tavalla tai helpottua uudistuksien jälkeen. Turvallisuustoimenpiteitä teh-  
dessä täytyy valvoa, että toimenpiteet on tehty suunnitelmien mukaan ja halutut  
turvallisuustoimenpiteet ovat riittävät.

Turvallisuustoimenpiteiden jälkeen laitteelle tehdään jäännösriskin arvio ja var-  
mistetaan että kaikki toimenpiteet tuli toteutettua. Mikäli havaitaan jonkun toimen-  
piteistä aiheuttavan vaaraa, täytyy turvallisuustoimenpide muokata paremmaksi.  
Lopulta kun kaikki uudistukset on tehty, tarkistetaan että koneen turvataso on  
kohonnut halutulle tasolle.

## 12 POHDINTA

Koneiden turvallistaminen on loputon urakka, koska täydellistä turvallisuuden tilaa ei koskaan voi saavuttaa. Resurssit, turvallisuustoimenpiteitä tekevän henkilön arvostelukyky, koneiden erilaisuus ja tulkinnanvaraiset standardit tekevät turvallisuustoimenpiteiden suunnittelusta pitkän ja haastavan prosessin.

Mielipiteitä koneen turvallisuudesta on yhtä monta kuin käyttäjiä. Yhden käyttäjän mielestä kone voi olla erittäin turvallinen ja toisen käyttäjän mielestä taas erittäin vaarallinen käyttää. Suurimmalla osalla alan ihmisistä ei ole aikaa eikä rahaa lukea tuhansia sivuja koneturvallisuuden standardeja ymmärtääkseen standardien viitoittamasta koneturvallisuudesta.

Opinnäytetyöhön varattu aika osoittautui myös hyvin rajalliseksi, minkä vuoksi vain alustava riskiarviointi voitiin kalantereille suorittaa. Opinnäytetyön tarkoitus oli kuitenkin toimia hyvänä johdatuksena yritysten turvallisuustoimenpiteiden tekemiselle.

Johtopäätöksinä koneiden turvallistaminen on erittäin haastava prosessi. Koneiden osia on lukematon määrä, koneita lukuisia ja kaikki tehtaan tuotantoprosessit tulisi turvallistaa. Turvallisuus ei tapahdu saman tien, vaan vaatii yrityksiltä vuosien sitoutumista niin vanhojen kuin uusien koneiden turvallisuustoimenpiteissä.

## LÄHTEET

Laurila, T. 2011. Kumitekniikka. Lyhyt johdatus kumitekniikan perusteisiin. 1-1.painos. Juvenesprint.

Konedirektiivi 2006/42/EY. Euroopan yhteisön direktiivi koneiden turvallisuudesta. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0042&from=EN>. Luettu 1.2.2019)

Vaatimustenmukaisuusvakuutus. Esimerkki vaatimustenvakuutuksesta CE-merkintää varten. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/vaatimustenmukaisuus/eu-vaatimustenmukaisuusvakuutus>. Luettu 1.2.2019

Suomen säännöskokoelma 400-406. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta. <http://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/ELECTRONIC/86282/97516/F795519992/FIN86282Finnish.pdf>. Helsinki. 2008. Luettu 1.2.2019

SFS-EN ISO 12100. Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen. 2010. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.

SFS-ISO/TR 14121-2. Koneturvallisuus. Riskin arviointi. Osa 2: Käytännön opastusta ja esimerkkejä menetelmistä. 2013. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 13857. Koneturvallisuus. Turvaetäisyydet yläraajojen ja alaraajojen ulottumisen estämiseksi vaaravyöhykkeille. 2008. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 14120. Koneturvallisuus. Suojukset. Kiinteiden ja avattavien suojusten suunnittelu ja rakenteen yleiset periaatteet. 2015. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 1088/A1. Koneturvallisuus. Suojusten kytkentä koneen toimintaan. Suunnittelu ja valinta. 2007. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 13850. Koneturvallisuus. Hätäpysäytys. Suunnitteluperiaatteet. 2007. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 13855. Koneturvallisuus. Turvalaitteiden sijoitus ottaen huomioon kehonosien lähestymisnopeudet. 2010. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 14122-1. Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet. Osa 1: Pääsytien valinta ja yleiset vaatimukset. 2016. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 14122-2. Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet. Osa 2: Työskentelytasot ja kulkutasot. 2016. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 14122-3. Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet. Osa 3: Portaatt, porrastikkaat ja suojakaiteet. 2016. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 12301/A1. Kumi- ja muoviteollisuuskoneet. Kalanterit. Turvallisuusvaatimukset. 2009. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 13418 Plastics and rubber machines. Winding machines for film or sheet. Safety requirements. 2013. Helsinki: Finnish Standards Association SFS ry.

SFS-EN 1417. Plastics and rubber machines. Two-roll mills. Safety requirements. 2015. Helsinki: Finnish Standards Association SFS ry.

SFS-ISO 3864 Kuvatunnukset ja piirrosmerkit. Turvallisuusvärit ja turvallisuusmerkit. Osa 1: Turvallisuusmerkkien ja turvallisuusmerkintöjen suunnitteluperiaatteet. 2012. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.

Suomen standardoimisliiton SFS ry:n nettisivut. ([https://www.sfs.fi/sfs\\_ry](https://www.sfs.fi/sfs_ry)). Luettu 1.2.2019

<https://ttk.fi>. Luettu 20.5.2019

[https://ttk.fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_tyosuojelu/tyosuojelu\\_tyopaikalla/vastuut\\_ja\\_velvoitteet/tyon\\_vaarojen\\_selvittaminen\\_ja\\_arviointi](https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/tyosuojelu_tyopaikalla/vastuut_ja_velvoitteet/tyon_vaarojen_selvittaminen_ja_arviointi). Luettu 20.5.2019

[https://ttk.fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_tyosuojelu/tyoturvallisuuden\\_perusteet/tyoymparisto](https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/tyoturvallisuuden_perusteet/tyoymparisto). Luettu 20.5.2019

[https://ttk.fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_tyosuojelu/tyosuojelu\\_tyopaikalla/vastuut\\_ja\\_velvoitteet](https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/tyosuojelu_tyopaikalla/vastuut_ja_velvoitteet). Luettu 20.5.2019

2002/L738. <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>. Luettu 20.5.2019

## LIITTEET

### Liite 1. EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus

## EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus

**1. Tuotteen tunnistenumero:** Malli/tyyppi/erä/sarjanumero

**2. Valmistajan tai sen valtuutetun edustajan nimi ja osoite:**

Yrityksen nimi  
 Postiosoite  
 Postinumero ja -toimipaikka  
 Puhelinnumero  
 Sähköpostiosoite

**3. Tämä vaatimustenmukaisuusvakuutus on annettu valmistajan yksinomaisella vastuulla.**

**4. Vakuutuksen kohde:**

Tuote: Tuotteen nimi/kuvaus  
 Tuotemerkki: Tuotemerkki  
 Malli/tyyppi: Malli/tyyppi  
 Muut kuvaustiedot, esim. kuva

**5. Edellä kuvattu vakuutuksen kohde on asiaa koskevan unionin yhdenmukaistamislainsäädännön vaatimusten mukainen:**

Luettele tässä kaikki direktiivit ja asetukset, jotka koskevat laitetta.

**6. Viittaus niihin asiaankuuluviin yhdenmukaistettuihin standardeihin, joita on käytetty, tai viittaus muihin teknisiin eritelmiin, joiden perusteella vaatimustenmukaisuusvakuutus on annettu:**

Säädös  
 xxx Täytä tähän käytettyjen standardien tai teknisten eritelmien (kuten kansalliset tekniset standardit ja eritelmät) tarkat, täydelliset ja selkeät tiedot, mukaan lukien standardin versio tai päiväys

**7. [Tarvittaessa] Ilmoitettu laitos [yksilöinti] suoritti [toimenpiteen kuvaus] ja antoi todistuksen:**

Ilmoitetun laitoksen nimi ja tunnusnumero xxx	Toimenpide, moduuli xxx	Ilmoitetun laitoksen myöntämän todistuksen tai päätöksen viitetiedot Täytä tähän mahdollisen EU-tyyppitarkastustodistuksen, EU-vaatimustenmukaisuustodistuksen tai arviointipäätöksen viitetiedot
--	----------------------------	--

**8. Lisätietoja**

[Valmistajan] puolesta allekirjoittanut:  
 Paikka ja aika  
 Valmistaja / Valtuutettu edustaja: (valitse vaihtoehto, jota edustat)  
 Yrityksen nimi

\_\_\_\_\_  
 Allekirjoittajan nimi ja titteli