

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Kone- ja laiteautomaatio

Tutkintotyö

Juha Matilainen

**KULJETINRADAN KONESUOJIEN SUUNNITTELU JA  
TURVALLISUUSNÄKÖKOHTIEN TARKASTELU**

Työn ohjaaja  
Työn teettäjä  
Tampere 2005

Mika Korpela  
SAV Oy, valvojana pääsuunnittelija Ari Pajuniemi

# TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Kone- ja laiteautomaatio

Juha Matilainen

Kuljetinradan konesuojien suunnittelu ja turvallisuusnäkökohtien tarkastelu

Tutkintotyö

53 sivua + 6 liitesivua

Työn ohjaaja

Lehtori Mika Korpela

Työn teettäjä

Suunnittelu ja Asennusten Valvonta, valvojana osastopäällikkö Ari Pajuniemi

Toukokuu 2005

Hakusanat

Konesuojat, konesuunnittelu koneturvallisuus, koneturvallisuus-standardit

## TIIVISTELMÄ

Tutkintotyön tarkoituksena oli suunnitella SAV Oy:n eli Suunnittelu ja Asennusten Valvonta Oy:n asiakkaan kuljetinradan ympärille tämän hetken turvallisuusmääräykset täyttävät konesuojat. Tutkintotyö tuo esille, mitä turvallisuusnäkökohtia ja eri osatekijöitä konesuunnittelijan on otettava huomioon konesuojia suunniteltaessa.

Aihetta on lähestytty lähtien liikkeelle työturvallisuuslaista ja edeten edelleen kone-direktiivin kautta konesuojia käsitteleviin standardeihin. Samalla on tarkasteltu viime vuosina tapahtuneita työtapaturmia ja niiden välistä yhteyttä koneiden turvallisuuteen.

Tutkintotyössä keskitytään asiakkaan vanhaan kuljetinrataan, johon uusitaan konesuojat. Tämä ei muuta konetta käsiteltäväksi ”uutena”, mutta siitä huolimatta olen käsitellyt konesuojia uutena osana konetta. ”Vanhan” koneen tulee täyttää ainoastaan sen valmistushetkellä voimassa olleet turvallisuusmääräykset. Kuljetinradan käyttöönottovuoden aikaisia turvallisuusmääräyksiä olisi hankalampi saada selville kuin nykyisiä. Lähestymällä aihetta tämänhetkisen konedirektiivin ja standardien pohjalta ja suunnitteleamalla suojat niiden perusteella, voidaan olla varmoja että kuljetinrata on muutosten jälkeen vähintään niin turvallinen kuin sen täytyykin olla.

Työtä voidaan pitää onnistuneena, sillä asiakas hyväksyi esittämäni konesuojavaihtoehdon ja suojat asennetaan tekemieni piirustusten perustella. Konesuojien valmistuessa kuljetinradan turvallisuus paranee oleellisesti.

TAMPERE POLYTECHNIC

Mechanical and Production engineering

Machine automation

Juha Matilainen

Construction plan and safety inspection of machine guards for conveyor line

Bachelor Thesis

53 pages + 6 appendices

Supervisor

Lecturer Mika Korpela

Commissioned by

SAV Ltd, Supervisor: Ari Pajuniemi, department chief

May 2005

Keywords

machine guards, machine design, machine safety, machine safety standards

## **ABSTRACT**

The purpose of this thesis was to design new machine guards for one of the customers of SAV Ltd. New machine guards had to be designed because old did not pass today's safety regulations. This thesis makes clear what you have to know about safety regulations, machine directives and safety standards when you design machine guards.

The starting point for thesis was to find out which safety regulations and standards you have to consider when designing machine guards. This conveyor line was handled as a new machine. When working this way the safety regulations and standards of today were used. They are easier to reach than those standards which were used when the machine was made. This was the basis for designing work. After comparing all possible alternatives the best one was chosen.

I think that this project succeeded quite well because the customer got high quality drawings and with those drawings new machine guards can be ordered from manufacturer and now they are waiting for installing.

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT .....	3
SISÄLLYSLUETTELO .....	4
1. JOHDANTO.....	6
2 SUUNNITTELU JA ASENNUSTEN VALVONTA, SAV Oy.....	7
2.1 SAV Oy .....	7
2.2 SAV Oy, Tampere .....	8
2.2.1 Prosessisuunnittelu .....	9
2.2.2 Tehdassuunnittelu.....	9
2.2.3 Kone- ja laitesuunnittelu.....	9
2.2.4 Sähkö- ja automaatio-suunnittelu .....	10
3 TYÖTURVALLISUUSLAKI .....	10
3.1 Työturvallisuuslain määritelmä .....	10
3.2 Työnantajan velvollisuudet.....	11
3.3 Työnantajan suunnittelovelvollisuudet.....	12
3.4 Ulkopuolisen suunnittelijan käyttö.....	13
4. TILASTOTIETOA TEOLLISUUDEN TAPATURMISTA .....	14
4.1 Tapaturmat yritysten mittarina .....	14
4.2 Työtapaturmat ja ammattitaudit vahinkoluokittain vuosina 1996 - 2003.....	15
4.3 Kuolemaan johtaneet tapaturmat ja ammattitaudit vuosina 1996 - 2003 .....	16
4.4 Teollisuuden työpaikkatapaturmat vuosina 1996 - 2003.....	17
4.5 Työpaikkatapaturmat työtehtävän ja vahingoittumistavan mukaan .....	18
5 KONEDIREKTIIVI.....	19
5.1 Konedirektiivin määritelmä.....	19
5.2 Konedirektiivin sisälllys .....	19
5.3 Konedirektiivin soveltaminen konesuojien suunnittelussa .....	20
6 STANDARDIT KONESUUNNITTELUN PERUSTANA .....	21
6.1 EN-standardit.....	21
6.2 Standardien hierarkia.....	21
6.2.1 A-tyypin standardit.....	22
6.2.2 B-tyypin standardit .....	22
6.2.3 C-tyypin standardit .....	23
7 URK1-KULJETINRADAN SUOJIEN MUUTOSTARPEET.....	24
7.1 Kuljetinradan kuvaus.....	24
7.2 Nykyiset suojat .....	26
8 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT .....	27
8.1 Riskien arviointi .....	27
8.2 Konepäätöksen turvallisuusvaatimukset .....	29
8.3 Vaaratekijöiden tunnistaminen .....	31
8.4 Vaaratekijöihin liittyvän riskin suuruuden arviointi.....	32
9 KONESUOJIA KOSKEVAT STANDARDIT .....	33
9.1 SFS-EN 953 .....	33
9.2 SFS-EN 294.....	36
9.3 SFS-EN 349.....	41
9.4 SFS-EN 811.....	43
10 SUOJIEN ERI VAIHTOEHDOT.....	44

10.1 Vähimmäisvaatimukset .....	44
10.2 Alumiiniprofiili.....	44
10.3 Teräksiset konesuojaelementit.....	46
10.4 Suojien valmistaminen mittatilaustyönä.....	47
11 TOTEUTUS .....	47
11.1 Konesuojien vaihtoehdon valinta .....	47
11.2 Konesuojien räätälöinti.....	47
11.3 Piirustukset .....	48
12 YHTEENVETO .....	49
13 TYÖN ARVIOINTI .....	50
LÄHDELUETTELO .....	51
LIITTEET .....	53

- 1 Kuljetinradan toimintakuvaus
- 2 Uudet konesuojat layout
- 3 Uudet konesuojat sivukuvannot
- 4 Tarjous Novimec Oy
- 5 Tarjous Linjax Oy

## 1. JOHDANTO

Teollisuudessa on paljon vanhoja koneita, kuten työstökoneita tai erilaisia kuljettimia, jotka eivät täytä nykyisiä konedirektiivin ja standardien määräyksiä. Jo työturvallisuuslaki velvoittaa työnantajan huolehtimaan työntekijöidensä turvallisuudesta. Tällöin ajaudutaan tilanteeseen, että vanhoja koneita on modernisoitava turvallisemmaksi.

Tämän kaltainen tilanne oli myös Suunnittelu ja Asennusten Valvonta Oy:n, eli SAV Oy:n asiakkaalla. Paperiteollisuuden jatkojalostuksessa toimivan yrityksen tarralaminaattirullia siirtävä kuljetinrata ei ollut tämän päivän turvallisuuskriteerien valossa riittävän turvallinen käyttää. Riskejä aiheuttivat käyttöhenkilöille niin kuljetinradan koneet kuin myös radalla liikuteltavat painavat tarralaminaattirullat.

Työssä kartoitetaan kuljetinrataan liittyvät riskit, haetaan ratkaisu riskien vähentämiseksi sekä suunnitellaan asiakkaalle soveltuva ratkaisu tarvittavine piirustuksineen.

## 2 SUUNNITTELU JA ASENNUSTEN VALVONTA, SAV Oy

### 2.1 SAV Oy

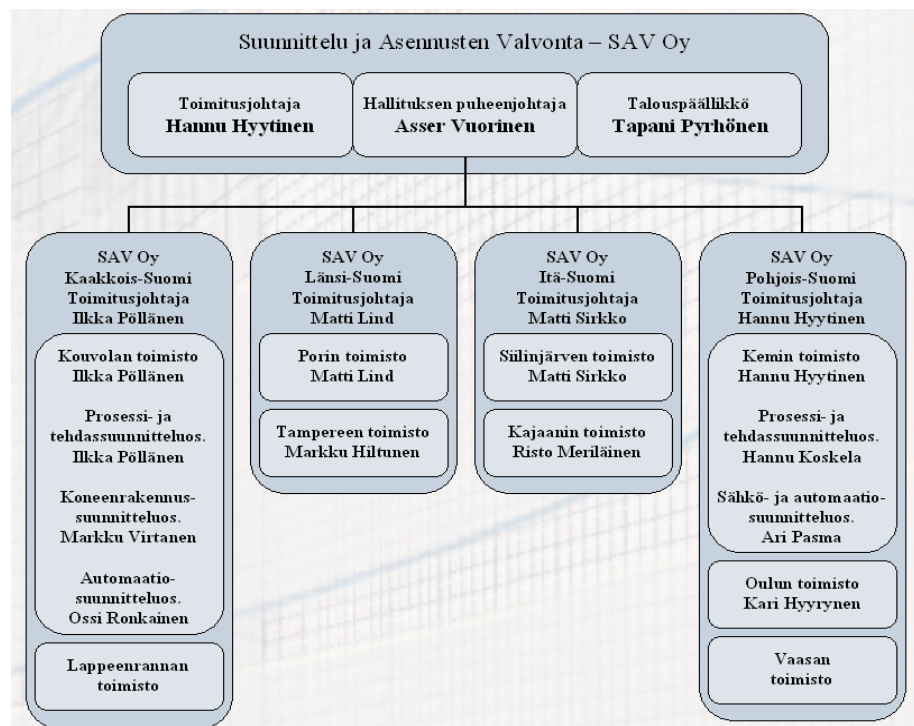
Suunnittelu ja asennusten valvonta, SAV Oy, on vuonna 1993 perustettu teknillisen alan palveluja tarjoava valtakunnallinen suunnittelutoimisto. Se on suunnitteluun, projektin hoitoon ja asennusvalvontaan erikoistunut yhtiö. Henkilöstöä on noin 125 henkeä. Toimipaikkoja on yhdeksällä paikkakunnalla, joista Kouvolan toimisto on henkilömäärältään suurin. SAV on jaettu neljään eri osaan maantieteellisen sijaintinsa mukaisesti:

SAV Oy Kaakkois-Suomi (Kouvola ja Lappeenranta)

SAV Oy Pohjois-Suomi (Kemi, Oulu ja Vaasa)

SAV Oy Itä-Suomi (Siilinjärvi ja Kajaani)

SAV Oy Länsi-Suomi (Pori ja Tampere)



Kuva 1 SAV Oy organisaatiorakenne /21/

SAV palvelee teollisuutta ja julkista rakentamista prosessisuunnittelussa, kone- ja tehdassuunnittelussa, sähkö-, automaatio- ja sovellussuunnittelussa sekä projektinhoidossa, asennustenvälvoonnassa ja käyttöönotossa. /21/

## 2.2 SAV Oy, Tampere

SAV Oy:n Tampereen toimisto työllistää tällä hetkellä 16 henkilöä. Se on liitetty SAV:n organisaation vahvuuteen alkukesällä 2004. Yksikön toiminta perustuu prosessisuunnitteluun, tehdassuunnitteluun sekä kone- ja laitesuunnitteluun. Asiakas- kunta koostuu pääasiassa metsäteollisuuden ja sen jatkojalostukseen erikoistuneista yrityksistä sekä tavarankäsittelyyn erikoistuneista yrityksistä Toimisto pyrkii toimittamaan asiakkailleen korkeatasoisia piirustuksia, jotka tuottavat lisäarvoa näiden toiminnalle. /21/

Tampereen toimiston käytössä olevat työkalut ovat :

- AutoCAD 2002 & 2005
- Cadmill
- AutoCAD LT 2005
- Inventor series 9
- AutoCAD 2005
- AutoCAD mechanical 2005
- AutoCAD mechanical desktop 2005 DX
- MicroStation
- Vertex
- MS-office ohjelmistot



### 2.2.1 Prosessisuunnittelu

Prosessisuunnittelun tarkoituksena on tuottaa asiakkaille toimivia ratkaisuja prosessien kokonaisvaltaiseen suunnitteluun. Toiminta pitää sisällään mm. tase- ja mitoitustaskelmia, prosessien suunnittelua ja esitystä PI-kaavioiden ja toimintakuvasten muodossa, sähkö- ja säätötekniisten perustietojen laadintaa sekä prosessin käynnistys ja ajo-ohjeita sekä loppudokumentointia. /21/

### 2.2.2 Tehdassuunnittelu

Tehdassuunnitteluun tavoitteena on luoda kannattavia, teknisesti toimivia, ympäristöä säästäviä ja turvallisia tuotantoprosesseja taloudelliset seikat huomioon ottaen. Tehdassuunnitteluun kuuluu kolme eri osa-aluetta: Layoutsuunnittelu, jolla mahdollistetaan järjestelmien suunnittelu tehtaan layoutiin soveltuvaksi, mekaaninen suunnittelu, joka käsittää layoutissa olevien säiliöiden sekä koneiden mekaanisen suunnittelun ja teräsrakennesuunnittelun työpiirustuksineen, sekä putkistosuunnittelu, johon kuuluu mm. prosessiputkistojen sekä lattia- ja sadevesiviemärien sijoitus ja mitoitus. /21/

### 2.2.3 Kone- ja laitesuunnittelu

Kone- ja laitesuunnittelu tuottaa asiakkaille toimivia, turvallisia ja tehokkaita ratkaisuja koneiden, laitteiden ja tuotelinjojen suunnitteluun. Kone- ja laitesuunnittelun tyypillisiä kohteita ovat metsäteollisuudessa paperi- ja kartonkikoneiden suunnittelu sekä niiden eri toimilaitteiden muutokset ja kunnossapitosuunnittelu. Paperin jatkojalostukseen tarkoitettujen koneiden, kuten päällystyskoneiden, suunnittelu, kuuluu myös



**Kuva 2** Esimerkki SAV:n kone- ja laitesuunnittelun sovelluksesta /18/

SAV:n osaamiseen. Tavarankäsittelyyn erikoistuneille yrityksille SAV on suunnitellut esim. satamanostureita ja konttinostureita. /21/

## 2.2.4 Sähkö- ja automaatio suunnittelu

Sähkö- ja automaatio suunnittelun lähtökohtana on toimittaa asiakkaalle teknisesti ja taloudellisesti räätälöityjä ratkaisuja koneiden, laitteiden ja tuotelinjojen kokonaisvaltaiseen sähkö-automaatio suunnitteluun. Sähkösuunnittelu pitää sisällään mm. prosessi- ja rakennussähköistyksiä sekä varavoimajärjestelmien suunnittelua. Automaatio suunnittelu puolestaan kattaa mm. automaatiojärjestelmien ja logiikoiden hardware- ja softwaresuunnittelun, säätökaavioiden suunnittelun sekä ohjaustapa suunnittelun. /21/

## 3 TYÖTURVALLISUUSLAKI

### 3.1 Työturvallisuuslain määritelmä

Nykyinen työturvallisuuslaki (738/2002) on annettu 23.08.2002 ja tuli voimaan 2003 vuoden alusta alkaen. Uusi laki kumosi vanhan, vuonna 1959 voimaan tulleen työturvallisuuslain, joka oli jo monilta osin vanhentunut. Työturvallisuuslaki on yksi työelämän keskeisistä laeista, joka kattaa lähes kaikki työnteon muodot. Lakia sovelletaan käytännössä kaikkeen palkkatyöhön. Työturvallisuuslaki luo perustan työolosuhteiden jatkuvalla kehittämiselle ja ylläpidolle ja sen tärkein tavoite on työolosuhteiden parantaminen. Työturvallisuuslakia sovelletaan sekä yksityisellä että julkisella sektorilla suurilla ja pienillä työpaikoilla. Tämä pitää sisällään niin työolosuhteiden seurantaa, tarkkailua, arviointia ja kehittämistä.

Työturvallisuuslaki on niin työssä käytettäviä koneita kuin työnteon turvallisuutta muutenkin koskeva ”perustuslaki”. Laki koskee sekä vanhoja että uusia koneita, ja

sen velvoitteet kohdistuvat sekä koneen valmistajiin että koneella työtä teettäviin työnantajiin. /12/

### 3.2 Työnantajan velvollisuudet

Työnantajan yleinen velvoite on huolehtia tarpeellisin toimenpitein työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Työnantajalta edellytetään kokonaisvaltaista turvallisuuden hallintaa, jonka tulee ulottua niin henkiseen kuin fyysiseenkin hyvinvointiin. Työnantajan yleistä huolehtimisvelvollisuutta rajaavina tekijöinä otetaan huomioon epätavalliset ja ennalta arvaamattomat olosuhteet, joihin työnantaja ei voi vaikuttaa, ja poikkeukselliset tapahtumat, joiden seurauksia ei olisi voitu välttää huolimatta kaikista aiheellisista varotoimista.

Työnantajan huolehtimisvelvollisuuden toteutumisen osalta lain keskeinen tavoite on kiinnittää huomiota järjestelmälliseen ja jatkuvaan työympäristön ja työolosuhteiden arviointiin ja parantamiseen. Työturvallisuuden kannalta lähtökohta on se, että työnantajan tulee olla tietoinen työpaikan ja harjoittamansa toiminnan sekä fyysistä että henkisistä vaaratekijöistä. Laki sisältää säännökset työympäristön, työyhteisön tilan ja työtapojen jatkuvasta tarkkailusta sekä työpaikan haitta- ja vaaratekijöiden tunnistamisesta, niiden poistamisesta ja merkityksen arvioinnista.

Työnantajan toiminnan keskeiset elementit ovat:

- työsuojelun toimintaohjelma, joka voidaan ymmärtää joko yleisluontoisena toimintapolitiikkana tai yksityiskohtaisena toimintaohjelmana
- työympäristön ja työyhteisön tilan jatkuva tarkkailu
- haitta- ja vaaratekijöiden tunnistaminen ja selvittäminen sekä niiden poistaminen
- niiden haitta- ja vaaratekijöiden merkityksen arviointi, joita ei voida poistaa eli riskien arviointi

- vaara- ja haittatekijöitä koskevan selvityksen hallussa pito ja ajan tasalla pitäminen

-työntekijälle annettava opetus ja ohjaus.

Työnantajan keskeiset velvollisuudet muodostavat kokonaisuuden. Niitä ei sen vuoksi tule lukea yksittäisinä, toisistaan erillisinä asioina. Velvoitteet eivät myöskään ole kertaluonteisia, vaan niiden tarkoitus on muodostaa prosessi, jossa työnantaja jatkuvasti seuraa työympäristön ja työyhteisön tilaa.

Työnantaja voi valita työpaikalle parhaiten sopivat tavat ja keinot, joilla se toteuttaa yllä mainittuja turvallisuuden hallinnan tavoitteita. Laki ei edellytä mihinkään valmiiseen malliin perustuvaa turvallisuuden hallinnan järjestelmän käyttöä.

Tarkoitus on, että tehokas ja toimiva turvallisuusjohtaminen sovitetaan kunkin työnantajana toimivan yrityksen tai laitoksen omiin tai yksilöllisiin rakenteellisiin ja toiminnallisiin tarpeisiin. Tällöin saadaan aikaan yrityksen tai laitoksen koon ja toimialan sekä muut yksilölliset seikat huomioon ottava ratkaisu. Mahdollista on hyödyntää standardoituja tai muita vakiintuneita tai käytännössä koeteltuja malleja tai ohjeita, mutta velvoitteita sellaiseen ei ole. /12; 3/

### **3.3 Työnantajan suunnittelovelvollisuudet**

Työturvallisuuslaissa on selkeä työnantajalle kohdistettu suunnitteluelvoite. Sen mukaan työnantajan on suunnitellessaan työympäristön rakenteita, tuotantomenetelmiä tai työssä käytettävien koneiden tai laitteiden käyttöä huolehdittava siitä, että suunnittelussa otetaan huomioon niiden vaikutukset työntekijöiden turvallisuuteen ja terveyteen ja että ne ovat aiottuun tarkoitukseen soveltuvia.

Työympäristön suunnittelua koskevat työnantajan velvollisuudet tulevat ajankohtaisiksi silloin, kun työnantaja ryhtyy suunnittelemaan työpaikan tai työympäristön rakenteellisia muutoksia. Työturvallisuuden asianmukainen huomioon ottaminen

suunnittelun yhteydessä edellyttää sitä, että suunnitteluvaiheessa tulee selvittää suunnittelun kohteen vaara- ja haittatekijät sekä arvioida niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle. Suunnittelun yhteydessä on näin ollen tehtävä vaarojen arviointi.

Suunnittelun yhteydessä tehtävän vaarojen arvioinnin tavoitteena on, että vaara- ja haittatekijät tunnistetaan ja hyvällä suunnittelulla mahdollisuuksien mukaan ne poistetaan tai ainakin vähennetään mahdollisimman alhaiselle tasolle. Suunnittelun yhteydessä selvitettäviin ja arvioitaviin asioihin voivat kuulua suunnittelun kohteesta riippuen muun muassa työpaikan liikenne- ja liikkumisturvallisuus, ergonomia, väkivallan uhka, yksintyöskentelyn tilanteet sekä kone- ja laiteturvallisuus. Nämä seikat on huomioitava niin, että suunniteltu kohde täyttää valmistuttuaan työturvallisuuslainsäädännön vaatimukset. /12; 3/

### **3.4 Ulkopuolisen suunnittelijan käyttö**

Suunnitteluvaatimusten noudattaminen ja huomioon ottaminen on työnantajan velvollisuutena silloin, kun suunnittelu toteutetaan työnantajan organisaatiossa sisäisenä omana suunnitteluna.

Kaikissa tapauksissa työnantajalla ei ole organisaatiossaan suunnitteluun tarvittavia resursseja. Tällöin työnantaja tilaa suunnittelun ulkopuoliselta asiantuntijalta, suunnittelijalta tai suunnittelutoimistolta. Silloin kun suunnittelu annetaan ulkopuolisen suunnittelijan tehtäväksi, tulee suunnitelman tilaavan työnantajan antaa suunnittelijalle suunnittelun kohdetta koskevat turvallisuuden ja terveyden kannalta riittävät tiedot. Tämä käsittää yleensä kaikki suunnittelijan tarvitsemat suunnittelun kohdetta ja sen käyttötarkoitusta koskevat tiedot suunnitteluprosessin eri vaiheissa. Näin suunnittelija vastaa suunnitelmiinsa liittyvistä turvallisuusseikoista niissä rajoissa, joissa hän on ollut tai voinut olla tietoinen suunnittelun kohteen käyttötarkoituksesta.

Ulkopuolista suunnittelijaa käyttävän työnantajan on varmistuttava, että suunnittelijalla on riittävä pätevyys suunnittelutehtävän asianmukaiseen suorittamiseen. Lähtökohtana on, että työnantaja valitsee ammattitaitoisen suunnittelijan, joka työnantajalta saamiensa tietojen pohjalta tekee työturvallisuuslain säännökset täyttävän suunnitelman. Työnantajan ei suunnitelman tilaajana edellytetä antavan suunnittelijalle tietoja voimassa olevista suunnittelumääräyksistä tai ohjeista. Ammattitaitoisen suunnittelijan edellytetään olevan selvillä niistä.

Ulkopuolisen suunnittelijan on otettava huomioon työturvallisuutta koskevat säännökset suunnittelun kohteen ilmoitetun käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla. Hänen on myös otettava huomioon muut suunnittelun kohdetta koskevat säännökset ja määräykset sekä noudatettava hyvää suunnittelukäytäntöä. Esimerkiksi koneiden tai konelinjojen suunnittelussa on noudatettava siitä erikseen voimassa olevia vaatimuksia. Suunnittelijan tehtävänä on myös suunniteltavan kohteen vaarojen arviointi. Korvausta vastaan toimivalla ulkopuolisella suunnittelijalla on itsenäinen vastuu siitä, että suunnitelmassa on otettu huomioon työsuojelua koskevat säännökset suunnitellun kohteen ilmoitetun käyttötarkoituksen mukaisesti. /12; 3/

## **4. TILASTOTIETOA TEOLLISUUDEN TAPATURMISTA**

### **4.1 Tapaturmat yritysten mittarina**

Teollisuudessa toimivien yritysten tapaturmatilastoihin on alettu kiinnittää huomiota entistä enemmän. Nykyään ei enää riitä, että yrityksen tuote tai tuottama palvelu on korkealaatuinen. Myös tapa, jolla tulokset saavutetaan, on tarkastelun kohteena. Alhaisia tapaturmatilastoja pidetään yrityksen ammattitaitoa ja vastuuntuntoa kuvaavana mittarina.

Korkeat tapaturmamäärät rasittavat yritystä myös rahallisesti mitattuna. Yhden sairaspäivän hinta ei rajoitu pelkästään työntekijän sairaspäivän palkkaan. Työt on kuitenkin tehtävä, ja töistä poissaolevalle työntekijälle on löydettävä korvaava työnte-

kijä tai työt on teetettävä ylitöinä muilla työntekijöillä. Lisäksi työtapaturmiin liittyy usein myös sairaalakulujen korvausta ja korvauksia mahdollisesta jälkihoidosta. Nämä seikat huomioiden on yritysten huomion kiinnittyminen tapaturmien ehkäisyyn täysin perusteltua.

## 4.2 Työtapaturmat ja ammattitaudit vahinkoluokittain vuosina 1996 - 2003

Työtapaturmien määrää aikavälillä 1996 - 2003 voidaan tarkastella vahinkoluokittain kaavios- ta kuvan 3 taulukosta, jossa tapaturmat on luokiteltu kolmeen eri luokkaan: työpaikkata- paturmiin, työmatkata- paturmiin ja ammatti- tauteihin.

Sattumisvuosi	Yhteensä	Vahinkoluokka			Ei tietoa
		Työpaikka	Työmatka	Ammattitauti	
1996	110 296	92 224	11 673	6 399	0
1997	118 413	98 039	14 331	6 043	0
1998	122 621	100 967	15 924	5 730	0
1999	120 660	100 677	14 746	5 237	0
2000	120 909	101 143	14 457	5 309	0
2001	121 740	101 340	15 564	4 836	0
2002	120 659	99 956	16 040	4 646	17
2003	116 779	95 999	16 454	4 326	0

**Kuva 3** Työtapaturmat ja ammattitaudit vahinkoluokittain vuosina 1996 - 2003 /22/

Työpaikkatapaturmien määrät ovat kasvaneet tasaisesti aina vuoteen 2001 saakka, jolloin niiden määrä oli 101 340 tapaturmaa. Tämän jälkeen trendi on kääntynyt laskuun. Syynä tähän voidaan pitää työnantajien valvutuneisuutta tapaturmien ehkäisemiseksi.

Työmatkatapaturmien määrät ovat kasvaneet koko tarkastelun ajan, kun taas ammattitautien määrä on pysynyt laskevana.

### 4.3 Kuolemaan johtaneet tapaturmat ja ammattitaudit vuosina 1996 - 2003

Pahin mahdollinen yhtälö toteutuu, kun työtapa- turma päättyy kuolemaan. Näitäkin tapauksia tapahtuu kuitenkin vuosittain.

Kuvan 4 kaavios- ta nähdään kuolemaan johtaneiden tapaturmien

jakaantuminen sukupuolittain

sekä niiden taajuus tuhatta työntekijää kohden.

Sattumisvuosi	Yhteensä	Sukupuoli	
		Miehet	Naiset
1996	0,09	0,16	0,01
1997	0,11	0,19	0,02
1998	0,11	0,20	0,02
1999	0,10	0,17	0,02
2000	0,09	0,16	0,02
2001	0,09	0,16	0,02
2002	0,08	0,15	0,02
2003	0,07	0,13	0,01

**Kuva 4** Kuolemaan johtaneet tapaturmat ja ammattitaudit vuosina 1996 - 2003 /22/

Kaavion tilaston perusteella voidaan sanoa miesten tapaturma-alttiuden olevan huomattavasti korkeampi kuin naisten. Naisilla kuolemaan johtaneita tapaturmia on tapahtunut tarkasteluaikana 0,01-0,02 tuhatta työtuntia kohden, kun taas miehillä vastaava luku vaihtelee 2003 vuoden 0,13 ja 1998 vuoden 0,20 välillä. Naisilla vaihtelua ei juurikaan esiinny. Miehillä kuolemaan johtaneiden tapaturmien määrä on alkanut laskea pahimman vuoden 1998 jälkeen.



#### 4.4 Teollisuuden työpaikkatapaturmat vuosina 1996 - 2003

Teollisuuden työpaikalla sattuneista tapaturmista antaa mielikuvaa kuvassa 5 esitetty kaavio. Siinä teollisuuden tapaturmat on luokiteltu ammattiluokittain kuuteen eri luokkaan.

27. Palkansaajien työpaikkatapaturmat teollisen työn (ammattiluokat 6-8) ammattiluokissa vuosina 1996-2003							
Sattumisvuosi	Yhteensä	Ammattiluokka (ammattikoodi)					
		62	75	77	82	88	Muut
1996	53 111	7 459	19 387	3 507	2 842	4 258	15 658
1997	57 094	8 997	19 564	4 047	2 909	4 686	16 891
1998	59 168	9 992	19 917	4 314	2 913	4 572	17 460
1999	58 331	10 770	19 643	4 137	2 776	4 569	16 436
2000	58 346	10 973	19 809	4 051	2 771	4 746	15 996
2001	58 189	10 657	20 461	3 860	2 783	4 606	15 822
2002	55 818	10 476	19 456	3 713	2 731	4 642	14 800
2003	52 759	10 141	18 025	3 520	2 502	4 668	13 903

62 - Talonrakennustyö  
75 - Konepaja- ja rakennusmetallityö  
77 - Puutyö  
82 - Elintarviketeollisuustyö  
88 - Pakkaus-, varastointi- ja ahtaustyö  
Muut - muut teollisen työn ammattiluokat yhteensä

Opinnäytetyöni  
aihetta vastaava

**Kuva 5** Teollisuuden työpaikkatapaturmat vuosina 1996-2003 /22/

luokka on konepaja- ja rakennusmetallityön luokka, joka on kaaviossa merkitty ammattikoodilla 75.

Tässä luokassa tapaturmien lukumäärä on pysynyt runsaan 19 000 tapaturman ja vajaan 20 500 tapaturman välissä. Tilaston huippu saavutettiin vuonna 2001, jolloin tapahtui 20 461 tapaturmaa. Tilasto kulkee jokseenkin käsi kädessä kappaleessa 3.1 esitetyn tilaston kanssa, jossa tarkasteltiin tapaturmatilastoja huomioimatta ammattisektoria. Myös teollisuuden työpaikkatapaturmia tarkastelevassa tilastossa tapaturmien määrien suunta on kääntynyt laskuun vuoden 2001 jälkeen.

#### 4.5 Työpaikkatapaturmat työtehtävän ja vahingoittumistavan mukaan

Opinnäytetyöni käsittelee konesuojien suunnittelemista kuljetinradan ympärille. Tyypillisesti konesuojilla estetään ihmisten joutuminen vaaralle alttiiksi. Tällaisia vaaroja ovat teollisuudessa esimerkiksi liikkuvan esineen aiheuttamat vauriot tai erilaiset puristumiset tai ruhjoutumiset.

Kuvan 6 taulukossa liikkuvan aiheuttajan osumaa tai siihen törmäämistä ilmaistaan vahingoittumistapakoodilla 40 ja puristumista tai ruhjoutumista ilmaistaan vahingoittumistapakoodilla 60. Taulukon ylimmältä riviltä voidaan huomata vahingoittumistapojen 40 tai 60 aiheuttaneen vuonna 2003 tuotanto-, jalostus-, käsittely- tai varastointitöissä yhteensä 40 onnettomuutta.

Yleensä edellä mainittujen kaltaiset tapaturmat ovat lähes poikkeuksetta vakavia tai erittäin vakavia. Siksi, suhteellisen alhaisesta tapaturmien lukumäärästä huolimatta, niiden ehkäisemiseksi on tehtävä konkreettisia parannuksia.

45. Palkansaajien työpaikkatapaturmat työtehtävän ja vahingoittumistavan mukaan vuonna 2003											
Poikkeamakoodi = 80 (väkivalta, järkyttävä tilanne, poikkeava läsnäolo)											
		Vahingoittumistapa (vahingoittumistapakoodi)									
Työtehtävä (suluissa työtehtäväkoodi)	Yht.	10	20	30	40	50	60	70	80	99	00
Tuotanto, jalostus, käsittely, varastointi (11 - 19)	95	7	0	4	10	7	30	7	26	2	1
Maarakentaminen (21)	3	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
Uudisrakentaminen - rakennukset (22)	10	1	0	0	2	2	0	2	3	0	0
Muu rakennustoiminta (23 - 29)	12	0	0	1	1	0	0	2	8	0	0
Maa- ja metsätalous, puutarh.hoito ym. (31 - 39)	367	0	0	10	13	3	23	4	310	3	0
Julkiset ja yksityiset palvelut (41 - 49)	1 034	7	0	26	53	12	30	94	785	22	5
Tukitoiminnot (51 - 59)	366	8	0	20	21	20	21	36	227	10	1
Kuljettamin., kulkemin., urheilu, taiteet (61 - 69)	428	0	0	21	52	5	26	142	177	5	0
Muut työpaikalla suoritett. tehtävät (99)	46	1	0	3	3	0	8	3	27	1	0
Työtehtävätieto puuttuu tai ei ole validi (00, XX)	18	0	0	0	1	3	4	2	7	1	0
<b>Yhteensä</b>	<b>2 380</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>86</b>	<b>157</b>	<b>53</b>	<b>143</b>	<b>293</b>	<b>1 572</b>	<b>45</b>	<b>7</b>

Vahingoittumistapakoodit:

10 - Sähkö, lämpötila, vaaralliset aineet	60 - Puristuminen, ruhjoutuminen
20 - Hapensaannin estyminen	70 - Henkilön äkillinen fyysinen tai psyykinen kuormittuminen
30 - Iskeyt. kiint. pintaa tai liikkumat. aiheuttajaa vasten	80 - Eläimen tai ihmisen purema, potku jne.
40 - Liikkuvan aiheuttajan osuma tai siihen törmääminen	99 - Muut luettelemattomat vahingoittumistavat
50 - Leikkaav., terävän tai karheen esin. aiheutt. vahing.	00 - Vahingoittumistapatiehto puuttuu
	XX - Vahingoittumistapatiehto ei validi

**Kuva 6** Työpaikkatapaturmat työtehtävän ja vahingoittumistavan mukaan /22/

## 5 KONEDIREKTIIVI

### 5.1 Konedirektiivin määritelmä

Konedirektiivi (89/392/ETY) tuli Suomessa voimaan ETA-sopimuksen myötä vuonna 1994 alussa. Se on koneiden turvallisuutta käsittelevä ”yleissääntö”, jolla halutaan yhtenäistää EU:n sisällä liikkuvien koneiden turvallisuusvaatimukset. Konedirektiivissä on määritelty valmistajan velvollisuudet ennen koneen saattamista markkinoille, sekä olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Konedirektiivi koskee kaikkia 1994 jälkeen hankittuja koneita, mutta sitä on syytä soveltaa myös vanhoihin koneisiin siinä määrin kuin mahdollista. Direktiivi koskee kaikkia koneita, jotka täyttävät määritelmän:

*”kone on muulla energialla kuin lihasvoimalla käytettävä toisiinsa liitettyjen osien yhdistelmä, joista ainakin yksi osa liikkuu”.*

Ulkopuolelle jäävät kuitenkin laitteet, joista on olemassa omat säädöksensä, kuten huvipuistolaitteet ja ampuma-aseet.

EU uusi konedirektiivinsä vuonna 1998. Uudessa konedirektiivissä (98/37/EY) alkuperäinen direktiivi ja sen muutokset on muutettu yhdeksi yhtenäiseksi päätökseksi niin kuin Suomessa oli tehty jo aiemmin. Tämä aiemmin tehty päätös on nimeltään valtioneuvoksen päätös koneiden turvallisuudesta (1314/94). Tästä käytetään usein lyhyempää nimitystä konepäätös. /2/

### 5.2 Konedirektiivin sisältö

Konedirektiivi koostuu neljästä luvusta, jotka sisältävät yhteensä 14 artiklaa, sekä seitsemästä liitteestä. Luvuissa I...IV esitetään direktiivin soveltamisalaan kuuluvien koneiden vapaan liikkuvuuden perusedellytykset ja jäsenvaltioiden viranomaisien valtuudet. Liitteissä, jotka muodostavat pääosan koko direktiivitekstistä, esite-

tään varsinaiset koneille asetetut tekniset vaatimukset sekä direktiivin edellyttämät hallinnolliset menettelyt ja ilmoitetuille laitoksille asetetut perusvaatimukset ja niiden tehtävät. /2/

### 5.3 Konedirektiivin soveltaminen konesuojien suunnittelussa

Konedirektiivin liite I on varsinainen koneiden turvallisuusvaatimuksia koskeva osuus: nämä vaatimukset ovat tietyiltä osin enemmänkin yleisiä turvallisuustavoitteita kuin tarkkoja teknisiä määräyksiä. Liitteessä on määritelty turvallisuustavoitteet käytännössä kaikkien koneissa mahdollisesti ilmenevien vaaratekijöiden suhteen. Yksittäistä konetta koskevat luonnollisesti vain siihen liittyviä vaaratekijöitä sivuavat olennaiset vaatimukset.

Konedirektiivin liitteen I johdantohuomautuksessa 3 edellytetään valmistajalta koneeseen liittyvien vaarojen tunnistamista ja arviointia, sekä tämän arvioinnin perusteella suoritettavaa suunnittelua:

*”Valmistaja on velvollinen arvioimaan vaarat tunnistukseen kaikki ne, jotka koskevat hänen konettaan. Valmistajan on sen jälkeen suunniteltava ja rakennettava kone ottaen huomioon tämä arviointi”.* /2/

Olen käsitellyt päättötyössäni konesuojia yhtenä koneen osana. Näin toimittaessa ja suoja suunniteltaessa on riskit kartoitettava suunnittelun perustaksi.

Konedirektiivin liite I jakaantuu kuuteen eri lukuun. Näistä ensimmäinen käsittelee kaikkien koneiden suunnitteluun ja rakenteeseen liittyviä olennaisia terveys- ja turvallisuusvaatimuksia. Kohta 1.4 määrittelee turvalaitteille ja suojuksille tarkoitetut vaatimukset. Vaatimukset on määritelty niin kiinteille kuin avattaville suojuksille sekä niiden liittämiseen osaksi turvajärjestelmää. /2; 4/

## 6 STANDARDIT KONESUUNNITTELUN PERUSTANA

### 6.1 EN-standardit

EU:n konedirektiivissä eli valtioneuvoston koneturvallisuuspäätöksessä (1314/94) annetaan vain yleiset turvallisuusvaatimukset. Niitä täsmennetään eurooppalaisissa EN-standardeissa. EN-standardit tulevat voimaan täsmälleen saman sisältöisinä ja saman numeroisina kaikissa Euroopan standardoimisjärjestön CEN:n ja CENELEC:n jäsenmaissa eli ETA-maissa sekä lisäksi Sveitsissä ja Tshekissä. Suomen osalta jäseniä ovat Suomen Standardisoimisliitto SFS ry (CEN) sekä Suomen Sähköteknillinen Standardisoimisliitto SESKO ry (CENELEC).

Vuonna 1986 CEN ja CENELEC hyväksyivät uudet yhteiset säännöt, jotka muuttivat järjestöjen merkityksen nykyisen kaltaiseksi. Näiden sääntöjen mukaan valmistuvat EN-standardit on vahvistettava kansallisiksi standardeiksi ja ristiriidassa olevat kansalliset standardit on samalla kumottava. EN-standardin vahvistamiseksi Suomessa muutetaan sen merkintää SFS-EN-standardiksi. /13/

### 6.2 Standardien hierarkia

Eurooppalaiset koneturvallisuusstandardit ryhmitellään kolmiportaisen hierarkian mukaisesti A-, B-, C-tyypin standardeihin. Ylinnä ovat kaikkia koneita koskevat yleiset A-tyypin standardit. Seuraavalla tasolla ovat tiettyä ongelmaa koskevat B-tyypin standardit. C-tyypin standardit koskevat tiettyä konetta tai koneryhmää.

Koneiden turvallisuusstandardien laatimista koskevien sääntöjen, SFS-EN 414 mukaan ylemmän A tai B, tason standardeissa esitettäviä vaatimuksia ei toisteta alemman tason standardissa, vaan vaatimus otetaan osaksi B- tai C-tason standardia viittaamalla ylemmän tai rinnakkaisen standardin tarpeelliseen kohtaan. Siten jotain tiettyä konetta koskevan C-tyypin standardin vaatimusten selville saamiseksi tarvitaan joukko A- tai B-tyypin standardeja.

Monet A- ja B-tyyppin standardit ovat luonteeltaan määrittely- tai luokittelustandardeja. Standardi kuvailee tiettyjä turvallisuusratkaisuja tai ominaisuuksia, mutta ei kerro, milloin mikäkin vaihtoehto olisi valittava. Valinta joudutaan tällöin tekemään mm. riskien arvioinnin ja muiden yleisten periaatteiden pohjalta. Lopultakin on hyvä muistaa, että standardien soveltaminen on vapaaehtoista. Valmistaja voi valita keinot, joilla olennaiset turvallisuusvaatimukset toteutetaan. Usein on helpointa noudattaa näitä standardeja. Jos yhdenmukaistettuja standardeja ei ole valmiina, viranomaiset ja ilmoitetut laitokset voivat antaa ohjeita olennaisten turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi. Yhdenmukaistettujen standardien puuttuessa voidaan käyttää apuna kaikkia sellaisia kansallisia tai muita standardeja tai muita ohjeita, jotka auttavat olennaisten turvallisuusvaatimusten täyttymisessä. /13/

### 6.2.1 A-tyyppin standardit

A-tyyppin standardit ovat yleisiä, kaikkia koneita koskevia standardeja. Näitä standardeja sovelletaan, jos muita yksityiskohtaisempia standardeja ei ole olemassa. A-tyyppin standardeihin kuuluvat:

SFS-EN 12100-1 Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet. Osa1: Peruskäsitteet ja menetelmät.

SFS-EN 12100-2 Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet. Osa 2: Tekniset periaatteet

SFS-EN 1050 Koneturvallisuus. Riskien arvioinnin periaatteet. /13/

### 6.2.2 B-tyyppin standardit

B-tyyppin standardit koskevat koneisiin liittyvien tiettyjen ongelmien mittaamista tai poistamista (melu, valaistus, pöly, syntyvät pölyt ja kaasut jne.) tai tiettyjä turvalaitteita (häätäpysäytin, koneen toimintaan kytketyt suojuukset, valoverhot jne.) Myös tiettyjä useille koneille yhteisiä ominaisuuksia, esimerkiksi eri energiamuotoja, kä-

sittelevät standardit kuuluvat B-tyyppiin. Näitä standardeja sovelletaan, jos koneessa on kyseinen ongelma, ominaisuus tai turvalaite. /13/

### 6.2.3 C-tyypin standardit

C-tyypin standardit koskevat tiettyä konetta tai koneryhmää (robotti, kuljetin, epäkeskopuristin, sorvi jne.)

Jos koneesta on olemassa yhdenmukaistettu standardi, on helpon tapa suunnitella turvallinen kone noudattamalla tätä standardia. Tällöin tehdyn koneen katsotaan täyttävän siltä osin myös konedirektiivin liitteen 1 olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. /13/

## 7 URK1-KULJETINRADAN SUOJIEEN MUUTOSTARPEET

### 7.1 Kuljetinradan kuvaus

URK1 on SAV Oy:n asiakkaan tarralaminaattia kiinnirullaavan rullaimen tunnistemerkintä. Leikkuri leikkaa tarralaminaatin poikki, kun kiinnirullain on rullannut poiskuljetettavan rullan riittävän suureksi. Rulla siirretään tämän jälkeen siirtovaunulla kääntöpöydälle, josta tarralaminaattirulla siirretään joko saksinosturille tai pois johtavalle kuljettimen osalle. Valmiin siirrettävän rullan paino on maksimissaan n. 1500 kg.



**Kuva 7** Kuljetinrata

Kuljetinlinjan osat ovat siirtovaunu, kääntöpöytä, saksinosturi ja kuljetinradan pöydät (liite 1).

Siirtovaunun voimanlähteenä on sähkömoottori. Vaunu liikkuu lattiaan kiinnitetyillä kiskoilla kiinnirullaimen ja kääntöpöydän välillä. Siirtovaunussa on nouseva pöy-



tä, jolla saadaan nostettua tarralaminaattirulla kääntöpöydän päälle. Siirtovaunua ohjataan käsiohjauksella.

Kääntöpöydällä voidaan tarralaminaattirullan siirtoa jatkaa saksinosturille tai kuljettimesta pois johtavalle osalle. Myös kääntöpöydän voimanlähteenä on sähkömoottori.

Kääntöpöydän rullan vastaanotin toimii pneumaattisesti.

Kääntöpöydän toiminta on automatisoitu. Rullan tullessa kääntöpöydälle rajakytkimenä olevat optokytkimet toimivat.

Ohjelmasta ja ohjauksesta riippuen pöydän rullan vastaanotin joko laskeutuu alas ja antaa rullan kulkea vapaasti saksinosturille, tai se ottaa rullan vastaan, kääntyy ja ohjaa rullan pois kuljettimelta.

Saksinosturilla tarralaminaattirulla voidaan laskea alas kuljetinlinjalta. Saksinosturin pöydässä on pyörillä liikuteltava siirtokelkka, jolla tarralaminaattirulla saadaan liikuteltua pois kuljetinlinjan luota. Saksinosturin toiminta on automaattista. Rullan



**Kuva 8** Siirtovaunu



**Kuva 9** Kääntöpöytä

tullessa nosturille rajakytkimenä olevat optokytkimet toimivat. Tämän jälkeen nosturi laskeutuu alas. Nyt siirtokelkka voidaan työntää pois kuljettimelta.

## 7.2. Nykyiset suojat

Kuljettimen eri osia ympäröi poikkileikkaukseltaan 50 mm:n pyöröteräsputkesta rakennettu suoja-aita. Aita ei enää täyttänyt nykyisiä turvallisuusmääräyksiä. Kääntöpöydän toiminta ei pysähtynyt, vaikka kääntöpöydän mekanismeihin olisi joutunut vieras esine tai koneen vaara-alueelle kuljettu koneen toimiessa. Saksinosturinkin toiminnan pysäytys oli toteutettu vain yhdellä nosturin pöydän reunaan asennetulla rajakytkimellä sekä suoja-aidan oveen asennetulla rajakytkimellä. Lisäksi aidassa olevat aukot olivat liian suuria, jotta aita olisi turvallinen. /14/

Suojat oli suunniteltu käytettäväksi niin, että valmis, saksinosturin pöydän päällä lattian tasossa makaava rulla työnnetään pois saksinosturin etupuolelle. Näin toimit-



**Kuva 10** Valmiin rullan siirtoaukkoja saksinosturin etupuoli

taessa koneen käyttäjä aukaisee suoja-aidan sähkökaapin puolella olevan oven saksinosturin tultua ala-asentoon, ja rulla työnnetään pois kuljettimelta siirtokelkan varassa saksinosturin etupuolelle. Oveen oli kytketty myös rajakytkin, jonka toiminta pysäyttää nosturin laskeutumisen. Ovi oli siis tarkoitettu avattavaksi vasta nosturin tultua ala-asentoon.

Käytännössä toiminta ei kuitenkaan ollut kuvauksen mukaista. Koneen käyttäjät kulkivat saksinosturin viereen sen etupuolella olevasta aukosta, josta valmis rulla työnnetään pois. Tämä tapahtui saksinosturin liikkuessa alaspäin. Tässä kohdassa aita on täysin avoin, ja kulku aivan nosturin viereen oli mahdollista. Nosturin tultua alas käyttäjät työnsivät rullan pois samasta aukosta, josta itse kulkivat. Toiminta ei siis ollut kovinkaan turvallista.

## 8 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

### 8.1 Riskien arviointi

Koneiden turvallisuutta koskevien määräysten peruseriaate esitetään konedirektiivin liitteen 1 johdantohuomautuksessa. Siinä todetaan että:

*”Valmistaja on velvollinen arvioimaan vaarat tunnistaakseen kaikki ne, jotka koskevat hänen konettaan. Valmistajan on sen jälkeen suunniteltavan ja rakennettava kone ottaen huomioon tämä arviointi”. /2/*

Tämä on yleisperiaate, jota täsmennetään myöhemmin saman konepääatöksen liitteissä.

Koneturvallisuuden perusstandardin SFS-EN 12100-1 kohdassa 5 täsmennetään vaarojen tunnistamiseksi ja poistamiseksi seuraavanlaista prosessia:

*”Koneen suunnittelijan on aina seuraavassa järjestyksessä:*

- määritettävä koneen raja-arvot ja tarkoitettu käyttö.*
- tunnistettava vaarat ja niihin liittyvät vaaratilanteet.*
- arvioitava riskin suuruus kunkin tunnistetun vaaran ja vaaratilanteen osalta.*
- arvioitava riskin merkitys ja tehtävä päätökset riskin pienentämisen tarpeesta.*
- poistettava vaara tai pienennettävä vaaraan liittyvää riskiä suojaustoimenpiteiden avulla”. /10/*

Koneen suunnittelu alkaa sen raja-arvojen määrittämisellä. Tällöin määritellään missä ja miten konetta tullaan käyttämään sen elinkaaren aikana. Raja-arvoja määriteltäessä ja riskejä arvioitaessa apuna voidaan käyttää standardia SFS-EN 1050, joka käsittelee riskin arvioinnin periaatteita.

Käyttörajoista puhuttaessa on otettava huomioon erilaiset toimintatavat, käyttövaiheet sekä käyttäjien puuttuminen eri tavalla toimintaan. Lisäksi on huomioitava erilaiset väärinkäytön mahdollisuudet. Käytännössä toimintatavoista puhuttaessa tämä tarkoittaa kuljettimen toimintaa käsiajolla tai automaattisesti. Normaalisti koneen käyttäjänä toimii työhönsä koulutettu henkilö, joka tietää, miten kuljetin toimii, ja osaa varoa mahdollisia vaaratekijöitä. Mahdolliset kesätyöntekijät tai muut tilapäiset työntekijät ovat toinen ääripää koneen käyttäjistä. Heidän toimintansa voi olla totutuista toimintatavoista poikkeavaa. Kuljettimen väärinkäyttö voi tapahtua lähinnä turvalaitteiden ohittamisella.

Tilarajoista puhuttaessa otetaan huomioon liikkeen vaikutusalue, koneen kunnossapidon vaatima tila, sekä mahdolliset rajapinnat, joita syntyy konetta käytettäessä käyttäjän ja koneen sekä tehonsyötön ja koneen välille. Kuljettimen kohdalla liikettä syntyy tarralaminaattirullan, siirtovaunun, kääntöpöydän ja saksinosturin liik-

keestä. Kunnossapitotarvetta esiintyy edellä mainittujen koneiden osilla, kuten myös käyttäjän ja koneen rajapinnat muodostuvat myös näiden osien ja ihmisen välille.

Aikarajat koskevat liikkuvien koneenosien kulumisesta johtuvaa vikaantumista. Nämä rajat koskevat esimerkiksi siirtovaunun nostomekanismien vikaantumista tai rajakytkimien häiriötiloja./9/

## 8.2 Konepäättöksen turvallisuusvaatimukset

Konepäättöksen turvallisuusvaatimukset ovat perusvaatimuksia, jotka uusien konesuojien on täytettävä. Konesuojien suunnittelun kuljettimen ympärille on luonteeltaan sen kaltainen muutos, joka säilyttää koneen ”vanhana”. Vasta uusien koneyksiköiden lisäys tai konelinjan uusiminen tekisi koneesta ”uuden”. Teknisiä tiedostoja, kuten vaatimustenmukaisuusvakuutusta ja käyttöohjeita, ei siis tässä tapauksessa tarvitse laatia. Samoin CE-merkintää ei tarvita, sillä konesuojien uusiminen ei muuta konetta ”uudeksi”. Standardeja ja turvallisuusohjeita kuitenkin kannattaa käyttää hyväksi, sillä niissä on paljon moneen kohteeseen soveltuvia valmiita ratkaisuja. Kun kone muutetaan näiden ratkaisujen mukaiseksi, voidaan olla varmoja, että se täyttää valtioneuvoston käyttöpäättöksen vähimmäisvaatimukset.

Konepäättöksen liitteen johdantolauseetta on tarkennettu konesuojien osalta samaisen liitteen kohdassa 1.4, jossa todetaan seuraavasti:

### ***1.4 Suojuksilta ja turvalaitteilta vaadittavat ominaisuudet***

#### ***1.4.1 Yleiset vaatimukset***

*Suojusten ja turvalaitteiden on:*

- oltava kestäviä;*
- oltava sellaisia, ettei niistä aiheudu lisävaaraa;*
- oltava sellaisia, ettei niitä ole helppo ohittaa tai tehdä toimimattomaksi;*
- sijaittava riittävällä etäisyydellä vaaravyöhykkeestä;*
- estettävä mahdollisimman vähän tuotantoprosessin tarkkailua;*

— sallittava työkalun asettaminen tai vaihtaminen sekä kunnossapito rajoittamalla pääsy vain alueelle, jossa työ on tehtävä ilman, jos mahdollista ilman, että suojusta tai turvalaitetta poistetaan.

#### **1.4.2 Suojuksia koskevat erityisvaatimukset**

##### **1.4.2.1 Kiinteät suojukset**

*Kiinteiden suojusten on pysyttävä varmasti paikallaan.*

*Niiden kiinnitysjärjestelmän avaaminen saa olla mahdollista vain työkaluilla.*

*Jos mahdollista suojukset eivät saa pysyä paikallaan ilman kiinnittimiään.*

##### **1.4.2.2 Avattavat suojukset**

*A. A-typin avattavien suojusten on:*

— *jos mahdollista pysyttävä kiinnitettynä koneeseen ollessaan auki;*

— *oltava kytkettyinä laitteeseen, joka estää liikkuvien osien käynnistymisen suojuksen ollessa auki ja antaa pysäytyskäskyn, kun suojus avataan.*

***B. B-typin avattavat suojukset on suunniteltava ja kytkettävähallintajärjestelmään siten, että:***

— *liikkuvat osat eivät voi käynnistyä niin kauan kun ne ovat käyttäjän ulottuvilla;*

— *alttiina olevat henkilöt eivät voi koskettaa liikkuviin osiin niiden käynnistyttyä;*

— *niitä voidaan säätää vain tarkoituksellisilla toimenpiteillä, kuten työkalua tai avainta käyttämällä;*

— *suojuksen yhdenkin osan puuttuminen tai vioittuminen estää käynnistymisen tai pysäyttää liikkuvat osat;*

— *sinkoutumisen aiheuttama vaara torjutaan asianmukaisella esteellä.*

##### **1.4.2.3 Pääsy rajoittavat säädettävät suojukset**

*Säädettävien suojusten, jotka rajoittavat pääsyä niihin liikkuvien osien kohtiin, joita ehdottomasti tarvitaan työskenneltäessä koneella, on:*

— *oltava käsin tai automaattisesti säädettävissä suoritettavan työn tyyppin mukaan;*

— *oltava helposti säädettävissä ilman työkaluja;*

— *vähennettävä mahdollisimman paljon sinkoutumisvaaraa.*

#### **1.4.3 Turvalaitteita koskevat erityisvaatimukset**

*Turvalaitteet on suunniteltava ja liitettävä hallintajärjestelmään siten, että:*

— *liikkuvat osat eivät voi käynnistyä niin kauan kun ne ovat käyttäjän ulottuvilla;*

— *alttiina olevat henkilöt eivät voi koskettaa liikkuviin osiin niiden käynnistyttyä;*

— *niitä voidaan säätää ainoastaan tarkoituksellisilla toimenpiteillä, kuten työkalua tai avainta käyttämällä;*

— *turvalaitteen yhdenkin osan puuttuminen tai vioittuminen estää käyntiinlähdön tai pysäyttää liikkuvat osat*". /2/

Nämä määräykset on uusien konesuojien täytettävä. Vaikka kyseessä onkin vanha kuljetinlinja, on uudet konesuojat suunniteltu nämä vaatimukset täyttäväksi.

### 8.3 Vaaratekijöiden tunnistaminen

Vaaratekijöitä tunnistettaessa ja arvioitaessa tulisi lähteä liikkeelle olettamuksesta, jonka mukaan vaara johtaa ennemmin tai myöhemmin vahinkoon, jos mitään suojaustoimenpiteitä ei suoriteta. Koneita suunniteltaessa tulisi huomioida kaikki vaaratekijät: melu, säteily, ilmaan pääsevät epäpuhtaudet jne. Tässä toimii hyvänä apuna standardin SFS EN1050 liite A. Konesuojia suunniteltaessa tätä voidaan soveltaa vain rajoitetusti, sillä konesuojilla voidaan käytännössä ehkäistä vain erilaisten mekaanisten vaaratekijöiden aiheuttamia tapaturmia. Mahdolliset vaaratekijät tulee kartoittaa kaikissa mahdollisissa tilanteissa, myös häiriötilanteissa.

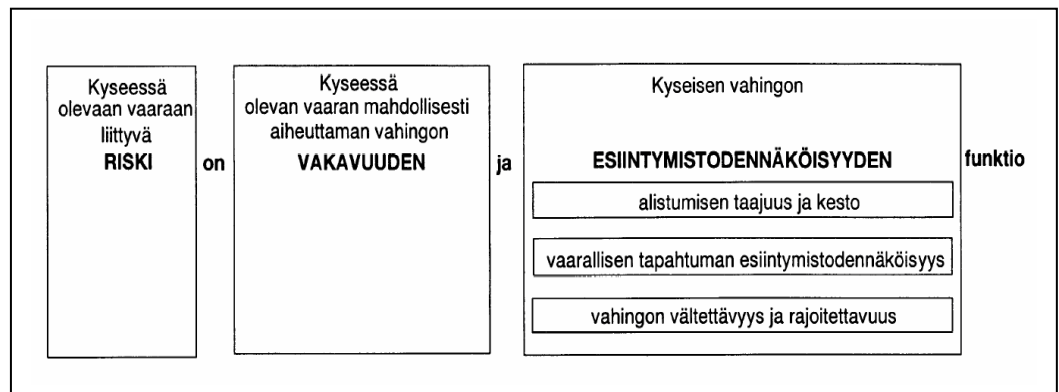
Kuljetinradan vaaratekijöitä, joita voidaan konesuojien avulla suojata, esiintyy seuraavissa paikoissa:

- siirtovaunun liikkeen aiheuttama puristumisvaara
- tarralaminaattirullan liikkeen aiheuttama puristumisvaara
- kääntöpöydän liikkuvien osien aiheuttama puristumisvaara
- saksinosturin mekanismien aiheuttama puristumisvaara

Lisäksi kääntöpöydän ja saksinosturin kunnossapitotoimenpiteet tulee päästä suorittamaan aiheuttamatta liiallista riskiä. Kunnossapitotoimenpiteiden tulee olla mahdollisia vain laitteiden ollessa pysähdyksissä. /9; 15; 11/

## 8.4 Vaaratekijöihin liittyvän riskin suuruuden arviointi

Tiettyyn tilanteeseen tai työtapautumaan liittyvä riski johdetaan vaaran mahdollisesti aiheuttaman vahingon vakavuuden ja kyseisen vahingon esiintymistodennäköisyyden muodostamasta yhtälöstä.



**Kuva 11** Riskin osatekijät /9/

Esiintyminen	Seuraukset		
	Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Epätodennäköinen	Merkityksetön riski	Vähäinen	Kohtalainen riski
Mahdollinen	Vähäinen	Kohtalainen riski	Merkittävä riski
Todennäköinen	Kohtalainen riski	Merkittävä riski	Sietämätön riski

**Kuva 12** Riskien luokittelumalli /16/

Kuljetinradan vaaratekijöiksi havaitut erilaiset puristumisriskit ovat riskejä, jotka kohdistuvat tapahtuessaan työntekijään tai useampiin työntekijöihin. Tällöin riskien seuraukset nousevat aina vakaviksi. Seurauksena saattaa olla palautumattomia vammoja tai jopa kuolema.

Riskien esiintyminen nousee myös todennäköiseksi, sillä vanhojen konesuojien ollessa käytössä kulku saksinosturille ja kääntöpöydälle normaalin käytön aikana on mahdollista suoja-aitojen raoista kulkemalla. Tällöin puristumis- tai ruhjoutumisvaara nousee mahdolliseksi. Saksinosturin alareunassa on rajakytin (Kuva 10), jol-



la pysäytetään nosturin laskeutuminen, mutta ennen tämän kytkimen toimintaa on käyttöhenkilöllä mahdollisuus saada raajansa nostopöydän mekanismien väliin puristuksiin.

Riskit nousevat kuljetinradan ympäristössä työskennellessä kohtalaisiksi tai merkittäviksi. Tämä tarkoittaa sitä, että riskin pienentämiseksi on ryhdyttävä toimenpiteisiin. Loukkaantumiseriskiä on saatava alennettua turvallisemmalle tasolle.

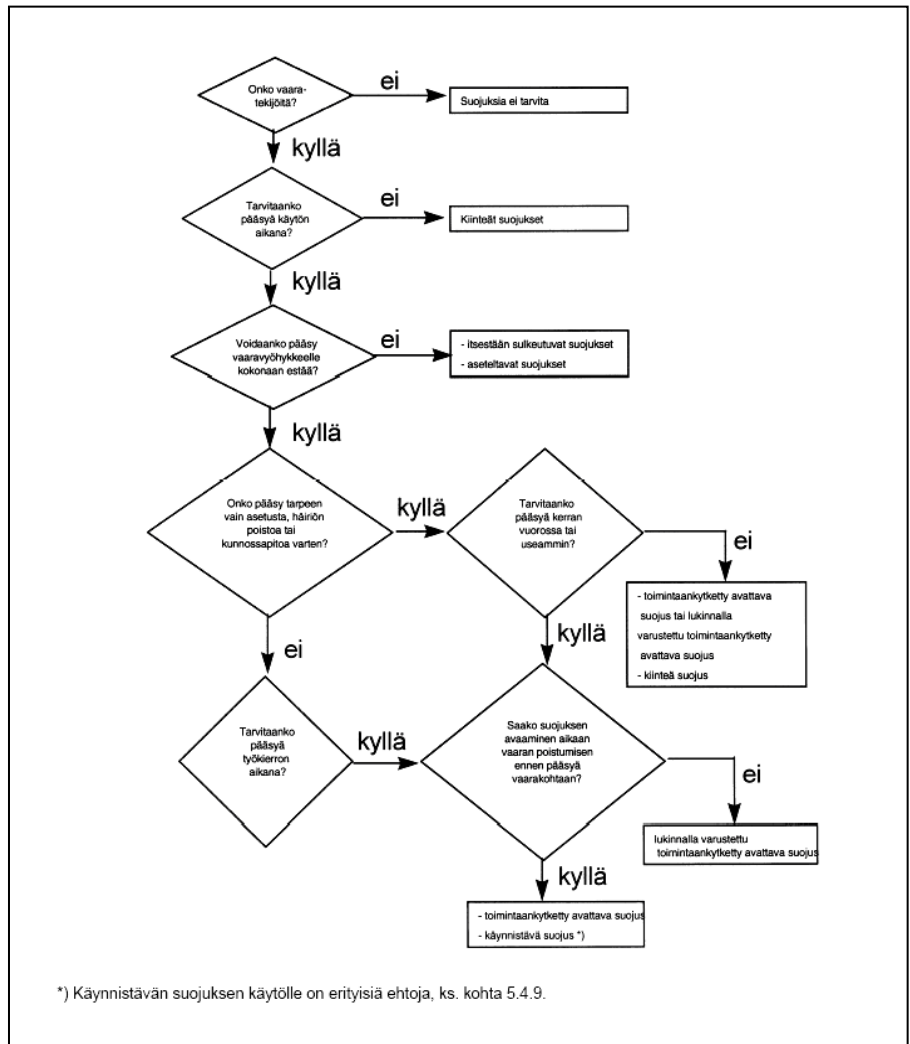
Riskien kartoituksen jälkeen parhaimmaksi vaihtoehdoksi tuli rakentaa suoja-aidat kuljetinradan ympärille, sekä varustaa se tarvittavalla määrällä ovin suljettavia kulkuaukkoja, jotka on kytketty koneiden toimintaan.

## **9 KONESUOJIA KOSKEVAT STANDARDIT**

### **9.1 SFS-EN 953**

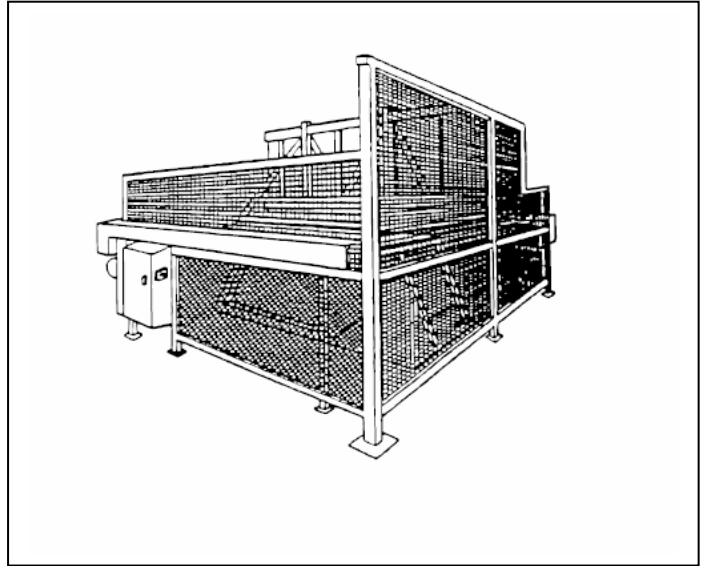
SFS-EN 953 on B-tyypin koneturvallisuuden standardi, joka käsittelee kiinteiden ja avattavien suojusten suunnittelun ja rakenteen yleisiä periaatteita. Standardi antaa ohjeet erilaisten suojiin valinnassa huomioon otavista seikoista sekä valintakriteereitä suojiin suunnitteluun ja valmistukseen.

Suojiin valinnassa käytettiin apuna standardin SFS-EN 953 liitteen A kaaviota. Tämä kaavio on näytetty kuvassa 13

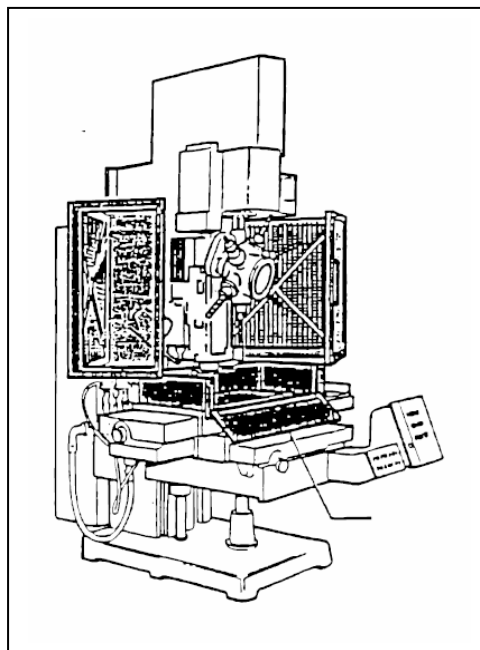


**Kuva 13** Kaavio suojien valitsemiseksi /8/

Suojina tultaisiin käyttämään kuvan 14 periaatteen mukaisia etäisyssuojia sekä kuvan 15 periaatteen mukaisia toimintaan kytkettyjä suojia. Tämänkaltaisilla suojilla vaaravyöhykkeet saadaan rajattua aitojen sisäpuolelle, ja mahdollinen liike vaaravyöhykkeelle tapahtuisi ainoastaan avattavien suojuksia käyttäen. Näin suojuksien ”piiriin” kuuluvia koneen vaarallisia toimintoja ei voida käyttää ennen kuin suojuksen on kiinni. Samoin suojuksen avaaminen koneen toiminnan aikana aiheuttaa pysäytyskäskyn.



**Kuva 14** Esimerkki etäisyssuojuksesta /8/



**Kuva 15** Esimerkki toimintaan kytketystä suojuksesta /8/

Standardissa SFS-EN 953 listataan suojusten suunnittelua ja rakennetta koskevat pääasialliset vaatimukset, jotka on otettava huomioon suoja suunniteltaessa: Näihin kuuluu seuraavanlaisia huomioitavia seikkoja:

- koneeseen liittyviä näkökohtia, kuten melun suojaaminen
- inhimillisiä tekijöitä, kuten turvaetäisyyksiä, joita käsitellään tarkemmin standardeissa SFS-EN 294 ja SFS-EN 811
- suojuksen suunnittelua koskevia näkökohtia, kuten puristumis- tai takertumisvaaraa
- suojuksen rakenteeseen liittyviä näkökohtia, kuten terävät reunat
- rakenneaineiden valintaa koskevia vaatimuksia, kuten materiaalien jäykkyys
- lisäksi on listattu suojusta käytettäville materiaaleille erilaisia ominaisuuksia, jotka niiden on täytettävä /8/.

## 9.2 SFS-EN 294

SFS-EN 294 on B-tyyppin koneturvallisuusstandardi, joka käsittelee turvaetäisyyksiä, joilla estetään yläraajojen ulottuminen vaaravyöhykkeelle. Turvaetäisyyksiä määriteltäessä on otettava huomioon kaikki käyttötilanteet, kuten ulottumistilanteet, huoltotilanteet, sekä ihmisen kehon puristumis- ja venymisominaisuudet ja nivelten liikkeiden rajat.

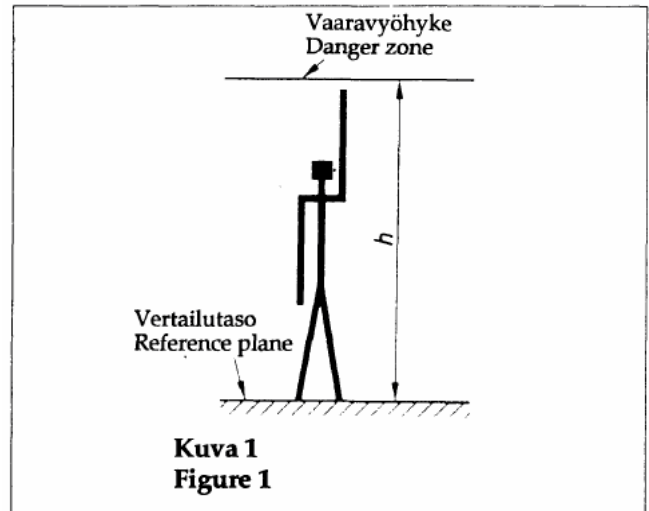
Suojarakenteen mittoja ja sijoitusta määriteltäessä apuna voidaan käyttää standardissa SFS-EN 294 annettuja taulukkoja 1 ja 2. Käytän kuvassa 16 esiteltyä taulukkoa 2, jota suositellaan käytettäväksi silloin kun vaaravyöhykkeessä oleva riski on suuri. Suojarakenteen korkeutta määriteltäessä on tiedettävä kaksi kolmesta tekijästä. Näitä tekijöitä ovat vaaravyöhykkeen korkeus  $a$ , suojarakenteen korkeus  $b$  ja vaakasuora etäisyys vaaravyöhykkeeseen  $c$ .

<b>Taulukko 2</b>										
<b>Table 2</b>										
Mitat mm					Dimensions in millimetres					
Vaara- vyöhykkeen korkeus <i>a</i> Height of danger zone <i>a</i>	Suojarakenteen korkeus <i>b</i> <sup>1)</sup> Height of protective structure <i>b</i> <sup>1)</sup>									
	1000	1200	1400 <sup>3)</sup>	1600	1800	2000	2200	2400	2500	2700
Vaaka-suora etäisyys vaaravyöhykkeeseen <i>c</i> Horizontal distance to danger zone <i>c</i>										
2700 <sup>2)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	-
2400	1100	1000	900	800	700	600	400	300	100	-
2200	1300	1200	1000	900	800	600	400	300	-	-
2000	1400	1300	1100	900	800	600	400	-	-	-
1800	1500	1400	1100	900	800	600	-	-	-	-
1600	1500	1400	1100	900	800	500	-	-	-	-
1400	1500	1400	1100	900	800	-	-	-	-	-
1200	1500	1400	1100	900	700	-	-	-	-	-
1000	1500	1400	1000	800	-	-	-	-	-	-
800	1500	1300	900	600	-	-	-	-	-	-
600	1400	1300	800	-	-	-	-	-	-	-
400	1400	1200	400	-	-	-	-	-	-	-
200	1200	900	-	-	-	-	-	-	-	-
0	1100	500	-	-	-	-	-	-	-	-

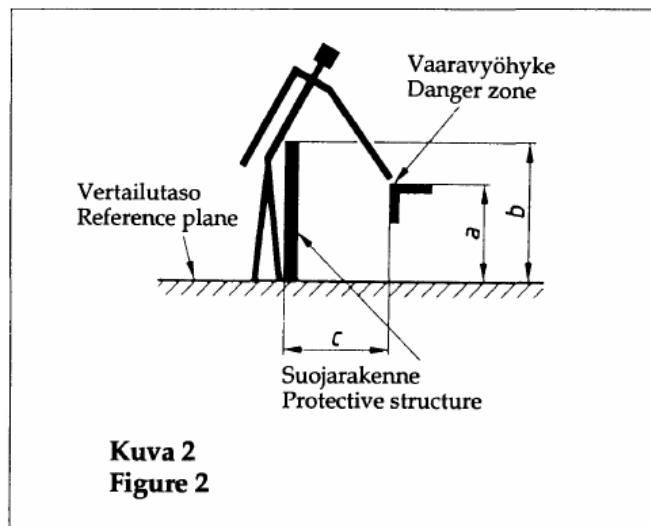
<sup>1)</sup> Korkeudeltaan alle 1000 mm suojarakenteita ei ole otettu mukaan, koska ne eivät rajoita kehon liikkumista riittävästi.  
<sup>2)</sup> Yli 2700 mm korkeudella olevien vaaravyöhykkeiden osalta viitataan kohtaan 4.2.  
<sup>3)</sup> Korkeudeltaan alle 1400 mm suojarakenteita ei suositeta käytettäväksi ilman lisäturvallisuustoimenpiteitä.  
<sup>1)</sup> Protective structures less than 1000 mm height are not included because they do not sufficiently restrict movement of the body.  
<sup>2)</sup> For danger zones above 2700 mm refer to 4.2.  
<sup>3)</sup> Protective structures lower than 1400 mm should not be used without additional safety measures.

**Kuva 16** Taulukko turvaetäisyyksien määrittämiseksi /5/

Jos esimerkiksi halutaan määrittää suojarakenteen korkeus  $b$ , kun tunnetaan vaaravyöhykkeen korkeus  $a$  ja sen vaakasuora etäisyys  $c$  suojarakenteesta. Vaaravyöhykkeen korkeus  $a$  on 1500 mm ja sen vaakasuora etäisyys  $c$  ehdotetusta suojarakenteesta on 700 mm. Kuvan 13 taulukon mukaan suojarakenteen korkeuden  $b$  on oltava vähintään 2000 mm.



**Kuva 17** Vertailutason ja vaaravyöhykkeen määrittäminen /5/



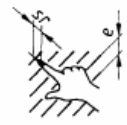
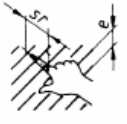
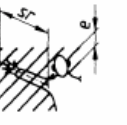
**Kuva 18** Vertailutason, vaaravyöhykkeen ja vaakasuoran etäisyyden  $c$  määrittäminen /5/

SFS-EN 294-standardin taulukko 3, joka on esitetty kuvassa 19, esittää yli 14 vuotiaiden henkilöiden yläraajojen perusliikkeet ja turvaetäisyydet näille liikkeille, kun aukot ovat säännöllisen muotoisia. Esimerkiksi koneiden huoltoa varten suunniteltavia aukkoja mitoitettaessa on otettava nämä turvaetäisyydet.

Taulukko 3 Table 3		Dimensions in millimetres
Mitat mm		
Liikkeen rajoitukset Limitation of movement	Turvaetäisyys $s_r$ Safety distance $s_r$	Kuva Illustration
Liikettä rajoitetaan vain olkapään ja kainalon kohdalta  Limitation of movement only at shoulder and armpit	$\geq 850$	
Käsivarsi on tuettuna kyynärpäähän asti  Arm supported up to elbow	$\geq 550$	
Käsivarsi on tuettuna ranteeseen asti  Arm supported up to wrist	$\geq 230$	
Käsivarsi ja kämmen ovat tuettuina rystysiin asti  Arm and hand supported up to knuckle joint	$\geq 130$	
<p>A : käsivarren liikealue.  <sup>1)</sup> Joko pyöreän aukon halkaisija tai neliömäisen aukon sivun pituus tai pitkänomaisen aukon leveys.  A : range of movement of the arm.  <sup>1)</sup> Either the diameter of a round opening, or the side of a square opening, or the width of a slot opening.</p>		

**Kuva 19** Yläraajojen perusliikkeet /5/

Suojarakenteen materiaaleja mietittäessä on huomioitava siinä olevien aukkojen koot. Kuvan 20 taulukossa 5 on määritelty aukkojen  $e$  mitat, joilla turvaetäisyydet saavutetaan. Aukkojen  $e$  mitat tarkoittavat neliömäisen aukon sivua, pyöreän aukon halkaisijaa ja pitkänomaisen aukon kapeimman kohdan mitta. /5/

Taulukko 5 Table 5					
Mitat mm		Dimensions in millimetres			
Kehon osa Part of body	Kuva Illustration	Aukko Opening	Turvaetäisyys $s_r$ Safety distance $s_r$		
			Pitkänomainen Slot	Neliö Square	Pyöreä Round
Sormenpää Fingertip		$e \leq 4$	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 2$
		$4 < e \leq 6$	$\geq 20$	$\geq 10$	$\geq 10$
Sormi rystyseen asti Finger up to knuckle joint tai or Kämmen ja sormet Hand		$6 < e \leq 8$	$\geq 40$	$\geq 30$	$\geq 20$
		$8 < e \leq 10$	$\geq 80$	$\geq 60$	$\geq 60$
		$10 < e \leq 12$	$\geq 100$	$\geq 80$	$\geq 80$
		$12 < e \leq 20$	$\geq 900^{1)}$	$\geq 120$	$\geq 120$
Käsivarsi olkapähän saakka Arm up to junction with shoulder		$20 < e \leq 30$	$\geq 900$	$\geq 550$	$\geq 120$
		$30 < e \leq 100$	$\geq 900$	$\geq 900$	$\geq 900$

<sup>1)</sup> Jos pitkänomaisen aukon pituus on  $\leq 40$  mm, peukalo toimii rajoittimena ja turvaetäisyyttä voidaan lyhentää 120 mm asti.  
<sup>1)</sup> If the length of the slot opening is  $\leq 40$  mm the thumb will act as a stop and the safety distance can be reduced to 120 mm.

**Kuva 20** Säännöllisten muotoisten aukkojen turvaetäisyydet /5/



### 9.3 SFS-EN 349

SFS-EN 349 on B-tyypin koneturvallisuuden standardi, joka määrittelee vähimmäisetäisyydet kehonosien puristumisvaaran välttämiseksi. Standardia sovelletaan ainoastaan puristumisen aiheuttamiin riskeihin, ja sitä ei voida soveltaa muihin mahdollisiin vaaratekijöihin, kuten esim. isku-, leikkautumis- ja nieluunjoutumisvaaroihin.

Konetta suunniteltaessa tulisi miettiä sen kaikki tulevan elinkaaren vaiheet, jossa vaaratilanteista pääsee syntymään. Kuljetinradan suurimmat puristumisvaarat syntyvät konesuojia sijoiteltaessa siirtovaunun liikkeestä. Kuvassa 21 nähdään siirtovaunu siirtyneenä kääntöpöydän luo. Tällöin puristumisvaara syntyy siirtovaunuun kiinnitetyn pylvään ja kääntöpöydän vieressä olevan vierintätason välille. Siirtovaunua ei voida kokonaan aidata konesuojien taakse, jolloin se aiheuttaa puristumisvaaran kääntöpöydän suuntaan liikkeessaan.

Siirtovaunu on varustettu rajakytkimillä, joilla estetään sen liike, jos se liikkuessaan kohtaa jonkin esteen. Tästä huolimatta on puristumisvaaran aiheuttavat kohteet otettava huomioon.



**Kuva 21** Siirtovaunu siirtyneenä kääntöpöydän luo

Kuvan 21 taulukosta voidaan nähdä vähimmäisetäisyydet eri kehonosien puristumisvaaran välttämiseksi. Jos vähimmäismittaa ei voida saavuttaa, tulee pääsy estää kohteeseen jollain muulla tavalla, esimerkiksi suoja-aidoilla. Vähimmäismittaa on ilmaistu kirjaimella *a*. /6/

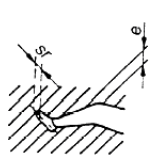
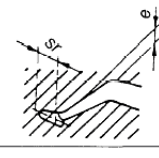
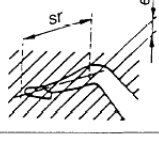

Taulukko 1 Table 1		
Mitat millimetreissä		Dimensions in millimetres
Kehonosa Part of body	Vähimmäismitta <i>a</i> Minimum gap <i>a</i>	Kuva Illustration
Vartalo Body	500	
Pää (epäedullisin asento) Head (least favourable position)	300	
Jalka Leg	180	
Jalkaterä Foot	120	
Varpaat Toes	50	
Käsi Arm	120	
Käsi Ranne Nyrkki Hand Wrist Fist	100	
Sormi Finger	25	

**Kuva 22** Taulukko kehonosien puristumisvaaran välttämiseksi /6/

## 9.4 SFS-EN 811

SFS-EN 811 on B-tyyppin koneturvallisuuden standardi, joka määrittelee turvaetäisyydet, joilla estetään alaraajojen ulottuminen vaaravyöhykkeelle. Alaraajat saattavat joutua vaaravyöhykkeelle, kun henkilö esimerkiksi yrittää jalalla puhdistaa purku- tai syöttöaukkoja. Kuljetinradan kohdalla alaraajat saattavat joutua vaaravyöhykkeelle saksinosturin tai kääntöpöydän toimiessa.

Kuvassa 23 on standardista SFS-EN 811 poimittu taulukko, jota apuna käyttäen voidaan määrittellä konesuojien mitat, niissä olevien aukkojen koot ja suojien etäisyydet vaaravyöhykkeestä. /7/

Alaraajan osa	Kuva	Aukko	Turvaetäisyys $s_r$	
			Pitkänomainen	Neliö tai Pyöreä
Varpaan pää		$e < 5$	0	0
Varvas		$5 < e \leq 15$	$\geq 10$	0
		$15 < e \leq 35$	$\geq 80$ <sup>1)</sup>	$\geq 25$
Jalkaterä		$35 < e \leq 60$	$\geq 180$	$\geq 80$
		$60 < e \leq 80$	$\geq 650$ <sup>2)</sup>	$\geq 180$
Jalka polveen asti		$80 < e \leq 95$	$\geq 1100$ <sup>3)</sup>	$\geq 650$ <sup>2)</sup>
Jalka haaroihin asti		$95 < e \leq 180$	$\geq 1100$ <sup>3)</sup>	$\geq 1100$ <sup>3)</sup>
		$180 < e \leq 240$	ei sallittu	$\geq 1100$ <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Jos pitkänomaisen aukon pituus  $\leq 75$  mm, turvaetäisyyttä voidaan pienentää arvoon  $\geq 50$  mm.  
<sup>2)</sup> Arvo vastaa arvoa "Jalka polveen asti".  
<sup>3)</sup> Arvo vastaa arvoa "Jalka haaroihin asti".

**Kuva 23** Alaraajojen vaaravyöhykkeelle ulottumisen estävät turvaetäisyydet /7/

## 10 SUOJIEEN ERI VAIHTOEHDOT

### 10.1 Vähimmäisvaatimukset

Vähimmäisvaatimuksina uusille konesuojille pidettiin seuraavia vaatimuksia:

- Suojien tulisi täyttää niitä koskevat turvallisuusstandardit.
- Suojien käyttö ei saa haitata liiaksi tuotantoa.
- Eri huoltokohteisiin on päästävä suojista huolimatta.
- Hinnan tulisi olla saavutettuihin ominaisuuksiin nähden sopuoinnussa.

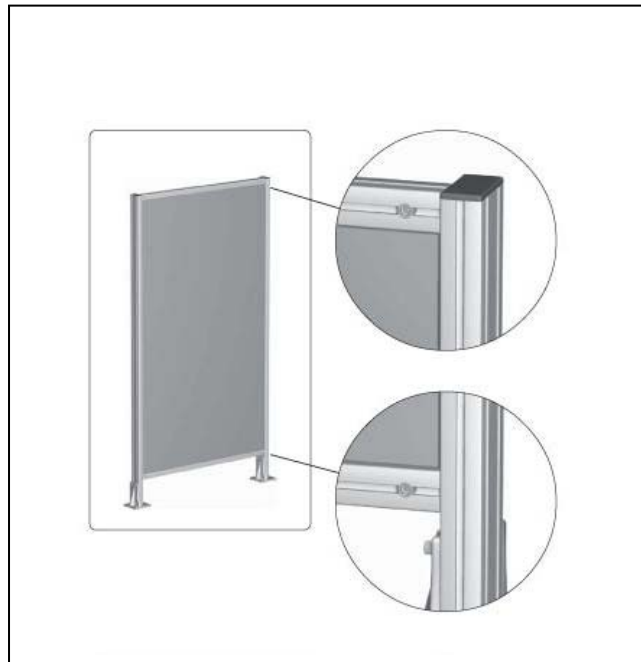
Näiden vaatimusten perusteella tehtiin hahmotelma, joka hyväksyttiin asiakkaalla. Asiakkaalta saadun palautteen perusteella tehtiin tarvittavat muutokset hahmotelmaan ja kartoitettiin eri rakennevaihtoehdot.

### 10.2 Alumiiniprofiili

Alumiinisia valmisprofiileja käytetään varsin yleisesti erilaisissa konesuojarakenteissa sekä työtasoissa. Alumiinista rakennettuja tasoja näkee usein esimerkiksi tekniikan alan messuilla, missä niitä käytetään eri tuotteiden näytteille asettamiseen.

Alumiiniprofiilien hyvinä puolina voidaan pitää rakenteen keveyttä, erilaisten profiilien laajaa valikoimaa sekä viimeisteltyä ulkonäköä. Myös mahdollisten lisäkomponenttien kiinnittäminen alumiinikiskoon on vaivatonta niihin räätälöityjen kiinnikkeiden avulla. Huonona puolena voidaan pitää kallista hintaa sekä kokonaisuuden rakentamista useista pienistä elementeistä.

Alumiiniprofiileiden eri vaihtoehtoja kysyttiin SKS-Mekaniikka-nimisestä yrityksestä, joka edustaa kuvassa 24 näytettyä MayTec-merkkistä tuotesarjaa, sekä MiniTec-nimisestä yrityksestä, jonka tuotteet on esitetty kuvassa 25. Kyseiset tuotteet ovat periaatteeltaan ja rakenteeltaan lähes vastaavia. Suurimmat erot olivatkin tuotteiden toimitusajoissa.



**Kuva 24** MayTec-suojaelementti /19/



**Kuva 25** MiniTec-alumiiniprofiilikonesuojat /20/

### 10.3 Teräksiset konesuojaelementit

Tarjouksia teräksisiä konesuojaelementtejä kysyttiin Novimec Oy:stä (liite 4). Tampereelta ja Linjax Oy:stä Vaasasta (liite 5). Molemmat yritykset edustavat ruotsalaista Axelent-merkkiä. Axelent valmistaa, myy ja kehittää verkkoseinäjärjestelmiä teollisuuteen ja varastointiin. Valmiita suojia käytettäessä saavutetaan etuja jo suunnitteluvaiheessa. Axelent huolehtii omalta osaltaan suojia koskevien standardien täyttymisestä. Esimerksi standardissa SFS-EN 953 määritellyt vaatimukset rakenteiden jäykkyyksistä ja näkyvyyksistä tulevat täytetyiksi käytettäessä tämän kaltaisia suojuksia. Suunnittelijalle jää mietittäväksi riittävät turvaetäisyydet vaarakohneiden ja suojien välille sekä toimivan kokonaisuuden rakentaminen tarjolla olevista komponenteista.

Axelentilla on valikoimassaan kolme eri tyyppistä ja eri tarkoituksiin suunniteltua konesuojamallia. Master Guard on rakenteeltaan vahvin suoja. Valikoimaltaan laajimman tarjonnan tarjoaa Flexi Guard, ja hinnaltaan edullisin mallisto on nimeltään Easy Guard. Kaikkiin malleihin on saatavilla eri korkuisia verkkoseinäelementtejä, erilaisilla lukoilla varustettuja yksi- tai kaksiosaisia liuku- ja saranaovia sekä erilaisia tarvikkeita verkkoelementtien muuttamiseksi omiin tarpeisiin sopivaksi.

Kuvassa 26 on esimerkki Axelent Flexi Guard-suojista asennettuna tuotantotiloihin.



**Kuva 26** Axelent Flexi Guard suojat /17/

## **10.4 Suojien valmistaminen mittatilaustyönä**

Kolmantena vaihtoehtona päätettiin kysyä tarjous jämsänkoskelaiselta konepajayrittäjältä, Metallityö A. Heinoselta. Konepajalle esitettiin Axelentin tarjoama vaihtoehto ja tiedusteltiin, mihin hintaan he pystyisivät toimittamaan vastaavanlaiset konesuojat.

Hinta nousi kuitenkin käsityönä valmistettaessa niin korkeaksi, että vaihtoehto päätettiin hylätä.

## **11 TOTEUTUS**

### **11.1 Konesuojien vaihtoehdon valinta**

Kun kaikkien kolmen vaihtoehdon tarjoukset oli saatu selville, ne esitettiin asiakkaalle. Asiakas päätyi Axelent Flexi Guard vaihtoehtoon. Tämä tapahtui pääasiassa kahdesta syystä: tuotantotiloista löytyi jo ennestään vastaavanlaisia suojia, ja kyseisten suojien hinta ja ominaisuudet kohtasivat parhaimmalla tavalla.

### **11.2 Konesuojien räätälöinti**

Asiakas halusi konesuojien tulevan samalle paikalle kuin vanhatkin konesuojat olivat olleet. Axelent Flexi Guard-suojia käyttäessä vaakasuora turvaetäisyys vaara-kohteeseen voidaan jättää 200 mm suuruiseksi, koska verkon silmäkoko on riittävän pieni. Jäljelle jäi konesuojien korkeuden määrittäminen ja kokonaisuuden toimivuuden toteaminen. Suojia valmistetaan kolmella eri vakiokorkeudella, 1400, 1800 ja 2300 mm. Jokaisessa tapauksessa verkkosuojaelementti jää 100 mm irti lattiasta. Koska suojat olivat 245 mm:n etäisyydellä vaarakohteesta ja vaarakohteen

korkeus lattiatasosta oli n. 1400 mm, jäi ainoaksi vaihtoehdoksi käyttää korkeimpia, 2300 mm korkeita konesuojia.

Molemmiin puolin saksinosturia olevat kulkuaukot haluttiin säilyttää, sekä kääntöpöydän kohdalle haluttiin lisätä aukko huoltotoimenpiteiden helpottamiseksi. Kulkuaukot piti kuitenkin sulkea ovilla, joihin liitetyt rajakytkimet katkaisevat kääntöpöydän ja saksinosturin toiminnan, jos konesuojien rajaamalle alueelle kuljetaan. Lisäksi vaara-alueen ulkopuolelle, ovien viereen, lisätään kuittauspainike, jota painamalla kääntöpöydän ja saksinosturin toimintaa saadaan jatkumaan jos ovet on aukaistu kesken koneiden toiminnan. Tällä osaltaan varmistetaan, ettei koneiden liike jatku henkilöiden ollessa konesuojien sisäpuolella ovien mennessä kiinni. Tuotantotilojen rajallisuudesta johtuen useammin käytettäviksi oviksi valittiin tilaa säästävät yksiosaiset liukuovet sylinterilukoilla. Harvemmin käytettäväksi kääntöpöydän huolto-oveksi valittiin halvemmän hinnan takia yksiosaiset saranaovet sylinterilukoilla.

Suojien väriksi valittiin SFS-EN 953 standardissakin hyväksytty Axelentin vakioväri musta RAL 9011 ja pylväiden väriksi keltainen RAL 1018. Samat värit valittiin myös oviin. /1/

### 11.3 Piirustukset

Asiakas oli tilannut piirustukset (liitteet 2 ja 3) joiden perusteella he voivat tilata ja asentaa uudet konesuojat tuotantotiloihinsa. Piirustus tehtiin tehtaan layout-piirustuksen pohjalle, jolloin suojat saatiin kuvatuksi ylhäältä päin. Toinen piirustus tehtiin sivukuvantoina, jolloin saadaan myös kuva siitä, miltä suojat näyttävät sivulta päin tarkasteltuina. Piirustuksiin lisättiin osaluettelo, jonka perusteella oli mahdollista tehdä tilaus Axelent-tuotteita edustavalta myyntiliikkeeltä.



## 12 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni aiheena oli suunnitella SAV Oy:n asiakkaalle kuljetinradan ympärille uudet konesuojat. Lähtötiedoiksi selvitin kuljetinradan toiminnan tuotannon aikana, ja sen, miten koneiden ympärille on päästävä kulkemaan niin tuotannon kuin huollon aikana. Tämän jälkeen alkoi työturvallisuuslain, konedirektiivin ja erilaisten standardien opiskelu ja niiden soveltaminen käytännössä.

Tarkoituksena oli saada kuljetinradan ympärille suojat, jotka mahdollistavat logistiikan säilymisen turvallisena. Parhaimmaksi vaihtoehdoksi osoittautuivat Axelent-nimisen valmistajan mallistosta löytyvät Flexi Guard-suojat. Niiden monipuolisista komponenteista oli mahdollista suunnitella asiakkaalle mieluisa toteutus.

Voin pitää tutkintotyötäni onnistuneena, sillä suunnitelmieni mukaiset suojukset on tilattu asiakkaan tuotantotiloihin asennettavaksi. Koneen käyttöturvallisuus paranee oleellisesti, mutta samalla huollettavuus pysyy mahdollisena ja joiltain osin jopa helpottuu.

## 13 TYÖN ARVIOINTI

Tutkintotyön tekeminen opetti minulle ennen kaikkea sen, miten monta asiaa on huomioitava suhteellisen yksinkertaistakin suunnitelmaa tehtäessä, jos lopputuloksesta halutaan toimiva ja turvallinen. Tietopohjaa täytyy olla niin koneenrakennuksesta kuin asiakkaan prosessista. Kun tähän lisätään vielä työturvallisuuslain, kone-direktiivin ja standardien vaatimukset niin päästään lähelle kokonaisuutta, jossa osa-alueita sovelletaan yhteen.

Työ toi esille standardien huomioimisen tärkeyden. Jos jostain suunniteltavasta koneesta tai laitteesta on olemassa standardi, kannattaa siihen perehtyä ennen suunnittelun aloittamista, eikä vasta suunnittelun puolessa välissä. Näin toimimalla tulevat standardien vaatimukset huomioiduksi heti, eikä turhaa työtä tule tehtyä.

Työ ei varsinaisesti tutkinut mitään uutta, eikä se tuonut esille minkäänlaisia teknisiä läpimurtoja. Se on kuitenkin hyvä esimerkki siitä, minkälainen saattaa olla insinööritoimiston saama työtilaus. Kunnossapitotyöt ovat töitä, jotka teetetään ulkopuolisilla suunnittelijoilla, jos yrityksen oma osaaminen ei tähän kuulu.

## LÄHDELUETTELO

### Painetut lähteet

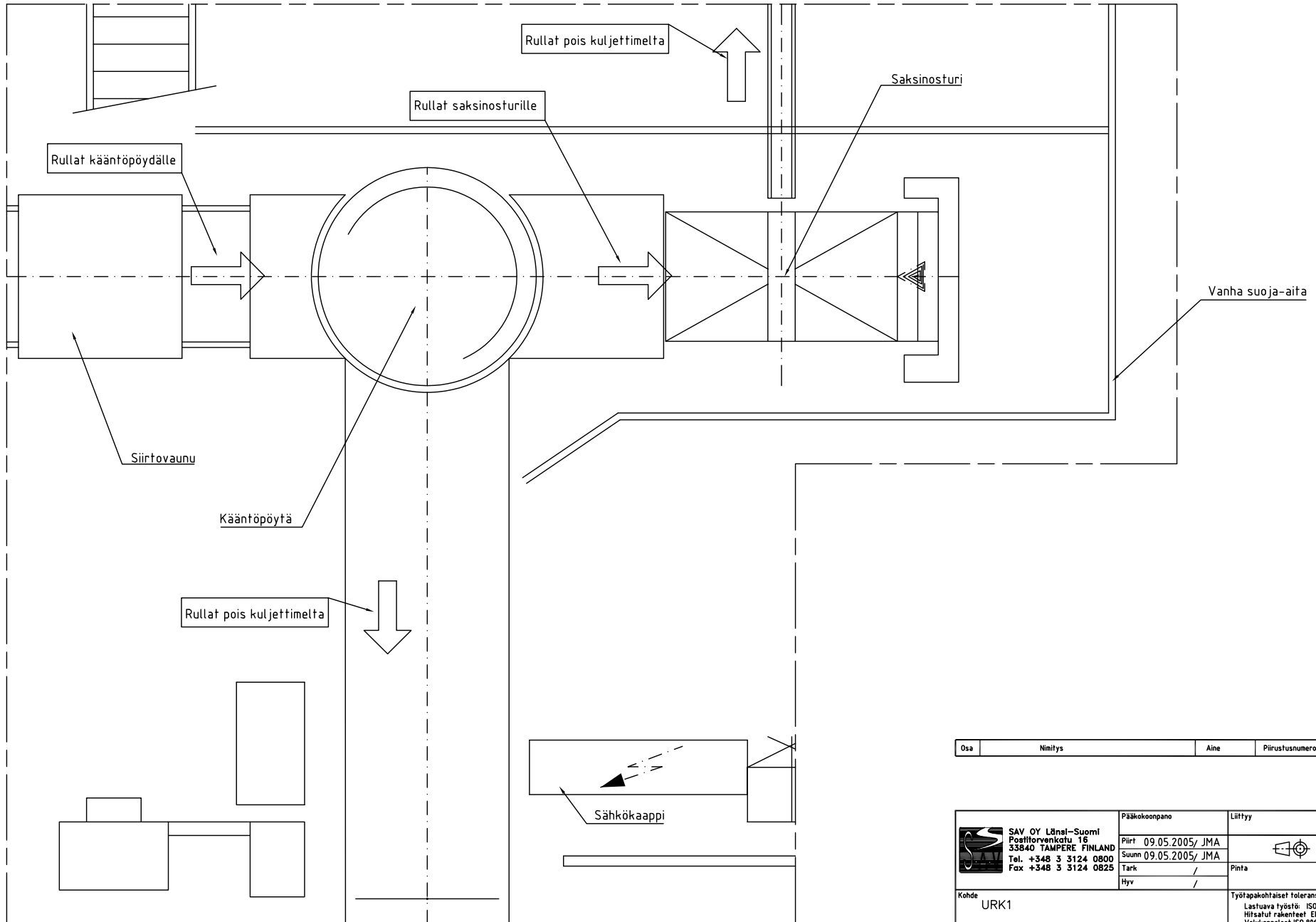
1. Axelent verkkoseinä tuote-esitys. Tabergs Tryckeri. 2004. 35 sivua.
2. Kivistö-Rahnasto, Jouni – Mattila, Markus – Ala-Risku, Mervi, Koneturvallisuus ja EU:n konedirektiivi. Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi 1997. 131 sivua.
3. Pietiläinen, Rauli, TYÖTURVALLISUUSLAKI – Soveltamisopas. Työterveyslaitos, Helsinki 2002. 128 sivua.
4. Metalliteollisuuden keskusliitto (MET), Konedirektiivin soveltaminen ja kansallinen lainsäädäntö. 3. uudistettu laitos – uutta tietoa riskin arvioinnista. Tammer-Paino Oy, Tampere 1996. 118 sivua.
5. SFS-EN 294, Koneturvallisuus. Turvaetäisyydet, joilla estetään yläraajojen ulottuminen vaaravyöhykkeelle. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki 1993. 15 sivua.
6. SFS-EN 349, Koneturvallisuus. Vähimmäisetäisyydet kehonosien puristumisvaaran välttämiseksi. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki 1993. 8 sivua.
7. SFS-EN 811, Koneturvallisuus. Turvaetäisyydet, joilla estetään alaraajojen ulottuminen vaaravyöhykkeelle. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki 1997. 14 sivua.
8. SFS-EN 953, kone turvallisuus. Suojukset. Kiinteiden ja avattavien suojusten suunnittelun ja rakenteen yleiset periaatteet. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki 1998. 37 sivua.
9. SFS-EN 1050, Koneturvallisuus. Riskin arvioimisen periaatteet. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki 1997. 42 sivua.
10. SFS EN 12000-1, Koneturvallisuus, Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki 2003. 98 sivua.
11. SFS-EN 12100-2, Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet. Osa 2: Tekniset periaatteet. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki 2003. 76 sivua.

12. Siikli, Pertti, TYÖTURVALLISUUSLAINSÄÄDÄNTÖ – Työnantajan ja työntekijän velvollisuudet ja oikeudet. Edita Publishing Oy, Helsinki 2002. 179 Sivua.
13. Siirilä, Tapio – Pahkala, Jorma, EU-MÄÄRÄYSTEN MUKAINEN KONEIDEN TURVALLISUUS. 3. painos. FIMTEKNO OY, painopaikka: Otavalan kirjapaino Oy, Keuruu 2001. 480 sivua.
14. Siirilä, Tapio, KONETURVALLISUUS - EU:n direktiivien ja standardien soveltaminen käytännössä. FIMTEKNO OY, painopaikka: Otavalan kirjapaino Oy, Keuruu 2002. 510 sivua.
15. Sosiaali- ja terveysministeriö, työsuojeluoppaita ja ohjeita 16: Koneen vaarojen arvioinnista CE-merkintään. Tampere 2000. 31 sivua.
16. Sosiaali- ja terveysministeriö, työsuojeluoppaita ja ohjeita 14: Riskin arviointi. Tampere 2003. 13 sivua.



#### Sähköiset Lähteet

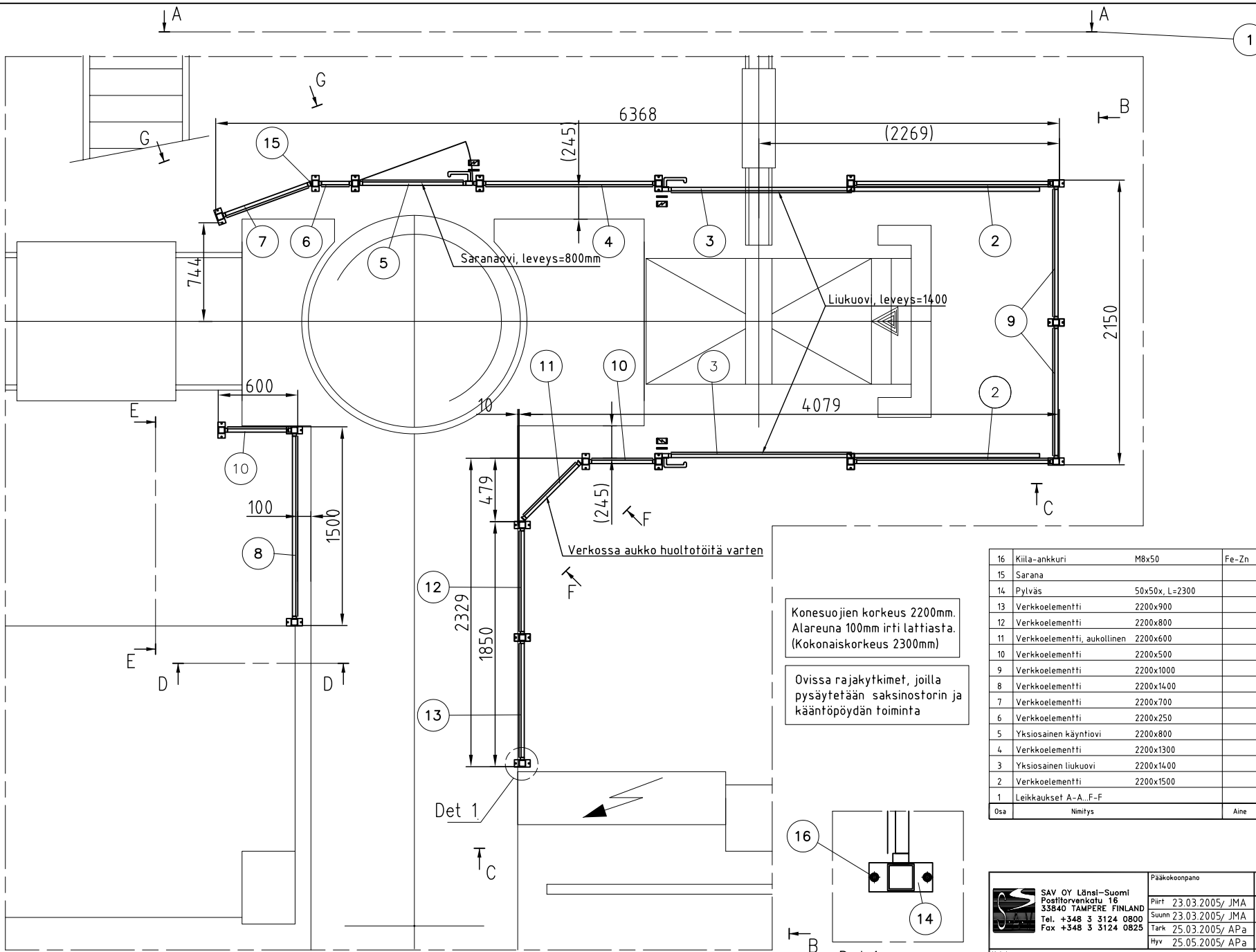
17. Axelent [www-sivu]. [viitattu 17.05.2005]. Saatavissa: [www.axelent.com/se/english/default\\_english.htm](http://www.axelent.com/se/english/default_english.htm)
18. Konecranes Oy [www-sivu]. [viitattu 14.04.2005]. Saatavissa: <http://www.konecranes.fi>
19. MayTec [www-sivu]. [viitattu 11.05.2005]. Saatavissa: [www.maytec.de/mainframe\\_e.htm](http://www.maytec.de/mainframe_e.htm)
20. MiniTec [www-sivu]. [viitattu 11.05.2005]. Saatavissa: [www.minitec.fi/indexfin2.htm](http://www.minitec.fi/indexfin2.htm)
21. SAV Oy, SAV Oy:n esittelyyn tarkoitettu Power Point-esitys.
22. Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. [www-sivu]. [viitattu 14.04.2005]. Saatavissa: <http://www.vakes.fi/tvl>

## **LIITTEET**



Osa	Nimitys	Aine	Piirustusnumero	Kpl	Huomautuksia
-----	---------	------	-----------------	-----	--------------

 <b>SAV OY</b> Länel-Suomi Postitorvenkatu 16 33840 TAMPERE FINLAND Tel. +348 3 3124 0800 Fax +348 3 3124 0825	Pääkokoontapano	Liittyy	
	Piirt 09.05.2005/ JMA Suunn 09.05.2005/ JMA		Massa kg
Tark / Hyv /	Pinta	Kokonaistarve kpl	
Kohde URK1	Työtapaohitteiset toleranssit: Lastuvaava työstö: ISO 2768-mK Hittsalut rakenteet EN ISO 13920-BE Valukappaleet ISO 8062-C1 9		Suhde 1:20
Nimitys VANHAT KONESUOJAT	Enf. no	Uusi no	
LAYOUT	Arkisto	Vaihe	
	Piirustus no	Muutos	

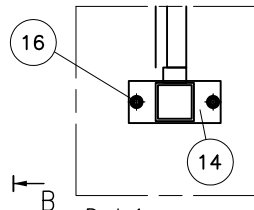


16	Kiila-ankkuri	M8x50	Fe-Zn		36	
15	Sarana				6	90098
14	Pylväs	50x50x, L=2300			18	190-230-005
13	Verkkoelementti	2200x900			1	303-220-090
12	Verkkoelementti	2200x800			1	303-220-080
11	Verkkoelementti, aukollinen	2200x600			1	303-220-060
10	Verkkoelementti	2200x500			2	303-220-050
9	Verkkoelementti	2200x1000			2	303-220-100
8	Verkkoelementti	2200x1400			1	303-220-1400
7	Verkkoelementti	2200x700			1	303-220-070
6	Verkkoelementti	2200x250			1	303-220-025
5	Yksiosainen käyntiovi	2200x800			1	730-220-150
4	Verkkoelementti	2200x1300			1	303-220-130
3	Yksiosainen liukuovi	2200x1400			2	830-220-150
2	Verkkoelementti	2200x1500			1	303-220-150
1	Leikkaukset A-A, F-F				1	
Osa	Nimitys		Aine	Piirustusnumero	Kpl	Huomautuksia

Konesuojien korkeus 2200mm.  
Alareuna 100mm irti lattiasta.  
(Kokonaiskorkeus 2300mm)

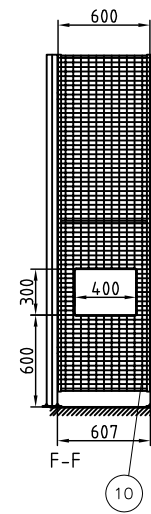
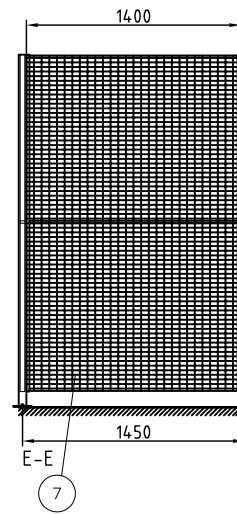
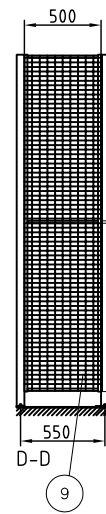
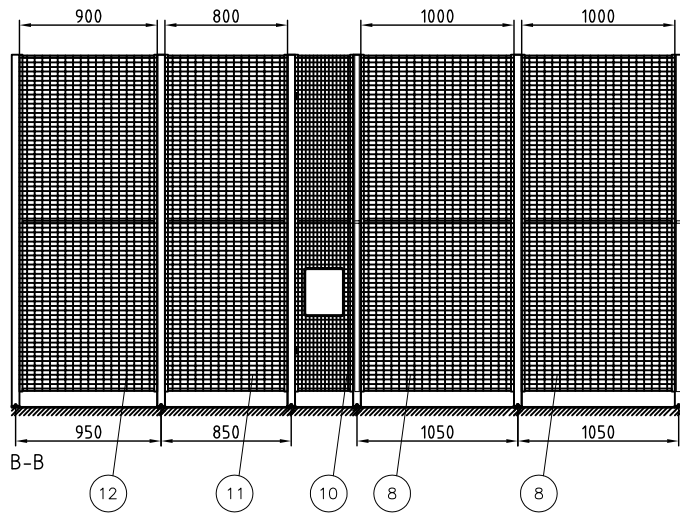
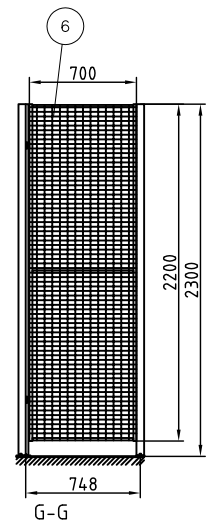
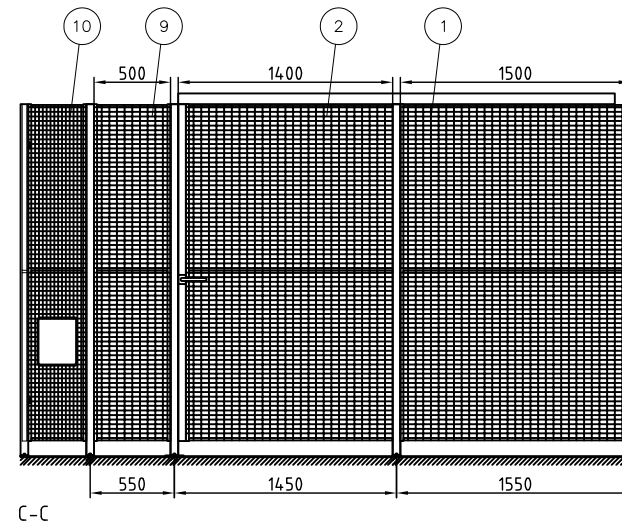
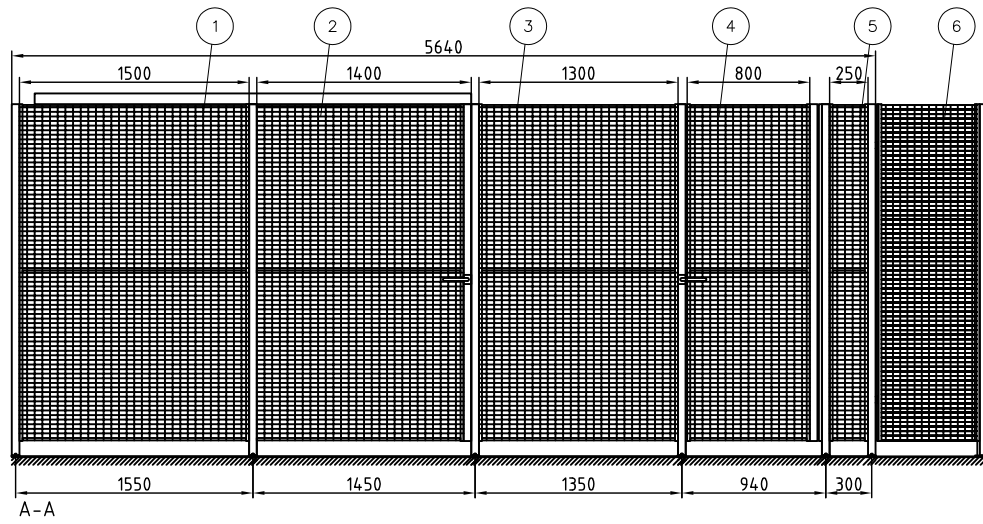
Ovissa rajakytkimet, joilla  
pysäytetään saksinostorin ja  
kääntöpöydän toiminta

Det 1





Det 1  
1:5

	SAV OY Länel-Suomi Postitorvenkatu 16 33840 TAMPERE FINLAND Tel. +348 3 3124 0800 Fax +348 3 3124 0825	Pääkokooppano	Liittyy		
		Piirt 23.03.2005/ JMA		Massa kg	
		Suunn 23.03.2005/ JMA			
		Tark 25.03.2005/ APa		Pinta	Kokonaistarve kpl
		Hyv 25.05.2005/ APa			
Kohde		Työtapaohjeiset toleranssit: Lastuvaava työsti: ISO 2768-mK Hitsatut rakenteet EN ISO 13920-BE Valukappaleet ISO 8062-C1 9		Suhde	1:20 1:5
Nimitys		Enf. no	Uusi no		
URK1		Arkisto	A2	Vaihe	
KONESUOJAT		Piirustus no		Muutos	
ASENNUSPIIRUSTUS					



Osa	Nimitys	Aine	Piirustusnumero	Kpl	Huomautuksia
-----	---------	------	-----------------	-----	--------------

 <b>SAV OY Länel-Suomi</b> Postitorvenkatu 16 33840 TAMPERE FINLAND Tel. +348 3 3124 0800 Fax +348 3 3124 0825	Pääkokoontalo	Liittyy	
	Piirt. 23.03.2005/ JMA		Massa kg
	Suunn. 23.03.2005/ JMA		Kokonaistarve kpl
	Tark. 25.03.2005/ APa	Hyv. 25.03.2005/ APa	
Kohde	Työtapaohjeet toleranssit: Lastuvaava työstö: ISO 2768-mK Hitsatut rakenteet EN ISO 13920-BE Valukappaleet ISO 8062-C1 9		Suhde 1:25
Nimitys	Enf. no	Uusi no	
URK1	Arkisto	A2	
KONESUOJAT	Piirustus no	Muutos	
LEIKKAUKSET A-A...F-F			



# Tarjous

240001 / 1 690

Sivu 1  
31.03.05  
lstar1\_1.rpt

Mustajärvi Timo  
Puh. 020 7609 760 Fax 020 7609 761  
HYLLILÄNKATU 5, 33730 TAMPERE

**Käy tutustumassa: [www.novimec.fi](http://www.novimec.fi)**

Laskutusosoite:  
SAV OY

POSTITORVENKATU 16  
33840 TAMPERE

Toimitusosoite:  
SAV OY

POSTITORVENKATU 16  
33840 TAMPERE  
Puh. 03-31240800 Fax 03-31240825

**Maksuehto** 14 pv netto  
**Toimitustapa** AUTORAHTI  
**Viivästyskorko** 11,25  
**Huomautusaika** 8 pv  
**Myyjä** Mustajärvi Timo  
**Toimitusehto** FCA VAASA  
**Toimituspvm** 31.03.2005  
**Tarjous voimassa** 30.04.2005 saakka  
**Muut ehdot** VTA2000 ja NL01  
**Viite** JUHA MATILAINEN

## Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoamme seuraavasti:

Pos	Koodi	Nimike	Määrä		A-hinta	Ale-%	Yhteensä
1	190-230-005	TUKIJALKA, H=2300MM,50X50MM,RAL1018	18.00	KPL	47.30	20	681.12 EUR
2	303-220-090	SEINÄELEMENTTI,H2200XB900MM,RAL9011	2.00	KPL	68.70	20	109.92 EUR
3	303-220-080	SEINÄELEMENTTI,H2200XB800MM,RAL9011	1.00	KPL	66.90	20	53.52 EUR
4	303-220-060	SEINÄELEMENTTI,H2200XB600MM,RAL9011	1.00	KPL	63.60	20	50.88 EUR
5	303-220-050	SEINÄELEMENTTI,H2200XB500MM,RAL9011	1.00	KPL	62.00	20	49.60 EUR
6	303-220-100	SEINÄELEMENTTI,H2200X1000MM,RAL9011	2.00	KPL	69.00	20	110.40 EUR
7	303-220-140	SEINÄELEMENTTI,H2200X1400MM,RAL9011	3.00	KPL	76.50	20	183.60 EUR
8	303-220-060	SEINÄELEMENTTI,H2200XB600MM,RAL9011	1.00	KPL	63.60	20	50.88 EUR
9	303-220-070	SEINÄELEMENTTI,H2200XB700MM,RAL9011	1.00	KPL	65.30	20	52.24 EUR
10	303-220-040	SEINÄELEMENTTI,H2200XB400MM,RAL9011	1.00	KPL	60.50	20	48.40 EUR
11	730-220-150	KÄYNTIOVI H=2200 X B=1500 MM SYLINT	1.00	KPL	243.20	20	194.56 EUR
12	303-220-130	SEINÄELEMENTTI,H2200X1300MM,RAL9011	1.00	KPL	74.60	20	59.68 EUR
13	820-220-150	LIUKUOVI H=2200 X B=1500 MM RIIPPUL	2.00	KPL	313.70	20	501.92 EUR
14	303-220-150	SEINÄELEMENTTI,H2200X1500MM,RAL9011	2.00	KPL	78.30	20	125.28 EUR
15	90098	KULMAHELA 0-180 ASTETTA, 2KPL/PAKK.	3.00	KPL	15.00	20	36.00 EUR
16	90103	KATKAISUOSAT; PYSTYSUORA, RAL9011	1.00	KPL	52.50	20	42.00 EUR

## Pakkaus veloitetaan omakustannushintaan

Toivomme tarjouksemme soveltuvan Teille ja vastaamme mielellämme lisäkysymyksiin.  
Novimec Oy, Mustajärvi Timo

**Tarjous**

Loppusumma EUR, ilman veroa  
**2 350.00**

Vero (22%)  
**516.98**

Yhteensä EUR  
**2 866.98**

SAV OY  
Juha Matilainen  
Postitorvenkatu 16  
33840 TAMPERE

TARJOUS

01.04.2005

Viitaten käytyyn puhelinkeskusteluunme tarjoamme Teille laadukkaita ja turvallisia AXELENT kone- ja laitesuojia seuraavasti:

#### Ominaisuudet:

AXELENT FlexiGuard on tukevarakenteinen ja monipuolinen kone- ja laitesuoja. Se on helppo ja nopea asentaa. Toimituksen mukana toimitetaan kaikki kuvalliset asennusohjeet ja piirustukset.

AXELENT verkkoseinät toimitetaan kuljetuksen kestäville erikoislavoilla pakattuina.

#### Tarjouksen tekniset tiedot:

- turvaetäisyys 200 mm
- korkeus 2300 mm
- vaakasuorat langat Ø 3,0 mm
- pystysuorat langat Ø 2,5 mm
- verkkosilmät cc 51x31 mm
- verkkoelementin väri musta RAL9011  
tai vaaleanharmaa RAL9018
- tukijalkojen väri keltainen RAL1018  
tai sininen RAL5005  
tai musta RAL9011  
tai vaaleanharmaa RAL9018
- muut värit tarjotaan erikseen
- tukijalka 50x50 mm
- ovet liukuovi 2 kpl  
käyntiovi 1 kpl
- ovien lukitus sylinterilukko
- katkaisupaketti huoltoaukon tekemistä varten sisältyy (koodi 90100)
- kulmahelat (saranat) 2 kpl/pakkaus, 3 pakkausta sisältyy (koodi 90098)

Tarjous piirustuksen mukaisesti 2527 €

- turvarajat 3 kpl Siemens 3SE2 120-4XX + avaimet
- Tarjous; turvarajat + kiinnittimet 262

**Myynti- ja toimitusehdot:**

Hinnat	netto, alv 0 %, hintoihin lisätään arvonlisävero 22 %
Maksuehto	21 pv netto, viivästyskorko 11,0 %
Toimitusaika	n. 1 työviikko tilauksestanne, erikoisvärit n. 2 työviikkoa tilauksesta
Toimitusehto	vapaasti asiakas
Pakkaus	ei veloiteta
Asennus	tilaaja asentaa
Muut ehdot	NL01
Voimassa	tarjous on voimassa yhden kuukauden

Ystävällisin terveisin,

GIGANT TYÖPISTEET / LINJAX OY

Sami Keturi  
tuotepäällikkö  
puh/fax 020 757 0502  
sami.keturi@suomengigant.fi

LIITE PIIRUSTUS