

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kone- ja tuotesuunnittelu

Anssi Vuohijoki

## **Kaukaan sahan saha- ja lajittelulaitoksen kulku- reittien järkeistäminen**

Opinnäytetyö 2012

## Tiivistelmä

Anssi Vuohijoki

Kaukaan sahan saha- ja lajittelulaitoksen kulkureittien järjeistäminen, 59 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Kone- ja tuotantotekniikka

Kone- ja tuotesuunnittelu

Opinnäytetyö 09.05.2012

Ohjaajat: tuntiopettaja Simo Sinkko, Saimaan ammattikorkeakoulu; kunnossapi-  
topäällikkö Kalle Savolainen, UPM-Kymmene Oyj

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa UPM:n Kaukaan sahan saha- ja lajittelulaitoksen pääsysteiden muutostarve työturvallisuuden parantamiseksi laitoksissa liikuttaessa. Työ suoritettiin osana UPM:n työturvallisuusprojektia, jonka tavoitteena on nolla tapaturmaa yhtiön laitoksissa.

Työ suoritettiin kevään 2012 aikana kiertelemällä saha- ja lajittelulaitoksella tutustuen olemassa oleviin kulkureitteihin ja työpisteisiin sekä kyselemällä suullisesti työntekijöiden mielipiteitä tarvittavista muutoksista. Pääsysteiden standardinmukaisuutta tutkittiin koemittauksilla, joissa mitattiin niiden leveys ja portais-  
sa myös askelmien nousu.

Työn tuloksena muutosta vaativia kohteita löytyi molemmista laitoksista. Lajittelulaitoksen ollessa uudempi ja selkeämmin suunniteltu muutosta vaativia kohteita oli huomattavasti vähemmän kuin sahalaitoksessa.

Sahalaitoksen vanha ja kolmikerroksinen rakenne sekä suuri laitteiden määrä vaikeutti työtä, sillä näistä tekijöistä johtuva laitoksen ahtaus esti monen koh-  
teen muuttamisen. Kaikkia muutostöitä ahtaus ei kuitenkaan poissulkenut ja suorittamalla työssä esitetyt muutokset Kaukaan sahan työturvallisuutta voidaan parantaa.

Asiasanat: pääsyste, työturvallisuus

## **Abstract**

Anssi Vuohijoki

Rationalization of the walkways in the sawmill and sorting facility at Kaukas sawmill, 59 pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Mechanical Engineering and Production Technology

Machine and Product Designing

Bachelor's Thesis 09.05.2012

Instructors: Mr Simo Sinkko, Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences;

Mr Kalle Savolainen, maintenance Manager, UPM-Kymmene Oyj

The aim of this thesis was to examine the need of changes in walkways at Kaukas sawmill to improve work safety of the facility. The thesis is part of UPM-Kymmene's project to improve safety in its production facilities.

The examination was carried out during spring of 2012 by walking around at the sawmill and sorting facility and by asking opinions of the employees considering the needs of changes in the walkways. The walkways were checked by measuring how well they meet the requirements set by the standard for the solid walkways.

As a result of the examination, there were locations found in both facilities needing to be changed. There were fewer locations in sorting facility than sawmill, for the sorting facility has been built considerably later and it is better designed than the sawmill.

The age and structure of the sawmill and the great number of the machines there made my job more complicated, for there were many areas where there was simply no room for the changes. By making the possible changes shown in the thesis the safety of Kaukas sawmill can be improved.

Keywords: walkways, safety

## Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Yritysesittely .....	6
2.1	UPM-Kymmene Oyj.....	6
2.2	Kaukaan saha.....	6
3	Kiinteiden kulkutasojen turvallisuus ja suunnittelu .....	7
3.1	Määritelmiä .....	7
3.2	Suunnittelu .....	14
3.2.1	Pääsytien valinta.....	14
3.2.2	Ikääntyvä työväestö.....	14
3.2.3	Luoksepäästävyys .....	14
3.2.4	Suunnittelun toteutus .....	15
3.2.5	Materiaalit .....	15
3.2.6	Korroosionsuojaus.....	16
3.2.7	Liittäminen.....	17
3.3	Turvallisuus .....	17
3.3.1	Pääsyteiden käyttötapa .....	18
3.3.2	Kulkureitin poikkeamat.....	19
4	Ongelmakohdat ja muutokset .....	19
4.1	Lajittelulaitos .....	20
4.2	Saha.....	36
4.3	Poikkeamia standardista.....	54
5	Yhteenveto.....	55
	Kuvat.....	56
	Taulukot.....	57
	Lähteet.....	58

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on suunnitella tarvittavat muutokset Kaukaan sahan saha- ja lajittelulaitoksen olemassa oleviin kulku- ja työtasoihin työturvallisuuden parantamiseksi.

Työ kuuluu metsäyhtiö UPM:n työturvallisuusprojektiin, jonka tarkoituksena on parantaa yhtiön tehtaiden työntekijöiden työturvallisuutta. Opinnäytetyössä esitettävät ratkaisut vähentävät kompastumisriskiä ja parantavat työtehokkuutta eri tasossa kulkevien tasojen vähentyessä.

Työ aloitetaan kartoittamalla muutosta vaativat kohteet kiertelemällä sahalla ja tasaamalla sekä kyselemällä työntekijöiltä heidän mielipiteitään ongelmallisista kohdista laitoksissa. Kohteista otettujen kuvien avulla selvitetään tarpeelliset muutokset kussakin kohteessa, eli kuviin merkitään, mitä tasoa pitää nostaa ja mitä laskea minkäkin verran.

Suurin panos työssä kohdistetaan työpisteisiin sekä eniten, useaan kertaan vuoron aikana, käytettyihin kulkureitteihin. Aikataulun salliessa tutkitaan myös vähemmän akuutteja kohteita.

## **2 Yritysesittely**

### **2.1 UPM-Kymmene Oyj**

UPM:n tarina alkoi 1870-luvun alkupuolella, kun konsernin ensimmäiset puuhiomot, sahalaiteokset sekä paperitehtaat käynnistettiin. 1880-luvulla aloitettiin sellunvalmistus ja paperinjalostus 1920-luvulla. Vanerin valmistuksen UPM aloitti 1930-luvulla.

UPM-Kymmene aloitti toimintansa 1.5.1996, kun Kymmene Oy ja Repola Oy sekä sen tytäryhtiö Yhtyneet paperitehtaat Oy yhdistyivät. Nykyään konserniin kuuluu noin sata alun perin itsenäistä yritystä mm. Kymi, Kaukas, Schauman ja Rosenlew. Yhtiö työllistää maailmanlaajuisesti noin 22 000 henkilöä. (1; 2.)

Tänä päivänä UPM:n tuotevalikoimaan kuuluu muun muassa energia, sellu, paperi, sahatuotteet ja tarrat. Tulevaisuudessa yhtiö panostaa muun muassa biopolttoaineiden ja komposiittien kehittämiseen. (2.)

UPM-Kymmene Oyj:n liikevaihto vuonna 2011 oli 10 068 milj. euroa ja liikevoitto oli 459 milj. euroa. (3.)

### **2.2 Kaukaan saha**

UPM:n Kaukaan saha on yksi suurimmista sahalaiteoksista Suomessa 530 000 m<sup>3</sup>:n vuosituotannolla. Raaka-aineena sahalla käytetään mäntyä, jota tehtaalle tuodaan noin 1 000 000 m<sup>3</sup> vuodessa. Saha työllistää noin 160 henkilöä.

Kaukaan saha toimii sahateollisuuden edelläkävijänä Pohjoismaissa pienpuusahauksessa, keinokuivauksessa sekä vannesahatekniikassa.

Sahan tuotteisiin kuuluu erikoistuotteet puuseppä- ja huonekaluteollisuudelle sekä vakiosahatavara rakennusteollisuudelle. Sahan tuotannosta vientiin menee noin 70 %. (2.)

### 3 Kiinteiden kulkutasojen turvallisuus ja suunnittelu

Työpaikan kulkureittien ja työtasojen suunnittelu on olennainen tekijä tehokkaan työnteon kannalta. Hutiloiden mietityt ratkaisut aiheuttavat turvallisuusriskejä sekä ylimääräistä rapuissa kulkua työntekijöille. Mitä helpompi työmaalla on liikkua, sitä paremmin työntekijät voivat keskittyä työtehtäviensä hoitoon.

Pääsytietyt on sijoitettava laitoksissa niin, että vaaratilanteissa työntekijöiden on helppo poistua nopeasti työpaikaltaan tai heidän luokseen päästään nopeasti apuun.

#### 3.1 Määritelmiä

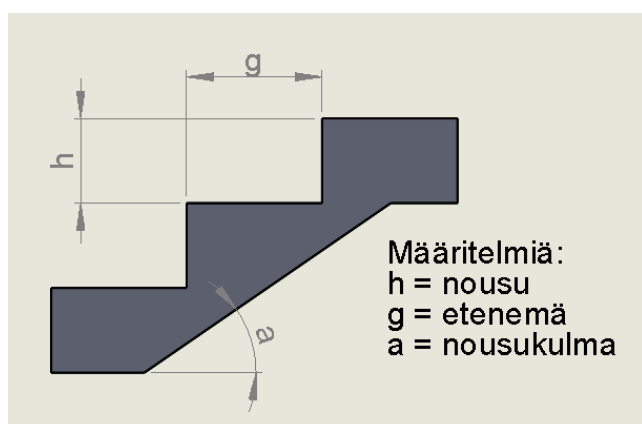
##### Pääsytie:

Pääsytie-termi kokoaa yhteen kaikki portaat, tikkaat, porrastikkaat, työtasot ja kulkusillat. Rakennusten liikkumisympäristöstä lattiatasot eivät kuulu pääsyteihin.

##### Portaat:

Portailla tarkoitetaan kulkureittiä, joiden nousukulma on standardin EN ISO 14122 mukaan  $20^\circ$  -  $45^\circ$ . Optimaalinen kulma standardin mukaan on kuitenkin  $30^\circ$  -  $38^\circ$ . Jotta pääsytietyä voidaan kutsua portaaksi (kuvassa 3.1), on sen askelmien etenemän ja nousun täytettävä seuraavanlainen yhtälö:

$$600\text{mm} \leq g + 2h \leq 660\text{mm}$$

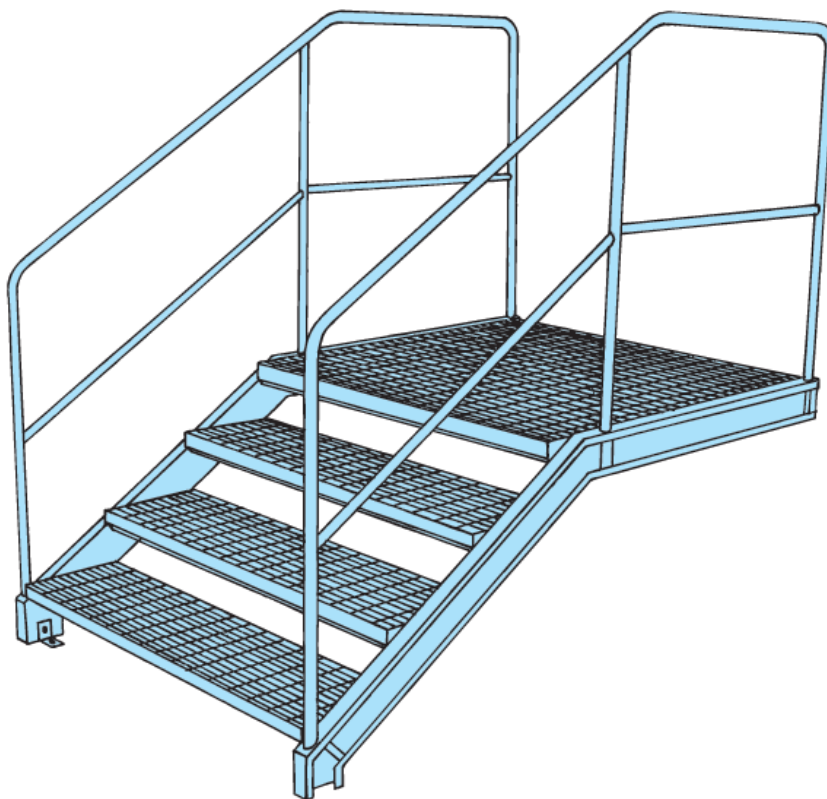


Kuva 3.1 Portaiden periaatekuva

Portaita suunniteltaessa samassa porrasjaksossa oleville askelmille on määritettävä samansuuruinen nousu. Jos tämä ei ole mahdollista, lattiatason ja ensimmäisen askelman välillä nousua voidaan pienentää maksimissaan 15 %.

Turvallisten portaiden vapaa leveys on vähintään 600 mm, mutta suositeltavaa olisi määrittää leveydeksi ainakin 800 mm. Siinä tapauksessa, että portaita käytetään säännöllisesti enemmän kuin yksi henkilö kerrallaan, vapaan leveyden on oltava vähintään 1000 mm. Standardin mukaan portaiden yläpuolelle on jätettävä vapaata tilaa 2300 mm. Portaiden toimiessa myös hätäpoistumistienä on suunnittelussa otettava huomioon myös poistumisteitä koskevat erityismääräykset.

Yksittäinen porrasjakso ei saa ylittää 3000 mm:n nousukorkeutta. Nousun ollessa suurempi on porrasjakso katkaistava lepotasolla. Lepotason pituus pitää olla vähintään 800 mm, yli 800 mm leveiden portaiden lepotason on oltava vähintään portaiden leveyden pituinen. Kuvassa 3.2 on esitetty standardin mukaiset portaat. (4; 5.)



Kuva 3.2 Teollisuudessa käytettyjen portaiden esimerkki (6.)



## **Porrastikkaat:**

Pääsytien nousukulman ollessa  $45^{\circ}$  -  $75^{\circ}$  on standardin mukaan kyseessä porrastikkaat. Etenemän porrastikkaissa on oltava vähintään 100 mm ja suurin sallittu nousu 250 mm. Näiden lisäksi askelmien on oltava vähintään 10 mm päällekkäin. Askelmien ja kaiteiden vapaan leveyden on oltava 450–800 mm, mieluiten 600 mm, jolloin molemmista kaiteista on helpompi ottaa tukea yhtä aikaa leveyden ollessa sopiva. Kuvassa 3.3 on esitetty esimerkki porrastikkaista.

Ympäristön estäessä edellä mainitut arvot täyttävien porrastikkaiden rakentamisen, on pääsytieta suunniteltaessa käytettävä lisätoimenpiteitä turvallisuuden varmistamiseksi. Suunnittelijan on esimerkiksi suunniteltava askelmien etureunat niin, että ne estävät liukastumiset.

Portaiden tapaan porrastikasjaksen nousun on oltava vakio jokaisella askelmalta. Jos tästä kuitenkin joudutaan poikkeamaan, lähtötason ja ensimmäisen askelman väliä voidaan pienentää enintään 15 %. Porrastikkaiden yläpuolelle on jätettävä 2300 mm:n suuruinen vapaa korkeus eikä yksi porrastikasjakso saa ylittää 3000 mm:n nousukorkeutta. (4; 5.)



Kuva 3.3 Siirrettävät porrastikkaat (7.)

### **Tikkaat:**

Standardi EN ISO 14122 määrittää tikkaat pääsytieksi, jonka nousukulma on 75° - 90°. Kiinteiden tikkaiden tulee olla tukevasti kiinnitetty alustaan ja noustavaan kohteeseen. Tikkaiden nousukulman ollessa yli 70° ja pituuden yli viisi metriä, tikkaat on varustettava putoamista ehkäisevällä rakenteella, esimerkiksi selkäsuojalla 2,5 m:n korkeudesta lähtien. Tikkaissa pitää olla lepotasot kuuden metrin välein ja niiden tulee olla vähintään 700 mm:n levyiset.

Standardin mukaan tikkaiden käsijohteiden ja selkäsuojan tulee ulottua vähintään metrin noustavan tason yläpuolelle. Tarvittaessa tikkaiden taakse pitää asentaa suojapelti, joka suojaa jalkoja niiden lipsahtaessa puolalta, estämään jalkojen osumisen liikkuviin osiin. (8.)



Kuva 3.4 Standardin mukaiset tikkaat (9.)

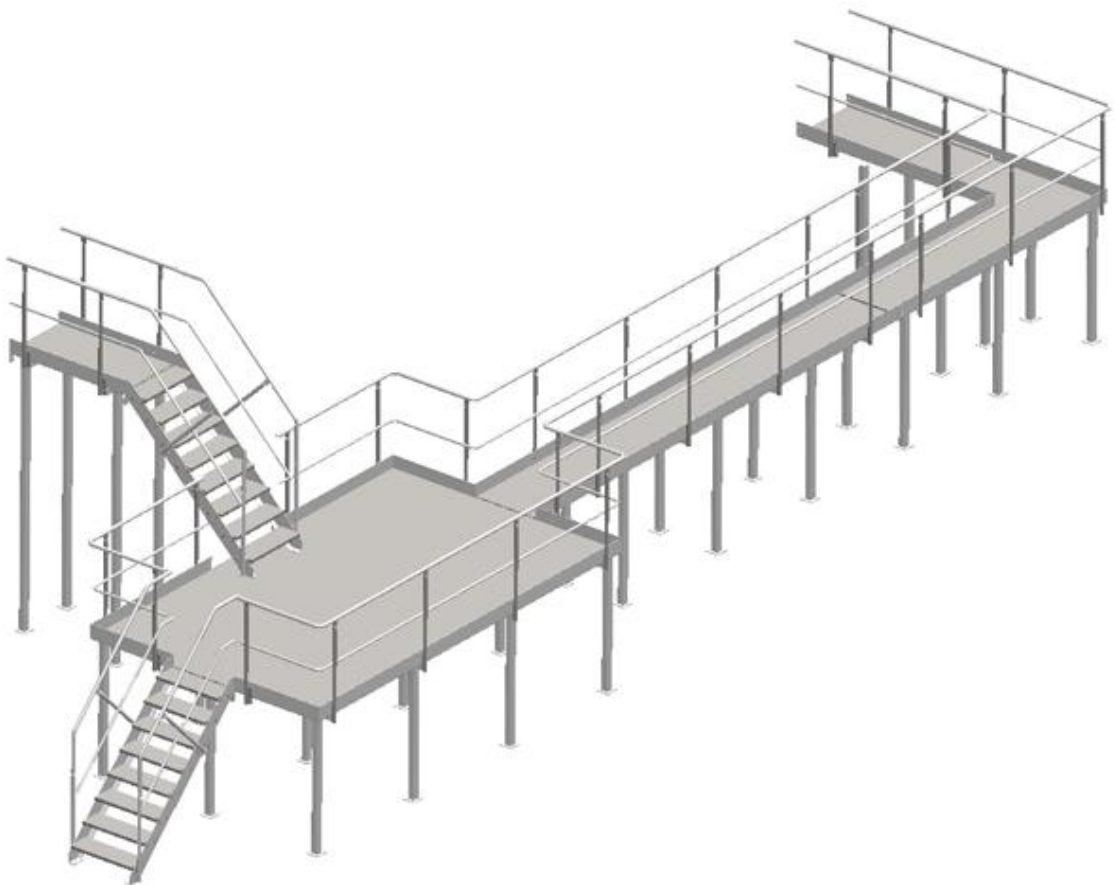
### **Työ- ja kulkutasot:**

Kulkutasojen suunnittelussa sovelletaan samoja raja-arvoja kuin rappusissa, eli minimi vapaaleveys saa olla 600 mm mutta mieluiten 800 mm. Useiden henki-

löiden käyttäessä tasoa samanaikaisesti leveyden tulee olla vähintään 1000 mm. Kulkutason toimiessa hätäpoistumistienä suunnittelussa on otettava huomioon poistumisteitä koskevat erityismääräykset. Kuvassa 3.5 on esitetty esimerkki kulkutasosta.

Mahdollisuuksien mukaan kulku- ja työtasot on sijoitettava niin, ettei ihmisille aiheudu vaaraa purkautuvista nesteistä, kaasuista eikä sinkoutuvista osista. Tasoille ei saisi myöskään kerääntyä liukastumista aiheuttavia aineita, kuten purua.

Koneiden osien toimiessa työtasona ne on suunniteltava niin, ettei työntekijöille synny putoamisvaaraa. (10.)

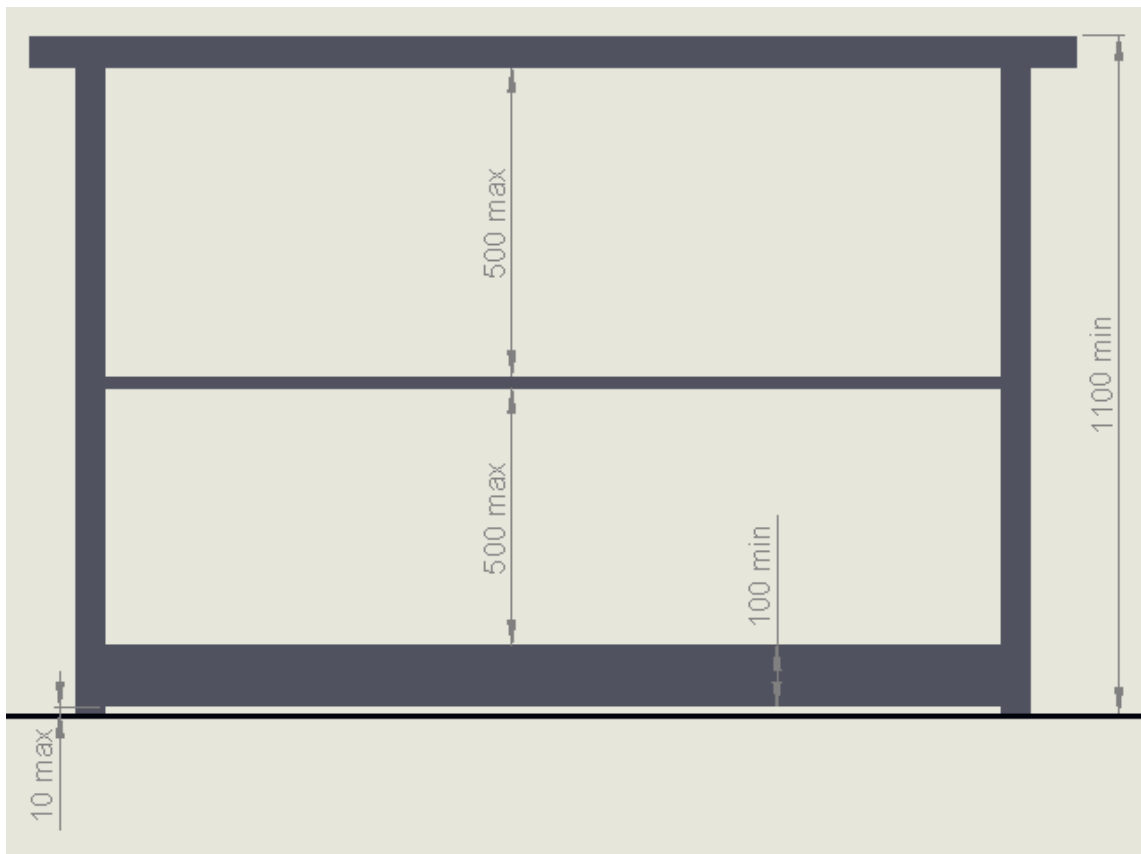


Kuva 3.5 Teollisuudessa käytettävän kulkutason esimerkki (11.)

## Suojakaiteet:

Standardin EN ISO 14122 mukaan suojakaiteita on käytettävä pääsyteissä silloin, kun putoamismatka tasolta on yli 500 mm tai tason reunalla on sortumis-/uppoamisvaara.

Pääsytien ollessa välittömässä koneen tai seinän läheisyydessä suojakaidetta ei tarvita, jos pääsytien ja seinän/koneen väliin jäävä tyhjä tila on alle 200 mm. Tason reunalle on kuitenkin tehtävä vähintään 100 mm korkea jalkalista silloin, kun tason ja sen vieressä olevan rakenteen väliin jää yli 30 mm:n suuruinen tyhjä tila. Kuvasta 3.6 käy selville suojakaidetta suunniteltaessa huomioon otettavat raja-arvot, mitat on esitetty millimetreinä.



Kuva 3.6 Suojakaiteen raja-arvot

Suojakaiteen käsijohteen minimikorkeus on 1100 mm, lisäksi kaiteessa on oltava vähintään yksi välijohte tai jokin vastaava rakenne antamaan suojaa. Jalkalistan ja välijohteen sekä välijohteen ja käsijohteen välinen maksimietäisyys on 500 mm. Käytettäessä pystypienoja vaakasuoran välijohteen tilalla, pienten välinen etäisyys saa olla enintään 180 mm.

Suojakaiteiden pystytolppien välinen etäisyys olisi hyvä olla enimmillään 1500 mm. Etäisyyden ollessa tätä pidempi kiinnityskohtien lujuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Kuvassa 3.7 on esimerkki standardin mukaisista suojakaiteista.



Kuva 3.7 Suojakaiteet (12.)

Jos käsijohde ei ole yhtenäinen koko tason matkalla, kahden johteen välinen etäisyys saa olla enintään 120 mm, mutta mieluiten yli 75 mm takertumisvaaran ehkäisemiseksi. Välin ollessa yli 120 mm johteiden väliin on asennettava itsestään sulkeutuva portti, jonka käsijohde ja välijohde ovat samalla korkeudella suojakaiteen johteiden kanssa.

Portaissa on aina oltava vähintään yksi suojakaide, porrastikkaissa sekä 1200 mm ja sitä leveämmissä portaissa käsijohteen on oltava pääsytien molemmilla puolilla. Vähimmäiskorkeus suojakaiteelle on 900 mm portaan yläreunasta. Hyvän ja turvallisen otteen takaamiseksi käsijohteen halkaisijan olisi oltava 25 – 50 mm. Portaissa käytettävien käsijohteiden on oltava vähintään 100 mm:n etäisyydellä lähimmistä esteistä koko johteen pituudella. (5.)

## **3.2 Suunnittelu**

Yksi merkittävimmistä vaiheista pääsysteiden elinkaaren aikana on suunnittelu, jolloin määräytyy investoinnin kustannukset sekä käyttäjien ja asentajien työturvallisuus. Huonosti suunniteltu kokonaisuus voi haitata työntekoa hyvinkin kauan, vaikkei varsinaisia tapaturmia sattuisikaan.

### **3.2.1 Pääsytien valinta**

Pysyvää pääsytietä suunniteltaessa kahden tason väliin ensisijainen valinta on aina portaat tai luiska. Porrastikkaat tai tikkaat tulee valita vasta silloin, kun portaat tai luiska ovat poissuljettuja vaihtoehtoja.

Standardin EN ISO 14122 mukaan työkohteisiin tulee päästä lattian tasolta. Eri-tyisesti koneiden hallintalaitteisiin ja usein huollettaviin kohteisiin olisi oltava mahdollista ulottua lattian tasolta. Jos tämä ei ole mahdollista, kulkutienä kohteisiin voidaan käyttää luiskaa tai loivia portaita. (4.)

Suuremman fyysisen rasituksen ja putoamisriskin vuoksi porrastikkaita ja tikkaita tulee pääsysteiden suunnittelussa välttää niin pitkälle kuin vain suinkin on mahdollista.

### **3.2.2 Ikääntyvä työväestö**

Työväestön ikääntyminen aiheuttaa lisäpaineita teollisuusyrityksille pääsysteiden päivittämiseksi käyttäjäystävällisempään suuntaan. Työntekijöiden keski-ikä kasvaessa suunnittelijoiden on arvioitava uudelleen liikkumisympäristön työntekijöille aiheuttamia rasituksia ja vaatimuksia, sillä iän myötä ihmisen fyysinen suorituskyky heikkenee. Tästä syystä tikkaiden käyttöä edes hätäpoistumistienä on aina vain vaikeampaa perustella tulevaisuudessa.

### **3.2.3 Luoksepäästävyys**

Työturvallisuuden kannalta optimaalisin tilanne olisi, että kaikki työ kyettäisiin suorittamaan lattian tasalla. Tämä ei kuitenkaan ole useimmiten mahdollista, etenkin puuteollisuudessa, jossa koneiden suuri koko vaatii työskentelyä, etenkin kunnossapitotoimenpiteitä, korkeissakin olosuhteissa. Tällöin työkohteille on suunniteltava ja rakennettava hyviä pääsytieratkaisuja.

Työkohteeseen tulee päästä kiinteitä rakenteita pitkin, jotta työntekijöiden ei tarvitse turvautua väliaikaisiin huteriin telineisiin eikä kurkottelemaan epämu-  
kavissa ja vaarallisissa asennoissa.

### 3.2.4 Suunnittelun toteutus

Yrityksillä on kaksi vaihtoehtoa suunnittelutyön toteutukselle: joko oma väki suunnittelee rakenteet tai yritys palkkaa ulkopuolisen pääsysteihin erikoistuneen suunnittelutoimiston tekemään suunnittelun. Taulukossa 1 on eritelty oman vä-  
en ja ulkopuolisen suunnittelutoimiston hyviä ja huonoja puolia, joita vertailemal-  
la yritys voi päättää, kumpaan turvautuu.

	Oma suunnittelija	Ulkopuolinen toimisto
Vahvuudet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yhteys käyttäjiin</li> <li>• Ratkaisuvaihtoehtojen vertailu helppoa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erikoistuminen</li> <li>• Kokemus</li> <li>• Tutkimus ja tuotekehitys</li> <li>• Suunnitteluohjelmistot</li> <li>• Standardin mukaiset ra- kenteet</li> </ul>
Heikkoudet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yrityksen omalla suunnit- telijalla ei todennäköisesti ole erityisosaamista tai kokemusta juuri pääsysteiden suunnittelussa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yhteys käyttäjiin välikä- sien kautta</li> </ul>

Taulukko 1 Eri vaihtoehtojen vahvuudet ja heikkoudet suunnittelussa

### 3.2.5 Materiaalit

Pääsysteitä ja suojakaiteita rakennettaessa käytetään yleensä maalattua raken-  
neterästä tai kuumasinkittyä terästä. Käytettävää materiaalia valitessa on selvi-  
tettävä pääsytien käyttötarkoitus ja sijoituskohde. Erityisen vaativissa olosuh-  
teissa käytetään myös kalliita ruostumattomia ja haponkestäviä teräksiä.

### 3.2.6 Korroosionsuojaus

Yleisimmin teollisuuden materiaalien korroosionsuojaus suoritetaan joko maalaamalla tai kuumasinkittämällä. Aikaisemmin kuumasinkittyä terästä on käytetty ritilätasoissa, kun taas maalausta on käytetty kaiteissa ja rungoissa. Nykyään on kuitenkin kuumasinkittyä terästä alettu käyttämään ainoana rakennemateriaalina, sen edullisen hinnan ja korroosionkestävyyden ansiosta. Kuumasinkittyä terästä käytettäessä kiinnitykset pitää hoitaa ruuviliitoksilla, sillä hitsaus vaurioittaa teräksen sinkkipinnoitetta, joka taas heikentää teräksen korroosionkestävyyttä. Taulukossa 2 on vertailtu maalauksen ja kuumasinkityksen eroja. (13.)

	Maalaus	Kuumasinkitys
Käyttökohteet	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pinnat, jotka vaativat korroosionsuojauksen paikan päällä tehtynä.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rakenteet, jotka muodostuvat pienemmistä osista.</li></ul>
Edut	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ulkonäkö</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hyvä mekaanisen kuluksen kestävyys</li><li>• Korroosiosuojauksen kestävyys jopa vuosikymmeniä</li></ul>
Haitat	<ul style="list-style-type: none"><li>• Paljon työvaiheita, hidas</li><li>• Huono mekaanisen kuluksen kestävyys (uudelleenmaalaus muutaman vuoden välein)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ei voida hitsata</li><li>• Sinkitysaltaan koko rajoittaa sinkitettävän kappaleen kokoa</li></ul>
Kustannukset	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hinta nousee jokaisen huoltomaalauksen yhteydessä.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kevyehköissä rakenteissa lähes puolet maalauksesta halvempi</li></ul>

Taulukko 2 Maalauksen ja kuumasinkityksen eroja korroosionsuojauksessa



### 3.2.7 Liittäminen

Pääsyyteitä rakennettaessa käytetään kahta liitostapaa, hitsausta ja ruuviliitosta. Molemmilla on omat vahvuudet ja heikkoudet, joita on lueteltu taulukossa 3.

	Hitsaus	Ruuviliitos
Edut	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vahva ja kestävä liitos</li><li>• Liitos on ilma- ja vesitiivis.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nopea</li><li>• Purettavuus</li><li>• Liitosten laatu tasainen</li><li>• Vähän asennuksessa tarvittavia työkaluja</li><li>• Helpompaa ahtaissa tiloissa</li></ul>
Haitat	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hidas</li><li>• Tulipaloriski asennuksessa ja purettaessa</li><li>• Paljon tarvittavia työkaluja ja tarvikkeita</li><li>• Paikkamaalaus hitsauksen jälkeen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Melu ja tärinä pulttikoneella työskenneltäessä</li><li>• Vaatii enemmän suunnittelua</li></ul>

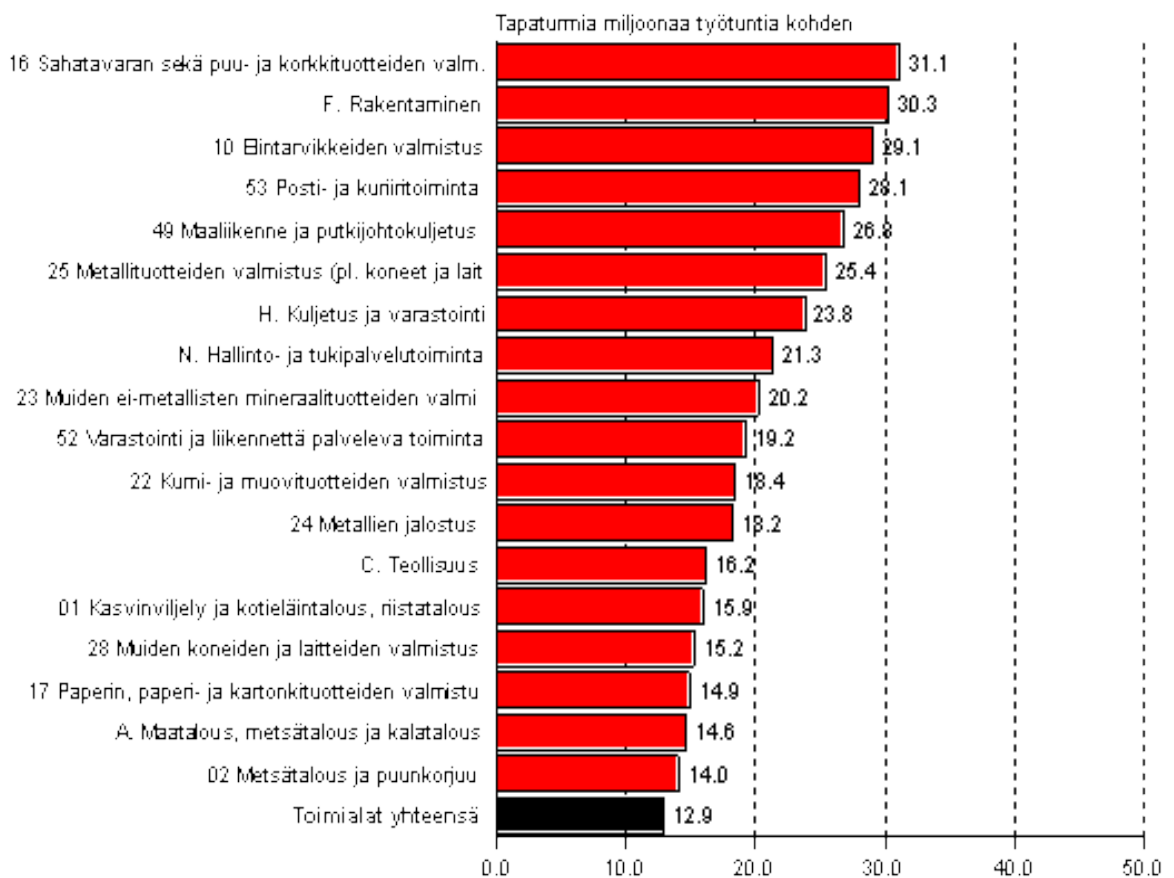
Taulukko 3 Hitsauksen ja ruuviliitoksen vertailu

### 3.3 Turvallisuus

Työntekijöiden terveydestä ja turvallisuudesta työssä annettu direktiivi 89/391/ETY velvoittaa työnantajan tekemään tarvittavat toimenpiteet työntekijöidensä terveyden ja turvallisuuden suojelemiseksi. Työnantaja on mahdolluuksiensa mukaan muutettava suojaustoimenpiteitä olosuhteiden muutosten mukaan ja pyrittävä parantamaan vallitsevia oloja. (14, s.148.)

Tutkimusten mukaan suurimmat syyt työtapaturmiin ovat liukastuminen, kompastuminen ja putoaminen. Hyvillä pääsyteillä voidaan vähentää jokaista edellä mainituista. (15.)

Vuonna 2009 puunjalostusteollisuus oli tapaturmataajuudella mitattuna vaarallisin teollisuuden ala, kuten kuva 3.8 osoittaa. Tutkimusten mukaan 40 % näistä tapaturmista sattui henkilön liikkuesssa työpaikalla, ja suurin osa tapaturmista oli kaatumisia, putoamisia tai liukastumisia. (16.)



Kuva 3.8 Tapaturmia miljoonaa työtuntia kohden (16.)

### 3.3.1 Pääsyeiden käyttötapa

Portaiden ja tikkaiden käyttötapa valitaan lähes poikkeuksetta oikeaksi, portaat laskeudutaan kasvot menosuuntaan päin ja tikkaat laskeudutaan selkä menosuuntaan päin. Ongelmat syntyvät, kun pääsytien nousukulma on 60° - 75°, jolloin ei oikein tiedetä, onko kyseessä portaat vai tikkaat, ja näin ollen käyte-

tään väärää laskeutumistapaa, mikä johtaa helposti kaatumiseen tai putoamiseen. Pääsyteitä suunniteltaessa suunnittelijan tulisi laatia rakenteita, joita käytetään vaistomaisesti oikealla tavalla.

Jokainen voi parantaa pääsyteiden turvallisuutta valitsemalla oikeanlaisen liikumistavan laitoksissa. Monet nilkkojen nyrjähdykset ja venähdykset voidaan välttää noudattamalla riittävää varovaisuutta portaissa ja tikkaissa pitämällä aina kaiteesta kiinni ja välttämällä niiltä alas hyppimistä.

### **3.3.2 Kulkureitin poikkeamat**

Portaikossa syntyy suuri tapaturmavaara silloin, kun jokin portaikon askelmista on nousultaan tai etenemältään erilainen kuin muut portaikon askelmat. Pienikin tällainen poikkeama kasvattaa riskiä kompastua portaissa, silloin kun henkilö on orientoitunut siihen, että portaitto jatkuu samanlaisena alusta loppuun saakka.

Myös tasaisella työtasolla olevat ylimääräiset kohoumat ja kynnykset aiheuttavat kompastumisia ja kaatumisia.

## **4 Ongelmakohdat ja muutokset**

Jo ensimmäinen käynti saha- ja lajittelulaitoksella osoitti, että työ tulee olemaan haastava, sillä 1950-luvun laitteistolle mitoitettu saharakennus on auttamatta jäänyt pieneksi laitteiston lisäämisen ja modernisoinnin myötä. Pieneen tilaan asennetut laitteet ovat kolmessa kerroksessa, mikä sulkee pois mahdollisuuden sijoittaa kulkutasot kätevästi laitteiden yläpuolelle yhtenäiseksi tasoksi. Osa saharakennuksesta on varsinaista porrasviidakkoa, mikä vaikeuttaa uusien ratkaisujen hahmottamista. Oman haasteensa työlle aiheuttaa saharakennuksen kerrosten mataluus, jolloin kerroksen kattopalkit tulisivat vastaan joitakin tasoja nostettaessa toisten tasolle.

1990-luvulla rakennetussa lajittelulaitoksessa tilanne on helpompi, mutta muutosta vaativia kohteita löytyi myös sieltä. Aloitin työni lajittelulaitoksesta juuri tästä syystä, jotta sain hieman tuntumaa työhön ennen saharakennuksen läpikäymistä.

Selkeintä tyliä muutosten esittämiseksi miettiessäni päädyin esittämään kuvia kustakin kohteesta ja selvittämään sanallisesti kyseisen kohteen sijainnin ja tarvittavat muutostoimenpiteet.

#### **4.1 Lajittelulaitos**

Paketoinnin ajopaikan muutos ja muutoksesta aiheutuvat hyödyt ja haitat:

**PAIKKA:** Paketoinnin ajopaikka

**MUUTOS:** Kuvassa 4.1 punaisella ympyröidyn kiinteän ajopaikan tilalle asennetaan säädettävä ajosilta.

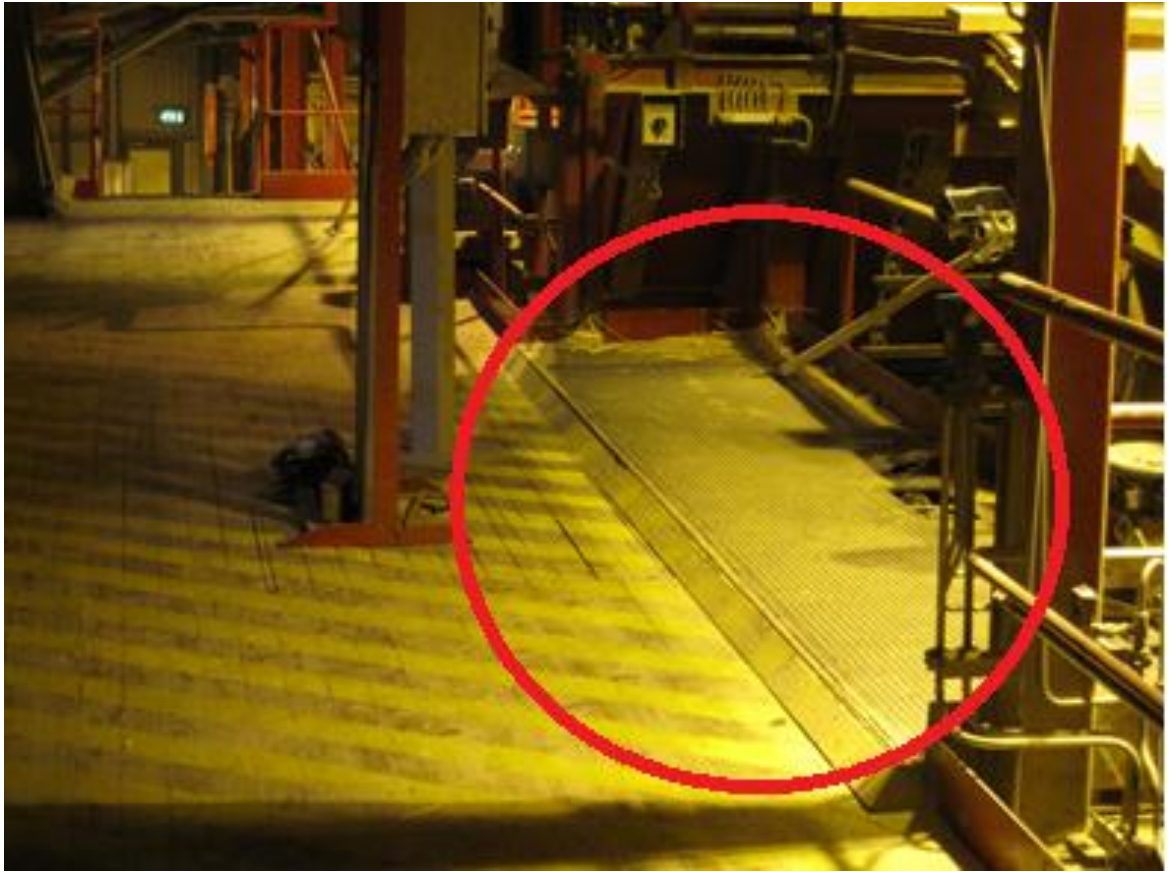
Toinen vaihtoehto on nostaa kuvassa 4.2 punaisella rajattu koko lattiataso kuvassa vihreällä nuolella osoitetun ajosillan korkeudelle.

**HYÖTY:** Työpisteen ergonomia paranee, kun eripituiset ihmiset voivat säätää ajosillan itselleen sopivalle korkeudelle.

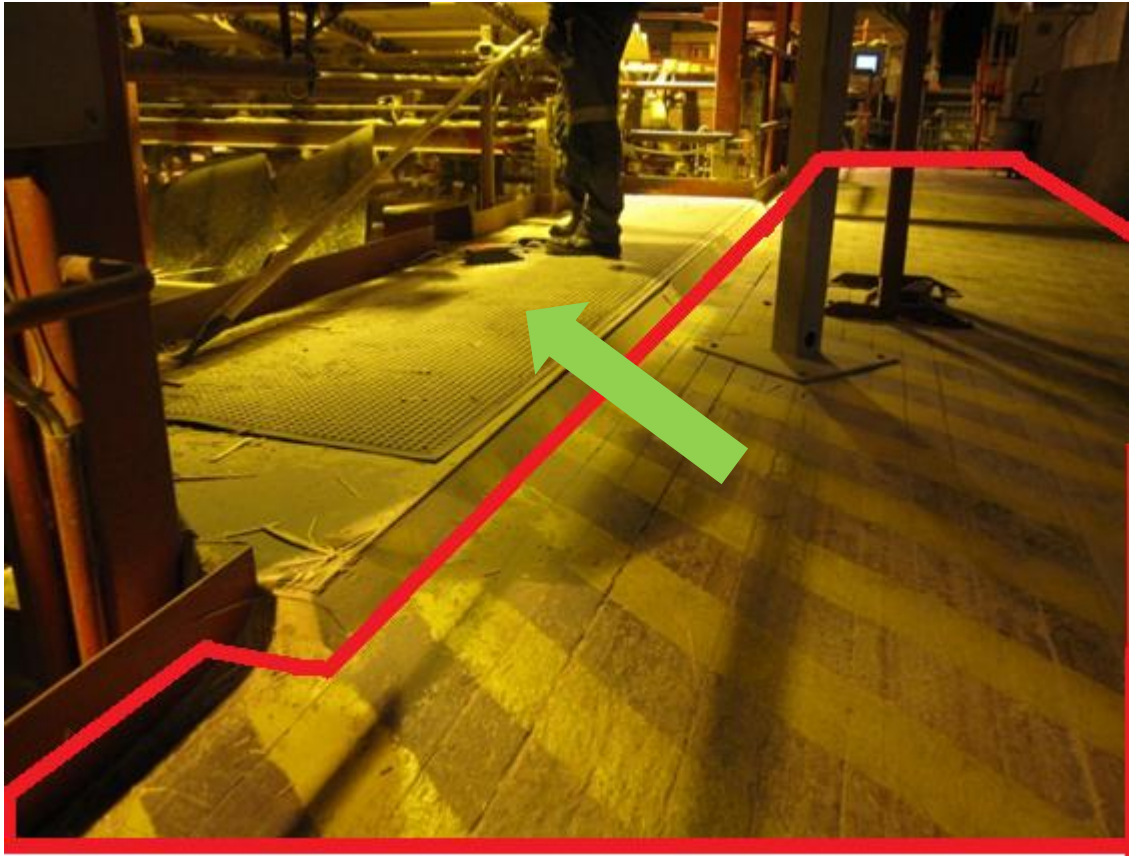
Toinen vaihtoehto poistaa kynnyksen tason ja ajosillan väliltä, jolloin kompastumisvaara pienenee oleellisesti.

**HAITAT:** Säädettävä taso saattaa jäädä edellisen käyttäjän jäljiltä yläasentoon, jolloin edessä on sama ongelma kuin nykyäänkin, eli lattiatason ja ajosillan välillä on kynnyks, joka aiheuttaa kaatumisvaaran.

Koko lattiatason nosto on kustannuksiltaan suuri saavutettuun hyötyyn nähden.



Kuva 4.1 Paketoinnin ajopaikka



Kuva 4.2 Paketoinnin ajopaikka

Paketoinnin ajopaikan muutos ja muutoksesta aiheutuvat hyödyt ja haitat:

PAIKKA: Paketointi

MUUTOS: Kuvassa 4.3 punaisella rajattu taso nostetaan kuvassa vihreällä nuolella osoitetun ylemmän tason tasalle.

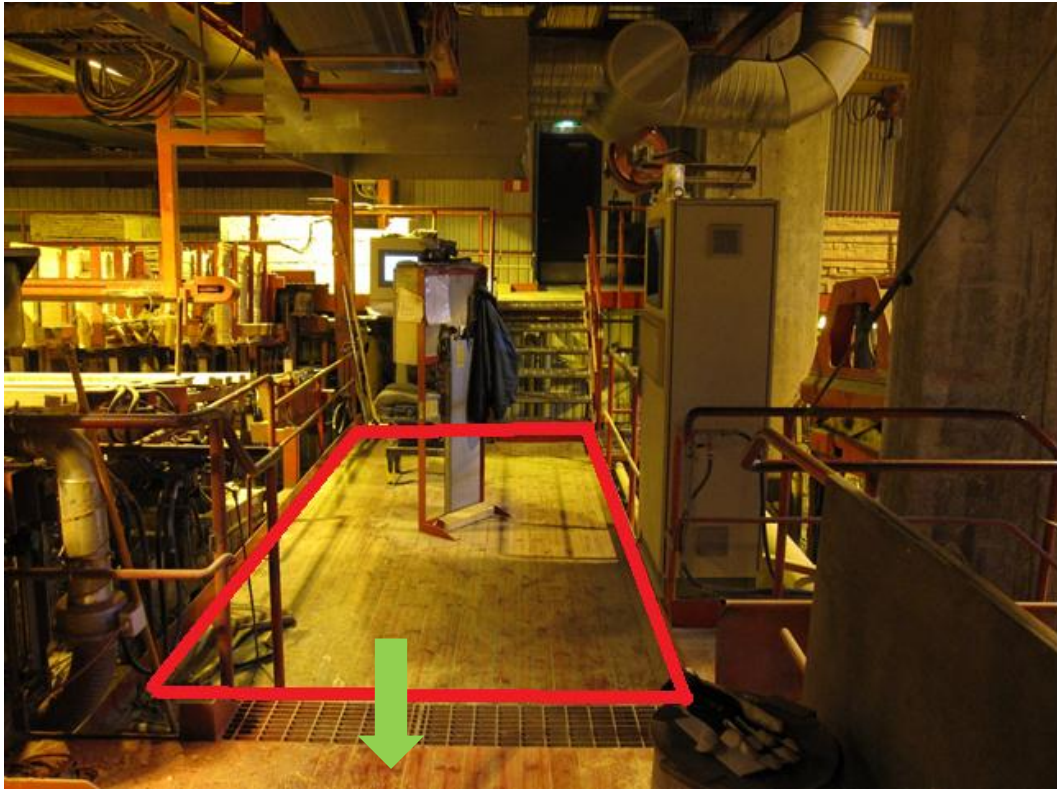
Tasoa nostettaessa paketointiin johtavia portaita, kuvassa 4.5, pitää jatkaa kahdella askelmalla.

HYÖTY: Alemman tason noustessa ylemmän tason kanssa samaan tasoon, kuvassa 4.4 näkyvät kaksi askelmaa poistuvat, jolloin kompastumisvaara pienenee oleellisesti. Myös kuvassa 4.3 kauempana näkyvät portaat lyhenee, jolloin työntekijöiden tarve rasittaa itseään portaissa vähenee.

Muutoksen myötä kuvassa 4.5 ympyröity kynnys poistuu, jolloin kompastumisvaara pienenee ja työturvallisuus paranee.

HAITAT: Tasoa nostettaessa työskentelykorkeus tulee liian korkeaksi linjastoon nähden, mikä huonontaa oleellisesti työergonomiaa. Kohde onkin hyvä esimerkki, jossa muutos parantaisi huomattavasti työturvallisuutta, mutta jossa käytännön syistä muutosta ei voida tehdä.





Kuva 4.3 Paketointi



Kuva 4.4 Paketointi





Kuva 4.5 Paketointiin johtavat portaat

Lajittelukopin edustalle tehtävä muutos ja muutoksesta aiheutuva hyöty:

PAIKKA: Lajittelukoppi (etupää)

MUUTOS: Kuvassa 4.7 punaisella ympyröity kulkusilta lasketaan samaan tasoon kuvassa vihreällä nuolella osoitetun alemman tason kanssa. Kuvasta 4.6 näkyy, että lajittelukopin oven edessä olevaa tasoa ei voi nostaa ilman, että jouduttaisiin nostamaan myös lajittelukopin ovea.

HYÖTY: Laskettaessa kulkusilta samalle tasolle lajittelukopin tason kanssa, niiden välinen kynnyks poistuu, jolloin kompastumisvaara pienenee ja työturvallisuus paranee.



Kuva 4.6 Lajittelukopin portaat



Kuva 4.7 Lajittelukopin taso

Syöttökuljettimen oikeanpuoleisille tasoille tehtävät muutokset ja muutoksista aiheutuvat hyödyt:

PAIKKA: Syöttökuljetin (oikea puoli)

MUUTOS: Kuvissa 4.8 ja 4.9 punaisella rajattu taso nostetaan kuvissa vihreällä nuolella osoitettujen tasojen korkeudelle.

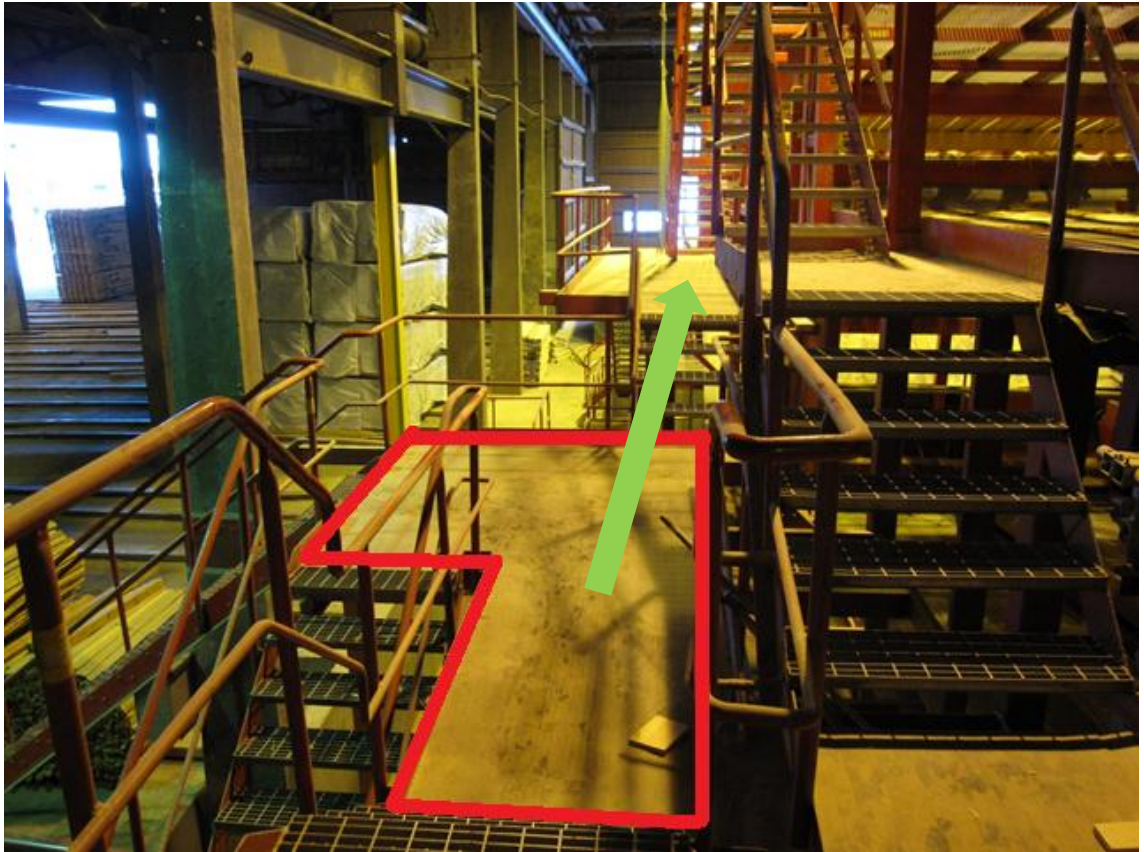
Kuvan 4.10 portaiden yläpää nostetaan samalle tasolle jatkamalla portaita neljällä askelmalla ja portaisiin lisätään standardin mukainen levähdystaso.

Kuvan 4.11 oikeanpuoleiset portaat nostetaan rakennettavan tason kanssa samalle tasolle.

HYÖTY: Tason nosto vähentää portaissa kulkua ja samalla työntekijöiden räsitystä. Portaiden poiston myötä työturvallisuus paranee portaissa kaatumisen riskin vähentyessä.

Kuvan 4.10 portaiden muutostöiden myötä portaista saadaan standardin EN ISO 14122 mukaiset.

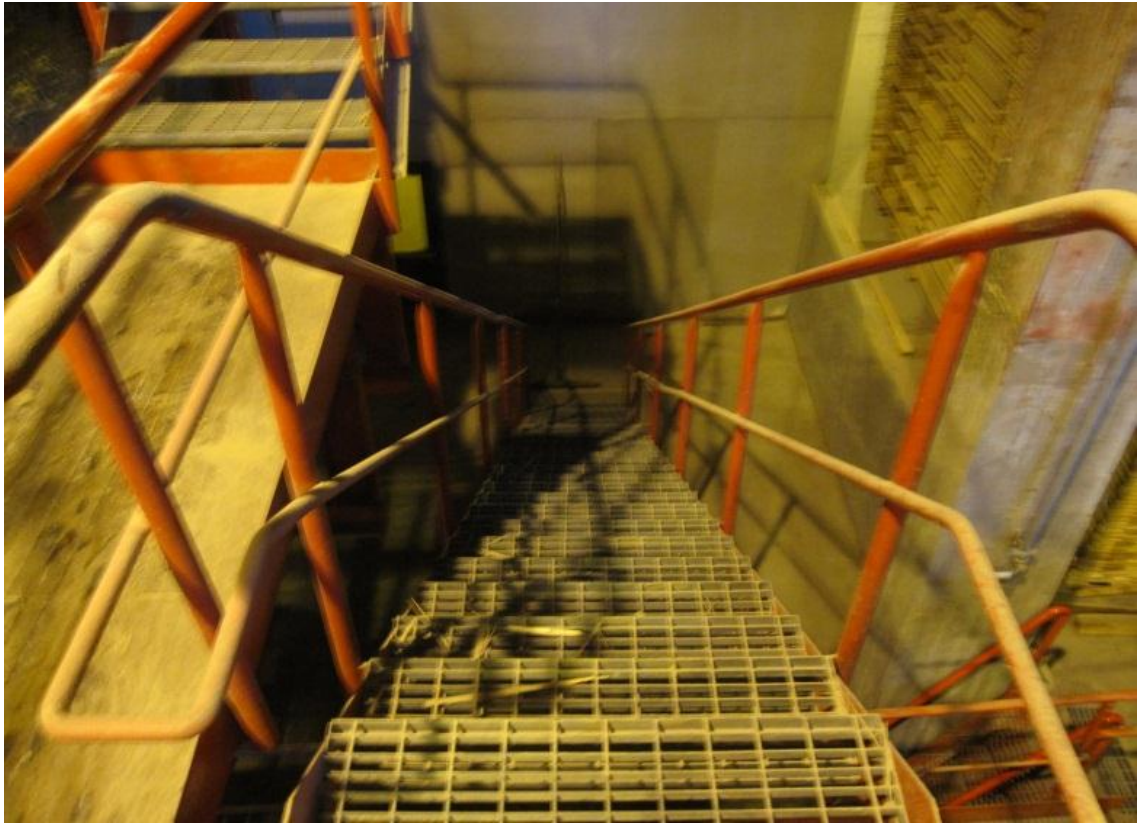




Kuva 4.8 Syöttökuljettimen oikeanpuoleiset kulkutasot

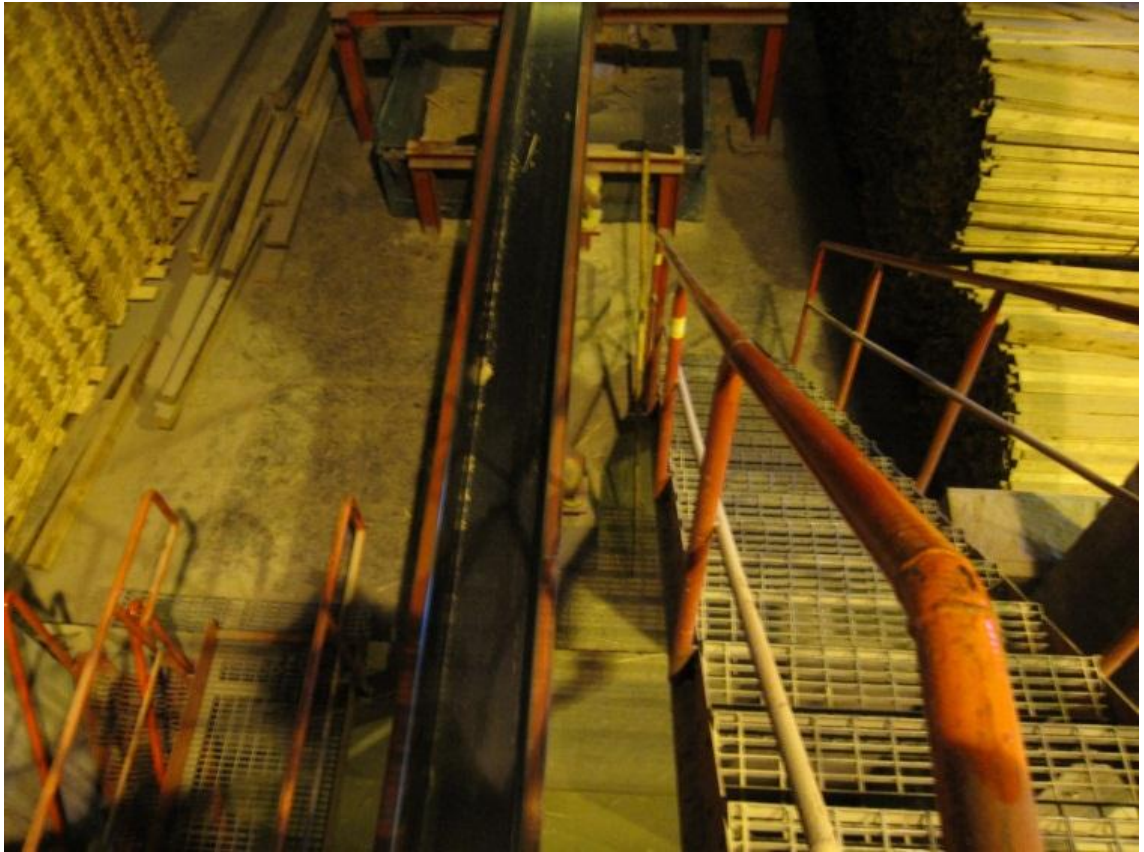


Kuva 4.9 Syöttökuljettimen oikeanpuoleiset kulkutasot



Kuva 4.10 Syöttökuljettimelle johtavat portaat (vasen)





Kuva 4.11 Syöttökuljettimelle johtavat portaat (oikea)



Syöttökuljettimen vasemmanpuoleisille tasoille tehtävät muutokset ja muutoksista aiheutuvat hyödyt:

**PAIKKA:** Syöttökuljettimen vasen puoli

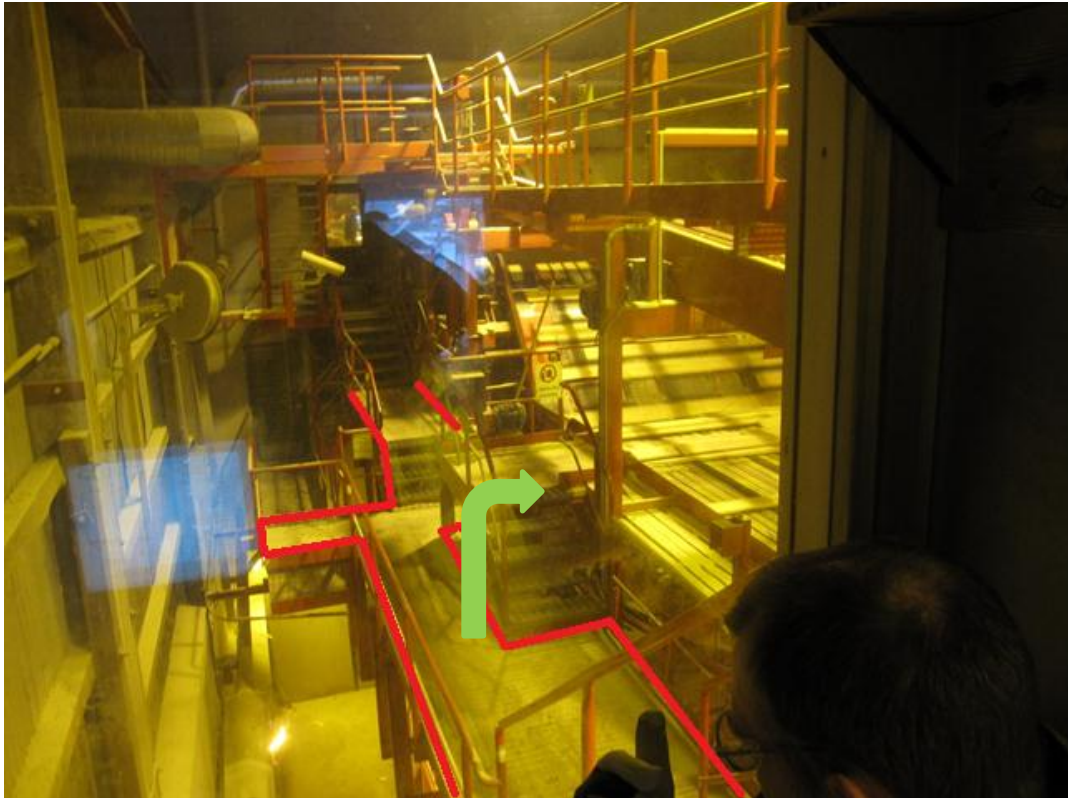
**MUUTOS:** Kuvassa 4.12 punaisella rajatut tasot nostetaan kuvan keskellä vihreällä nuolella osoitetun tason tasalle. Uuteen tasoon tehdään luuku tason alle jäävän moottorin huoltoa varten.

Tasojen noston myötä lattian tasosta tulevia rappusia pitää jatkaa viidellä askelmalla.

Kuvan 4.13 kuljettimen moottori vaihdetaan vaihdemoottoriin.

**HYÖTY:** Tasoja nostettaessa portaat vähenevät ja samalla kompastumis- ja kaatumisriski pienenee. Portaiden vähentyessä myös kulkeminen helpottuu ja työntekijöiden rasitus vähenee.

Moottorinvaihdos poistaa hihnavedon, koska moottori ja vaihde ovat samassa paketissa, joka taas mahdollistaa tasojen nostamisen. Hihnavedon poistuessa myös huollon tarve vähenee.



Kuva 4.12 Syöttökuljettimen vasemmanpuoleiset kulkutasot



Kuva 4.13 Kuljettimen moottori

Sitojakirjaajan työpisteelle tehtävät muutokset ja muutoksista aiheutuvat hyödyt:

PAIKKA: Sidonta

MUUTOS: Työtaso nostetaan kuvassa 4.15 näkyvien ketjusuojien tasolle asentamalla vanerilevy lankkujen päälle.

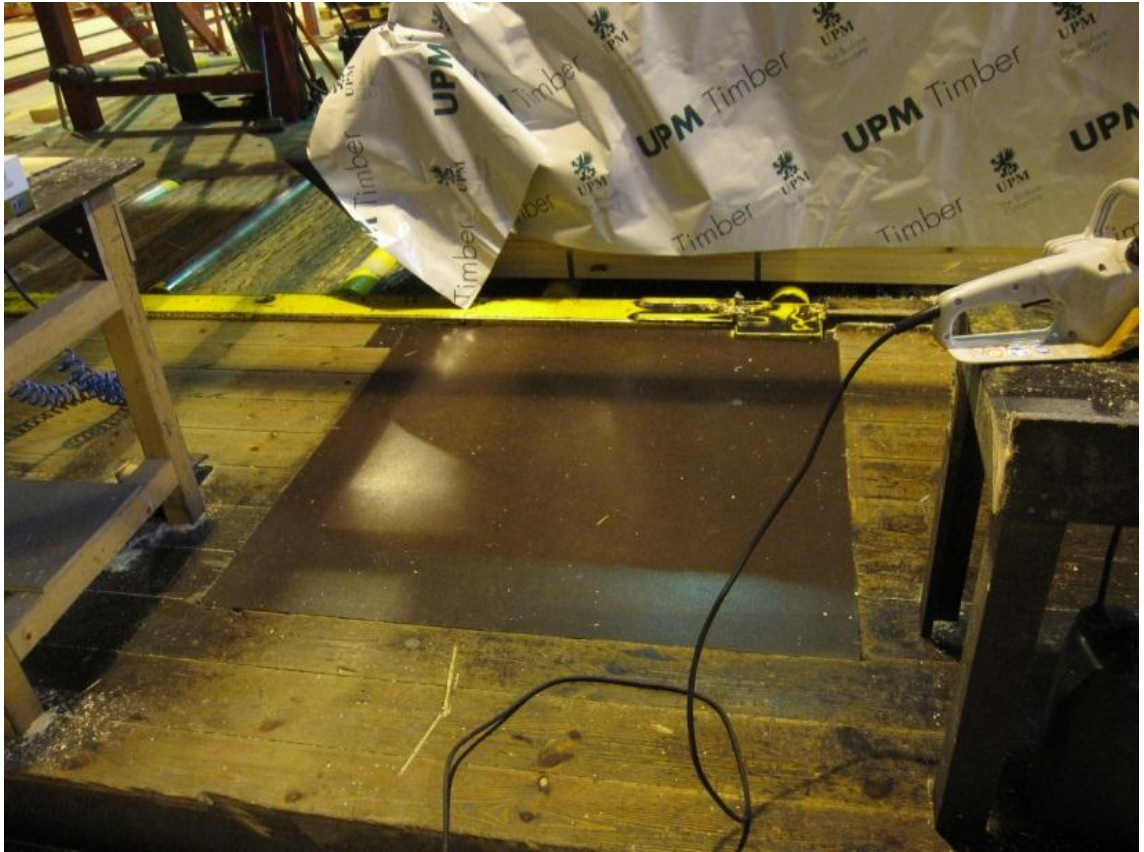
Kuvassa 4.14 näkyvän työtason reunoille asennetaan luiska koko matkalle.

HYÖTY: Molemmat muutokset vähentävät kompastumisriskiä ja parantavat työturvallisuutta.



Kuva 4.14 Sitojakirjaajan työpiste





Kuva 4.15 Ketjusuojat

## 4.2 Saha

Rimojen käsittelyyn tehtävät muutokset ja muutoksista aiheutuvat hyödyt:

PAIKKA: Rimojen käsittely

MUUTOS: Kuvassa 4.16 näkyvä puinen askelma poistetaan ja portaita jatketaan yhdellä askeleella.

Punaisella ympyröity kohta kuvassa 4.16 nostetaan samaan tasoon ylemmän tason kanssa.

Vihreällä ympyröity taso kuvassa 4.17 muutetaan säädettäväksi tasoksi.

HYÖTY: Kompastumisriski pienenee ja työturvallisuus paranee punaisella ympyröidyn kolon poistuessa.

Vihreällä ympyröidyn työskentelytason muutos vähentää kompastumisriskiä ja parantaa työergonomiaa, kun työntekijä voi säätää tason itselleen sopivalle korkeudelle.



Kuva 4.16 Rimankäsittely



Kuva 4.17 Rimankäsittely

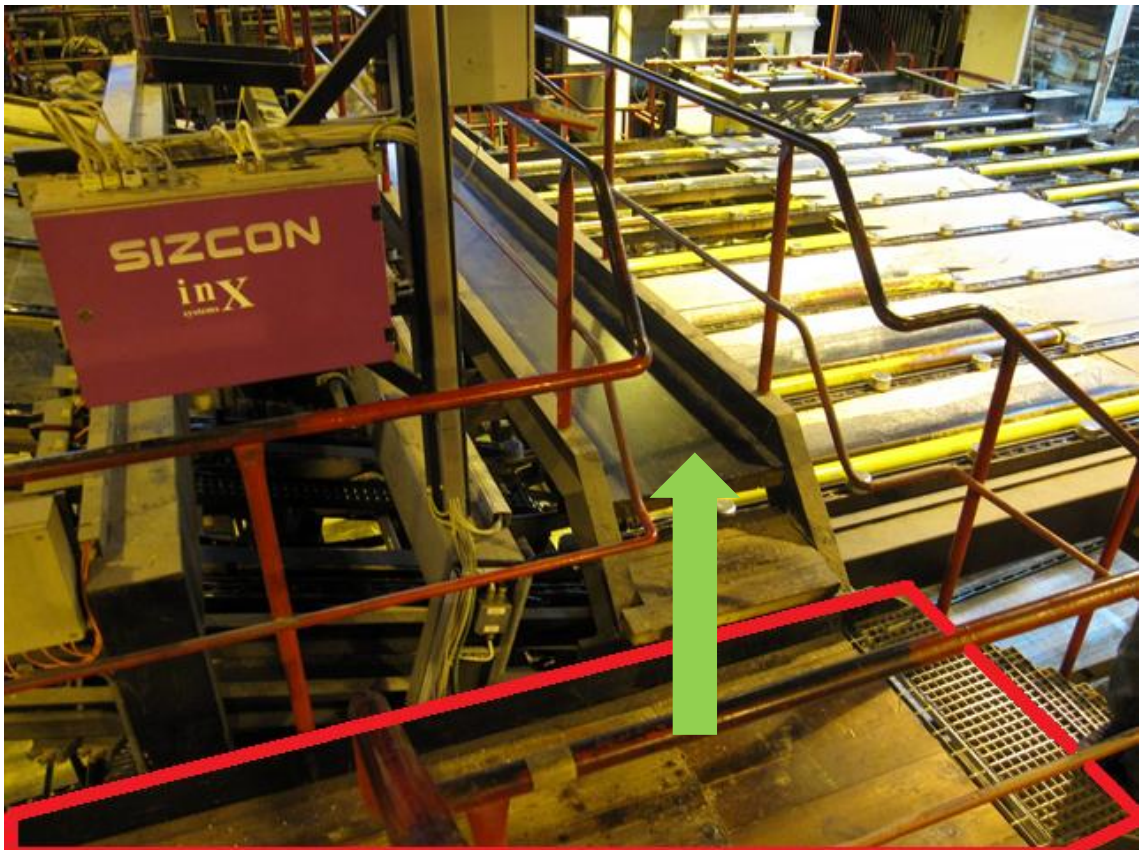


Lankkudimensioon tehtävä muutos ja muutoksesta aiheutuva hyöty:

PAIKKA: Lankkudimensio

MUUTOS: Kuvassa 4.18 punaisella rajattu kulkutaso nostetaan vihreällä nuolella osoitetun kulkusillan tasolle.

HYÖTY: Kompastumisriski pienenee ja työturvallisuus paranee tasojen ollessa samassa tasossa.



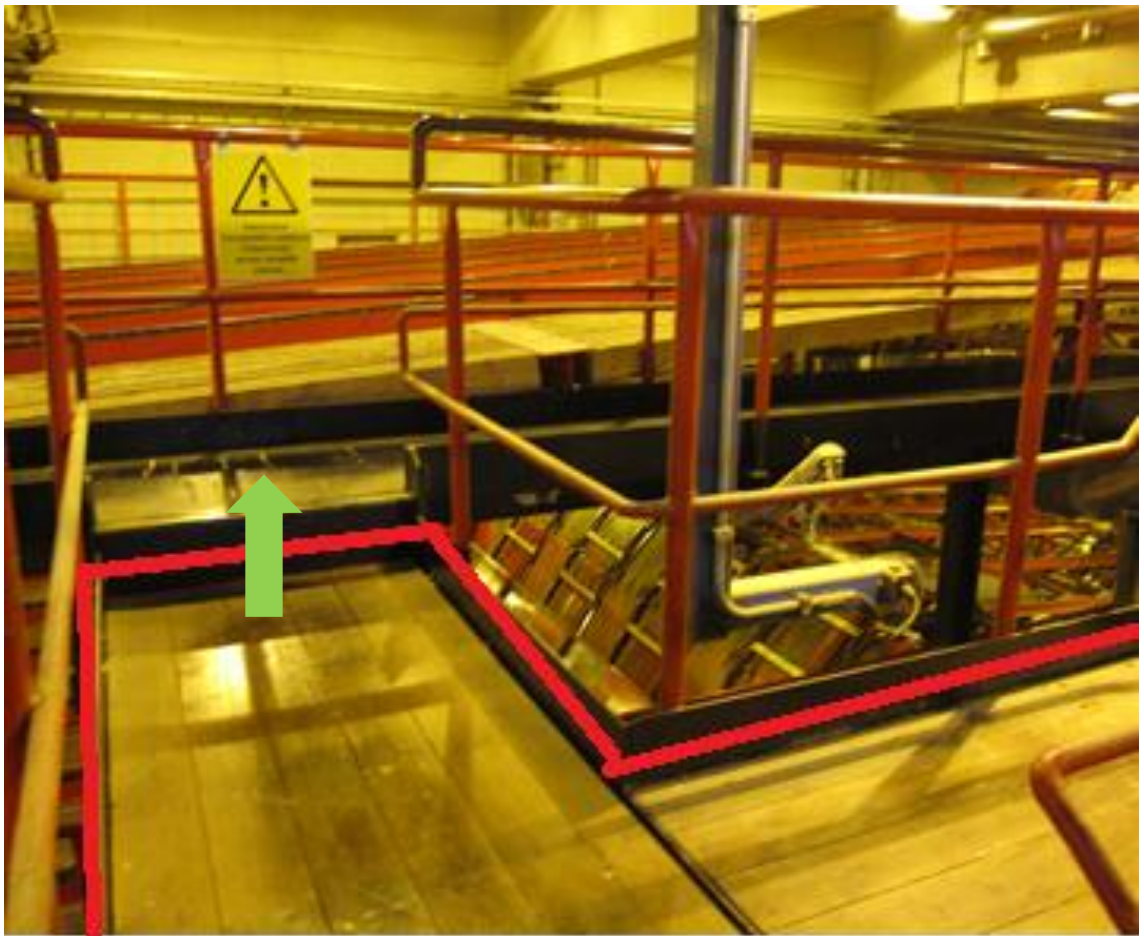
Kuva 4.18 Lankkudimensio

Lautadimensioon tehtävä muutos ja muutoksesta aiheutuva hyöty:

PAIKKA: Lautadimensio

MUUTOS: Kuvassa 4.19 punaisella rajattu kulkutaso nostetaan vihreällä nuolella osoitetun tason kanssa samalle tasolle.

HYÖTY: Kompastumisriski pienenee ja työturvallisuus paranee kynnyksen poistuessa tasojen välistä.



Kuva 4.19 Lautadimensio



Lauta- ja lankkudimension väliselle alueelle tehtävät muutokset ja muutoksista aiheutuvat hyödyt:

PAIKKA: Lauta- ja lankkudimension väli

MUUTOS: Kuvissa 4.20 ja 4.21 punaisella rajattu taso nostetaan kuvassa 4.20 vihreällä nuolella osoitetun käytävän tasalle.

Kuvassa 4.21 näkyviä lattiatasolle johtavien portaiden nousukulmaa muutetaan jyrkemmäksi, jolloin niitä ei tarvitse jatkaa.

HYÖTY: Kompastumisriski pienenee ja työturvallisuus paranee kuvassa 4.20 näkyvien tasojen välisen kynnyksen poistuessa.



Kuva 4.20 Lauta- ja lankkudimension välinen taso



Kuva 4.21 Lauta- ja lankkudimension välinen taso

Lautadimension yläpöydän käytävälle tehtävät muutokset ja muutoksista aiheutuvat hyödyt ja haitat:

**PAIKKA:** Lautadimension yläpöytä

**MUUTOS:** Kuvassa 4.22 näkyvästä pitkästä portaittain nousevasta käytävästä tehdään toisesta päästä alkava pitkä luiska, jolloin portaat saadaan poistettua ja kaltevuuskulma pysyy suhteellisen pienenä eikä häiritse työntekijöiden kulkua.

Toinen, pienempi muutosvaihtoehto on poistaa kaksi kauimmaista rappusta rakentamalla lyhyempi luiska niiden tilalle.

**HYÖTY:** Portaiden poistamisen myötä kompastumis- ja työtaturmariskiä saadaan pienemmäksi.

**HAITTA:** Punaisella ympyröityä aluetta joudutaan laskemaan luiskan tasolle, joka aiheuttaa lisäkustannuksia muutostyölle, jos koko käytävästä tehdään pitkä luiska.



Kuva 4.22 Lautadimension yläpöytä



Pientukkilinjan alasärmälle tehtävä muutos ja muutoksesta aiheutuvat hyödyt ja haitat:

PAIKKA: Pientukkilinjan alasärmä

MUUTOS: Punaisella rajattu taso kuvassa 4.23 nostetaan kuvassa vihreällä nuolella osoitetun ylemmän tason kanssa samalle korkeudelle. Muutoksen myötä tasolle johtavia portaita jatketaan yhdellä askelmalla ja valvomoon johtavia portaita lyhennetään yhdellä askelmalla.

HYÖTY: Ylimääräisen kynnyksen poistuessa kompastumis- ja työtapaturmariski pienenee.

HAITTA: Tason nostaminen kasvattaa riskiä törmätä kuvan yläreunassa näkyvään ulokkeeseen.



Kuva 4.23 Pientukkilinjan alasärmän valvomon edusta

Sahurinkopin edustalle tehtävä muutos ja muutoksesta aiheutuva hyöty:

PAIKKA: Päälinja

MUUTOS: Kuvassa 4.24 näkyvät lattialankut poistetaan mahdollisuuksien mukaan.

HYÖTY: Lankkujen poistamisen myötä lattia tasoittuu ja kompastumisriski pienenee ja työturvallisuus paranee.



Kuva 4.24 Sahurinkopin edusta alakerrassa

Sahurinkopin ulkopuolelle tehtävä muutos ja muutoksesta aiheutuva hyöty:

PAIKKA: Sahurinkopin ulkopuoli

MUUTOS: Kuvassa 4.25 näkyvän kulkutason kulmaan tehdään avattava luukku ja seinään asennetaan tikkaat.

HYÖTY: Muutoksen myötä kuvassa 4.26 näkyvän moottorin luoksepäästävyys paranee eikä työntekijöiden tarvitse kulkea tukkipöydän alta vaikeakulkuista ja vaarallista reittiä, kuten tällä hetkellä, päästäkseen huoltamaan moottoria.



Kuva 4.25 Tukkipöydän kulkutaso





Kuva 4.26 Tukkipöydän moottori

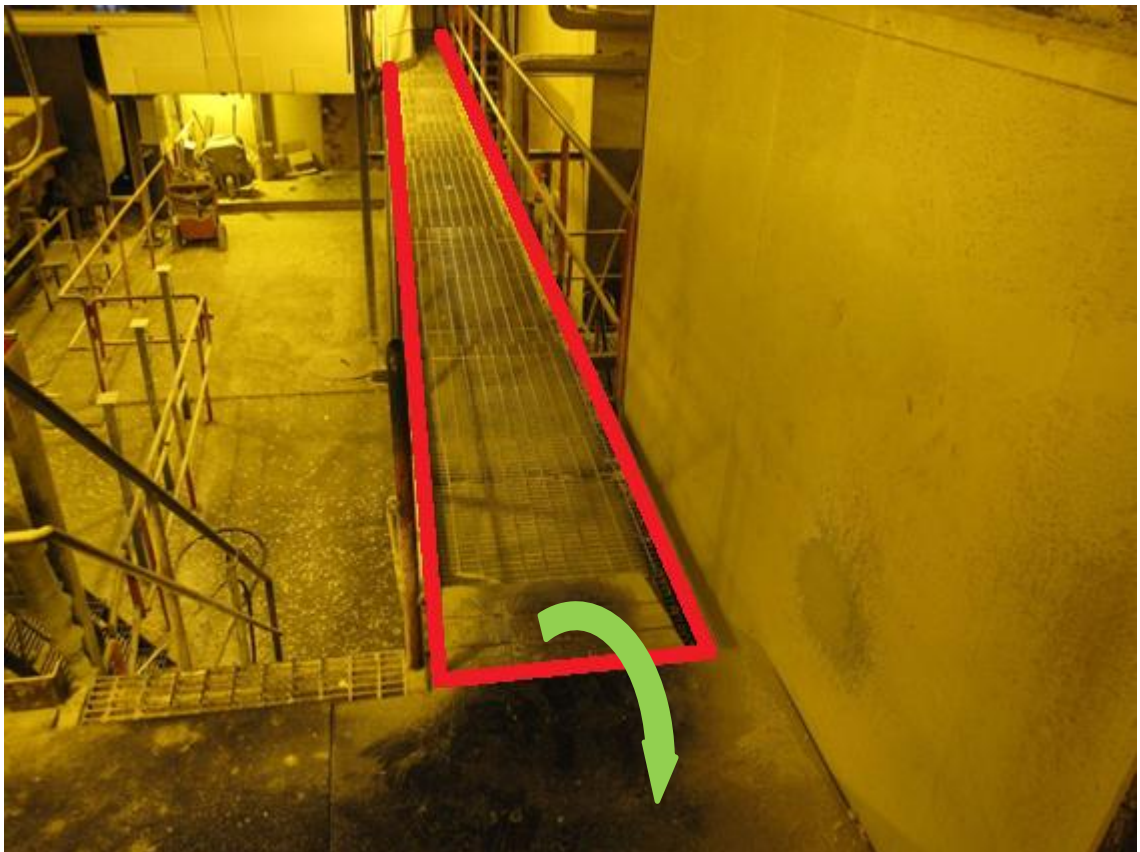


Sahurinkopin kulkusiltaan tehtävät muutokset ja muutoksen hyöty:

PAIKKA: Päälinja

MUUTOS: Kuvassa 4.27 punaisella rajatun kulkusillan pää nostetaan vihreällä nuolella osoitetun tason kanssa samalle tasolle.

HYÖTY: Ylimääräinen kynnyksen poistuu, jolloin kompastumisriski pienenee ja työturvallisuus paranee.



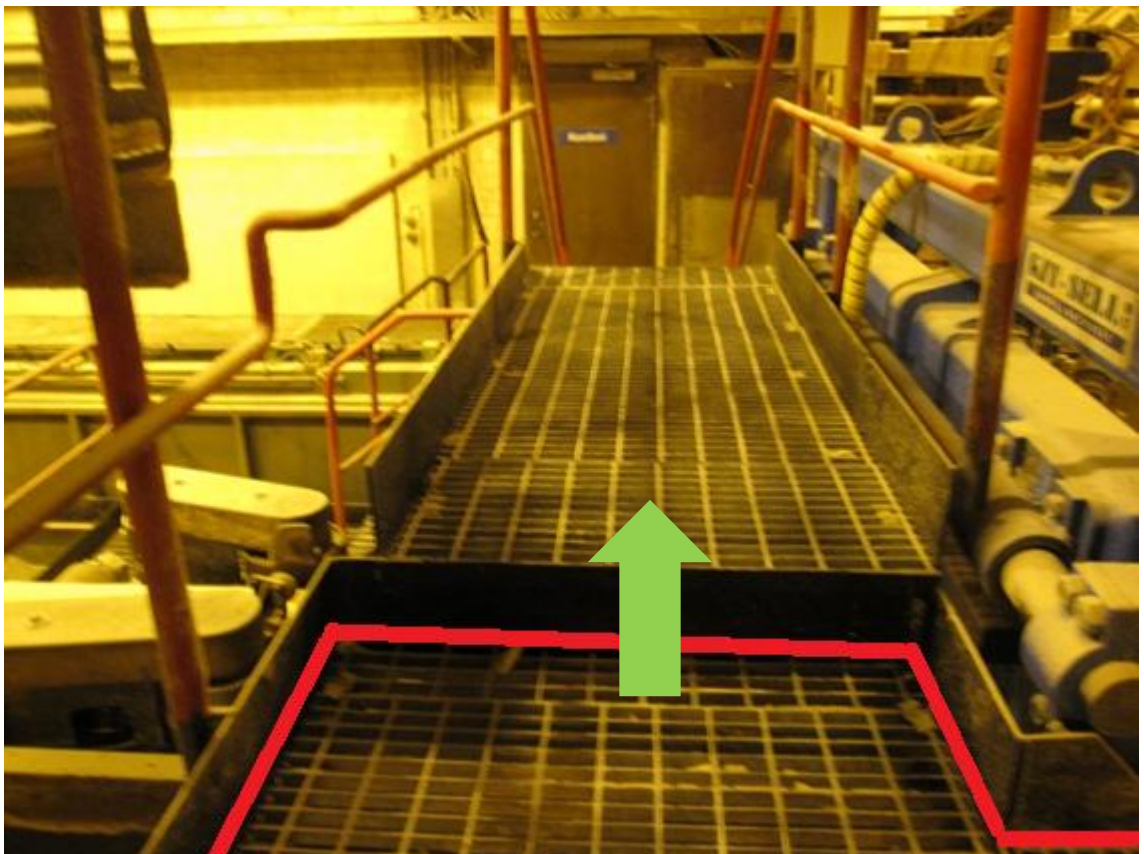
Kuva 4.27 Sahurinkopille johtava kulkusilta

Pientukkilinjan särmän ylittävän sillan muutos ja muutoksen hyöty:

PAIKKA: Pientukkilinjan särmä

MUUTOS: Punaisella rajattu taso kuvassa 4.28 nostetaan vihreällä nuolella osoitetun sillan kanssa samalle korkeudelle. Muutoksen myötä tasolle johtavien portaiden nousukulmaa pitää muuttaa jyrkemmäksi ja askelten jakoa muuttaa sopivaksi uudelle nousukorkeudelle.

HYÖTY: Ylimääräisen kynnyksen poistaminen vähentää kompastumisriskiä ja parantaa työturvallisuutta.



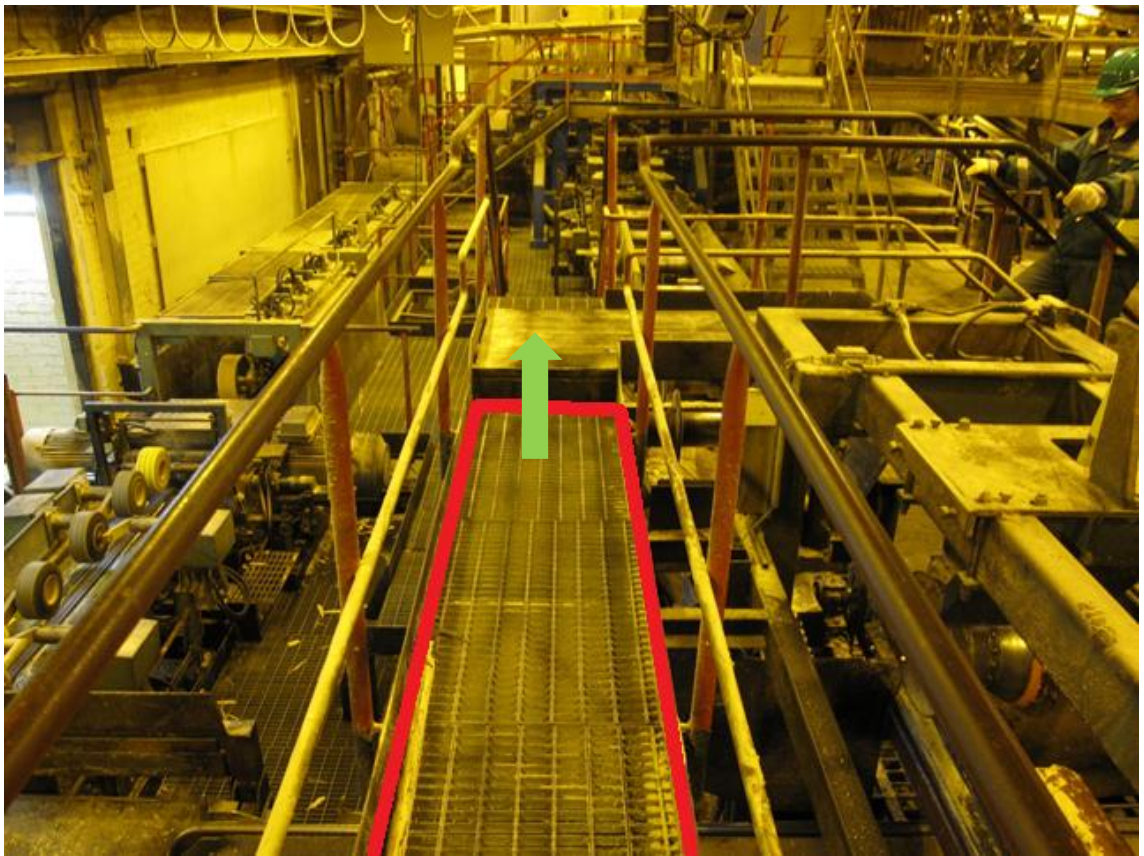
Kuva 4.28 Pientukkilinjan särmän ylittävä silta

Pientukkilinjan yläsärmän kulkutason muutos ja muutoksen hyöty:

PAIKKA: Pientukkilinjan särmä

MUUTOS: Kuvassa 4.29 punaisella rajattu kulkusilta nostetaan vihreän nuolen osoittaman tason kanssa samalle tasolle.

HYÖTY: Ylimääräisen kynnyksen poistaminen vähentää kompastumisriskiä ja parantaa työturvallisuutta.



Kuva 4.29 Pientukkilinjan yläsärmän kulkutaso



Lautakuljettimen ylittävän sillan muutos ja muutoksen hyöty:

PAIKKA: Lautalokeriston etupää

MUUTOS: Kuljettimen ylittävä, punaisella rajattu silta, kuvassa 4.30 nostetaan kuvan oikeassa reunassa olevan, vihreällä nuolella osoitetun tason kanssa samalle korkeudelle.

HYÖTY: Ylimääräisen kynnyksen poistaminen vähentää kompastumisriskiä ja parantaa työturvallisuutta.



Kuva 4.30 Kuljettimen ylittävä silta

Päälinjan ja pientukkulinjan välisen alueen muutos ja muutoksen hyödyt ja haitat:

PAIKKA: Päälinjan ja pientukkulinjan väli

MUUTOS: Henkilöstön toiveesta kuvan 4.31 punaisella ympyröityyn kohtaan rakennetaan portaat yläkertaan.

HYÖTY: Portaiden rakentamisen myötä kulkeminen kerrosten välillä nopeutuu, kun työntekijöiden ei tarvitse kiertää yhtä pitkää matkaa kuin tällä hetkellä päästäkseen alakerrasta yläkertaan ja yläkerrasta alaker- taan.

HAITTA: Jotta uudet portaat ei estäisi kulkemista kuvan vasemmassa reunassa näkyville porrastikkaille, tulee niiden alkaa vihreällä ympyröidyltä alueelta. Tällöin portaiden alapää tulee noin 1,5 m etäisyydelle ylemmän kerroksen tukirakenteista, mikä saattaa häiritä lattiatasossa kulkemista ja tavaroiden kuljetusta.



Kuva 4.31 Päälinjan ja pientukkulinjan välinen alue

Alasärmän poikittaissiirron muutos ja muutoksen hyödyt ja haitat:

PAIKKA: Alasärmä

MUUTOS: Asennetaan rullaston alle harjateräksestä valmistettu taso.

HYÖTY: Tason asennuksen jälkeen työntekijöiden ei enää tarvitse itse kyhätä lankuista epävakaata ja vaarallista tasoa huoltotöiden ajaksi. Putoamisriski alla olevaan kuiluun poistuu ja työturvallisuus paranee.

HAITTA: Liian pienet reiät asennettavassa tasossa estävät sahauksesta syntyvien roskien, esimerkiksi pitkien puusoirojen, putoamisen alla olevalle jätekuljettimelle.

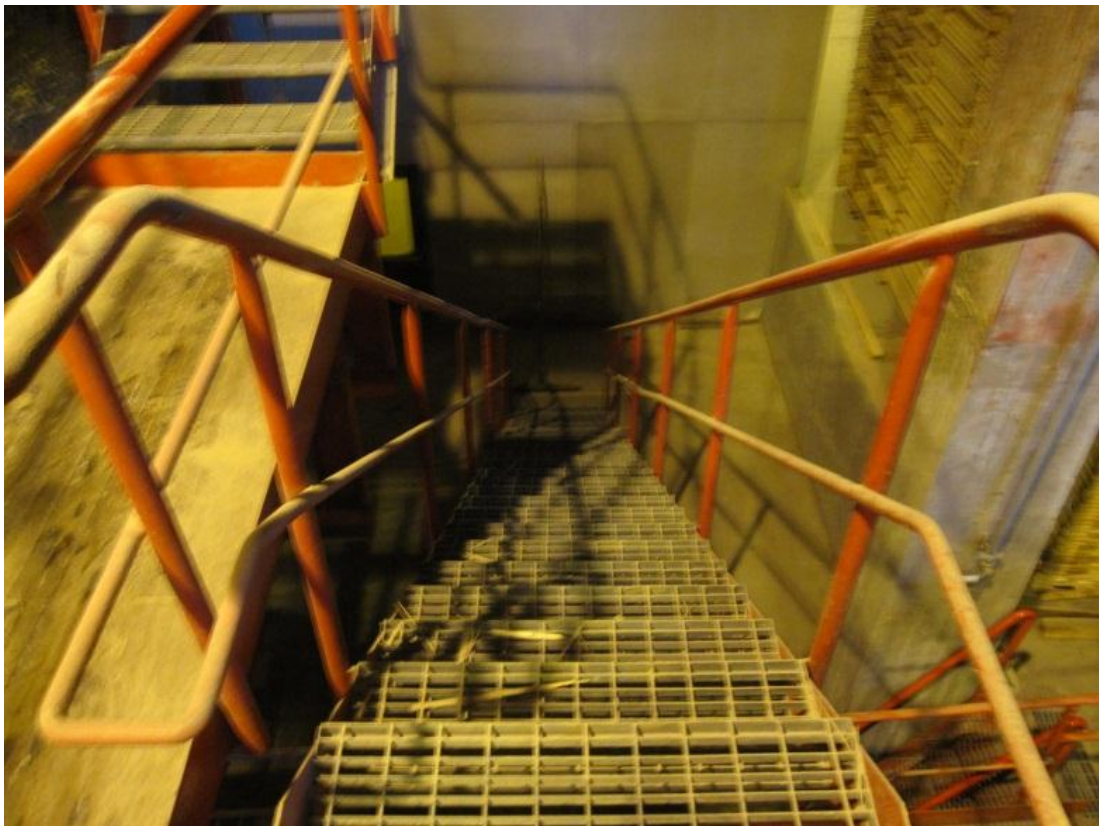


Kuva 4.32 Alasärmän poikittaissiirto



### 4.3 Poikkeamia standardista

Tällä hetkellä suurin osa sahan portaista ei täytä standardin EN ISO 14122 mukaisia vaatimuksia pääsyteille. Kuvassa 4.33 on esimerkki portaista, jotka eivät ole standardin mukaisesti valmistettu, sillä niistä puuttuu pitkissä portaissa vaadittava lepotaso. Sahalaitoksessa suoritettut koemittaukset osoittivat myös, että portaiden askelmien nousukorkeus vaihtelee kymmeniä millimetrejä porrasjakson aikana ja lähes poikkeuksetta portaiden suurin nousu oli lattiatason ja ensimmäisen askelman välillä, kun standardin mukaan juuri tämän nousukorkeuden pitäisi olla pienin nousukorkeuden muuttuessa porrasjakson aikana.



Kuva 4.33 Ei standardin mukaiset portaat

## 5 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa Kaukaan sahan saha- ja lajittelulaitoksen kulkuteiden muutostarpeet työturvallisuuden parantamiseksi. Jo alussa kävi selväksi, että työ tulee olemaan haastava sahan kerrosrakenteen ja laitteiden suuren määrän aiheuttaman ahtauden vuoksi. Mahdollisia muutoskohteita oli vaikea löytää, koska olemassa olevat kulkutasot on rakennettu laitteiden ympärille ja näin ollen jotain tasoa laskettaessa tai nostettaessa jokin kuljetin tai jonkin laitteen rakenne estäisivät muutostyön.

Työn tuloksena lajittelulaitoksesta löytyi muutosta vaativia kohteita paketoinnista, lajittelukopin luota sekä syöttökuljettimen molemmilta puolilta. Sahalaitoksesta kohteita löytyi enemmän, mutta tarvittavat muutostyöt ovat yksinkertaisempia ja sitä kautta edullisempia. Työturvallisuutta ajatellen sahan muutokset ovat silti kriittisempiä, sillä siellä tehtävien muutosten myötä poistuu monia vaarallisia pieniä kynnyksiä, joissa tapaturmat helpoiten sattuu.

Työn edetessä tekijälle hahmottui entistä selkeämmin insinöörikoulutuksessa opetettu suunnittelun merkitys toimivan kokonaisuuden aikaansaamiseksi. Kulkuteiden asettelun suunnittelun puute näkyi sahalaitoksessa sekaisena ja vaikeakulkuisena kokonaisuutena.

Oman haasteensa toi tekijän työ kaupalla, joka söi aikaa opinnäytetyön tekemiseltä. Tämä johti pitkiin päiviin, mikä aiheutti ennen kokematon stressiä ja väsymystä. Parhaimmillaan päivä alkoi aamulla klo. 08.00 ja päättyi seuraavana aamuna klo 03.00.

Työn tuloksia hyväksikäyttämällä ja tutkimalla lisää siinä esitettyjä kohteita sahan henkilöstö voi perustella ylemmälle johdolle vaadittavia toimenpiteitä laitosten turvallisuuden parantamiseksi.

## **Kuvat**

Kuva 3.1 Portaiden periaatekuva, s.7

Kuva 3.2 Teollisuudessa käytettyjen portaiden esimerkki, s.8

Kuva 3.3 Siirrettävät porrastikkaat, s.9

Kuva 3.4 Standardin mukaiset tikkaat, s.10

Kuva 3.5 Teollisuudessa käytettävän kulkutason esimerkki, s.11

Kuva 3.6 Suojakaiteen raja-arvot, s.12

Kuva 3.7 Suojakaiteet, s.13

Kuva 3.8 Tapaturmia miljoonaa työtuntia kohden, s.18

Kuva 4.1 Paketoinnin ajopaikka, s.21

Kuva 4.2 Paketoinnin ajopaikka, s.22

Kuva 4.3 Paketointi, s.23

Kuva 4.4 Paketointi, s.24

Kuva 4.5 Paketointiin johtavat portaat, s.24

Kuva 4.6 Lajittelukopin portaat, s.25

Kuva 4.7 Lajittelukopin taso, s.26

Kuva 4.8 Syöttökuljettimen oikeanpuoleiset kulkutasot, s.27

Kuva 4.9 Syöttökuljettimen oikeanpuoleiset kulkutasot, s.28

Kuva 4.10 Syöttökuljettimelle johtavat rappuset (vasen), s.28

Kuva 4.11 Syöttökuljettimelle johtavat rappuset (oikea), s.29

Kuva 4.12 Syöttökuljettimen vasemmanpuoleiset kulkutasot, s.30

Kuva 4.13 Kuljettimen moottori, s.31

Kuva 4.14 Sitojakirjaajan työpiste, s.32

Kuva 4.15 Ketjusuojat, s.33

Kuva 4.16 Rimankäsittely, s.34

Kuva 4.17 Rimankäsittely, s.35

Kuva 4.18 Lankkudimensio, s.36

- Kuva 4.19 Lautadimensio, s.37
- Kuva 4.20 Lauta- ja lankkudimension välinen taso, s.38
- Kuva 4.21 Lauta- ja lankkudimension välinen taso, s.39
- Kuva 4.22 Lautadimension yläpöytä, s.40
- Kuva 4.23 Pientukkilinjan alasärmän valvomon edusta, s.41
- Kuva 4.24 Sahurinkopin edusta alakerrassa, s.42
- Kuva 4.25 Tukkipöydän kulkutaso, s.43
- Kuva 4.26 Tukkipöydän moottori, s.44
- Kuva 4.27 Sahurinkopille johtava kulkusilta, s.45
- Kuva 4.28 Pientukkilinjan särmän ylittävä silta, s.46
- Kuva 4.29 Pientukkilinjan yläsärmän kulkutaso, s.47
- Kuva 4.30 Kuljettimen ylittävä silta, s.48
- Kuva 4.31 Päälinjan ja pientukkilinjan välinen alue, s.49
- Kuva 4.32 Alasärmän poikittaissiirto, s.50
- Kuva 4.33 Ei standardin mukaiset portaat, s.51

## **Taulukot**

Taulukko 1 Eri vaihtoehtojen vahvuudet ja heikkoudet suunnittelussa, s.15

Taulukko 2 Maalauksen ja kuumasinkityksen eroja korroosionsuojauksessa, s.17

Taulukko 3 Hitsauksen ja ruuviliitoksen vertailu, s.18

## Lähteet

1. UPM:n historia  
<http://www.upm.com/FI/UPM/UPM-Lyhyesti/Historia/Pages/default.aspx>  
Luettu 2.5.2012
2. Esittely\_Kaukaan saha\_2011\_FI-1
3. UPM:n Tilinpäätös vuodelta 2011  
[www.upm.com/FI/...ja.../Q42011ToimitusjohtajankatsausFINAL.pdf](http://www.upm.com/FI/...ja.../Q42011ToimitusjohtajankatsausFINAL.pdf)  
Luettu 2.5.2012
4. Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet.  
Osa 1: Kahden tason välisen kiinteän kulkutien valinta  
SFS-EN ISO 14122-1
5. Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet.  
Osa 3; Portaat, porrastikkaat ja suojakaiteet  
SFS-EN ISO 14122-3
6. Teollisuuden portaita (Oy Finnrasti AB)  
<http://www.finnrasti.fi> Luettu 7.5.2012
7. Tikkaat ja telineet (Witre)  
[http://www.witre.fi/tikkaat-telineet\\_c\\_MainI07.html](http://www.witre.fi/tikkaat-telineet_c_MainI07.html) Luettu 7.5.2012
8. Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet.  
Osa 4; Kiinteät tikkaat  
SFS-EN ISO 14122-4
9. Seinätikkaat selkäsuojuksella (Pro-tikkaat)  
<http://www.pro-tikkaat.fi/tuotteet/tikasjarjestelmat-teollisuuteen/seinatikkaat/seinatikkaat-selkasuojalla/> Luettu 7.5.2012
10. Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet.  
Osa 2; Työskentelytasot ja kulkutasot  
SFS-EN ISO 14122-2
11. Entop hoitotasot (Entop)  
<http://www.entop.fi/index.php?sivu=tuotteet> Luettu 7.5.2012
12. Suojakaiteet (Oy Finnrasti AB)  
<http://www.finnrasti.fi/default.asp?ID=racken3> Luettu 7.5.2012
13. Kuumasinkitys (Teknotyö)  
<http://teknotyo.fi/kuumasinkitys/mita+se+on/> Luettu 2.5.2012
14. Konedirektiivi  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:05:04:31989L0391:FI:PDF>  
Luettu 9.5.2012

15. Työtaturmien ehkäisy (Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto)  
[http://osha.europa.eu/fi/topics/accident\\_prevention/slips](http://osha.europa.eu/fi/topics/accident_prevention/slips) Luettu 27.4.2012
16. Työtaturmatilastot vuodelta 2009 (Tilastokeskus)  
[http://www.stat.fi/til/ttap/2009/ttap\\_2009\\_2011-11-30\\_kat\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ttap/2009/ttap_2009_2011-11-30_kat_001_fi.html) Luettu 27.4.2012