

AALTOPAHVIKONEEN VASTAANOTON
TYÖTURVALLISUUDEN
KEHITTÄMINEN

Stora Enso Packaging Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusoh-
jelma
Tuotantopainotteinen mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Tomi Pällo

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

PÄLLO, TOMI:

Aaltopahvikoneen vastaanoton
työturvallisuuden kehittäminen
Stora Enso Packaging Oy

Mekatroniikan opinnäytetyö, 50 sivua, 6 liitesivua

Kevät 2013

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön lähtökohtana oli Stora Enso Packaging Lahden tehtaan aaltopahvikone 1:n vastaanotossa, vuosien 1998 – 2012 välisenä aikana, tapahtuneiden työtapaturmien kartoittaminen ja tutkiminen. Tapaturmien syiden ja alkutekijöiden selvittämisen perusteella tavoitteena oli kehittää aaltopahvikone 1:n vastaanoton työturvallisuutta.

Työn teoriaosassa keskitytään työtapaturman määritelmään, työtapaturmien syntyketjuun, luokitteluun ja syihin sekä koneturvallisuus- ja työturvallisuuslakien velvoitteisiin ja vaatimuksiin.

Opinnäytetyön käytännön osuudessa oli tehtävänä tutkia millä keinoin aaltopahvikone 1:n vastaanottoa voi kehittää työturvallisemmaksi, ottaen huomioon työtavat ja koneen mekaaninen toiminta ja kunto.

Tämän opinnäytetyön tuloksena selvisi selkeitä korjaavia toimenpiteitä, joilla aaltopahvikoneen vastaanoton työturvallisuutta voidaan parantaa. Opinnäytetyö sisältää salassa pidettävän osan.

Avainsanat: työtapaturma, aaltopahvi, aaltopahvikone, työturvallisuus

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

PÄLLO, TOMI:

Improving the occupational safety of the
take-off of a corrugator
Stora Enso Packaging Oy

Bachelor's Thesis in Production Oriented Mechatronics, 50 pages, 6 pages of appendices

Spring 2013

ABSTRACT

The objective of this thesis was to study the accidents that happened in the take-off area of corrugator number 1 at Stora Enso Packaging Lahti Mill between years 1998 - 2012. By studying the root causes of these accidents the purpose was to improve the occupational safety in the take-off area.

In the theoretical part of the thesis the focus is on the definition of accident at work, the chain of events leading to the accidents, categorization of the accidents and on the root causes of accidents. Another focus is on the regulations of the Finnish machine safety and occupational health and safety laws.

In the practical part of the thesis the purpose was to study the means of how to improve the occupational safety in the take-off area, taking into account the work methods and overall conditions at take-off.

As a result of this thesis, clear targets for development were found, on how to improve the occupational safety of take-off. The thesis is partly secret.

Key words: accident at work, corrugated cardboard, corrugator, occupational safety

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Stora Enso Packaging Oy Lahden tehtaalle.

Opinnäytetyön valvojana toimi Lahden ammattikorkeakoulun puolesta Markus Halme. Haluan kiittää häntä kaikesta häneltä saamastani avusta ja neuvoista.

Stora Enso Packagingin puolesta opinnäytetyöni valvojana toimi tuotantopäällikkö Kari Haapaniemi. Häneltä saamani tiedot ja tuki käytännön asioiden järjestykseen olivat erittäin tärkeitä opinnäytetyöni tekemisen kannalta.

Lisäksi haluaisin kiittää kaikkia niitä Stora Enso Packaging Lahden tehtaan henkilöitä, jotka edesauttoivat tämän opinnäytetyön tekemisessä.

Lahdessa 9.4.2013

Tomi Pällo

Sanasto

HRC	Rockwellin kovuuskokeen mukainen asteikko, jossa C-asteikko on käytetyin ja sen käyttöalue on 20 - 70 HRC karkaistuille ja nuorrutetuille teräksille. Kokeessa käytetään timanttista painikärkeä mittausvoimalla 1471N. Kokeessa mitataan painauman syvyyttä.
LTA	Lost Time Accident, poissaoloa aiheuttanut tapaturma.
TRI	Total Recordable Incidents / Injury, kaikki tapaturmat.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TYÖTAPATURMA	2
2.1	Työtaturman määritelmä	2
2.2	Työtaturman syntyketju	3
2.3	Työtaturmien luokittelu	4
2.4	Työtaturmien syyt	7
2.5	Stora Enson turvallisuuskäsitteet	8
3	KONE- JA TYÖTURVALLISUUSLAINSÄÄDÄNTÖ	9
3.1	Koneturvallisuus	9
3.2	Työturvallisuus	10
4	STORA ENSO	13
4.1	Stora Enso Packaging	13
4.2	Stora Enso Packaging Lahden tehdas	14
5	AALTOPAHVIN PERUSRAKENNE	15
5.1	Aaltopahvin rakenne	15
5.2	Aallonkorkeudet	16
6	AALTOPAHVIKONEEN PERUSRAKENNE SEKÄ AALTOPAHVIN VALMISTUS	17
6.1	Aaltopahvikoneen perusrakenne	17
6.2	Aaltopahvin valmistus	18
6.3	Aaltopahvikoneen eri yksiköt	19
6.3.1	Rullapukit	19
6.3.2	Rullanvaihtaja	19
6.3.3	Esilämmittäjät	20
6.4	Aallotusprosessi	20
6.4.1	Aallotustelat	20
6.4.2	Aallotuskartongin ohjaus	22
6.4.3	Liimalaitteisto	22
6.4.4	Puristuskita	23
6.4.5	Silta	23
6.4.6	Liimausyksikkö	24
6.4.7	Arina	24

6.4.8	Tilauksenvaihtoleikkuri	25
6.4.9	Pituusleikkuri	25
6.4.10	Poikkileikkuri	26
6.4.11	Vastaanottolaitteisto	27
6.4.12	Valvomo	28
7	AALTOPAHVIKONE 1:N VASTAANOTTO	29
7.1	Salattu	29
8	VASTAANOTON TYÖTAPATURMAT	30
8.1	Salattu	30
8.1.1	Salattu	30
8.1.2	Salattu	30
8.1.3	Salattu	30
8.1.4	Salattu	30
8.1.5	Salattu	30
8.1.6	Salattu	30
8.1.7	Salattu	30
8.1.8	Salattu	30
9	YHTEENVETO	31
	LÄHTEET	32
	LIITEET	34

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää ja parantaa Stora Enso Packaging Lahden tehtaan aaltopahvikone 1:n vastaanoton työturvallisuutta tutkimalla vastaanotossa vuosina 1998 - 2012 tapahtuneita työtapaturmia. Opinnäytetyö on osa Stora Enso Packaging Oy:n jatkuvaa työturvallisuuden kehittämistyötä. Viime vuosina Stora Enso-konsernissa työturvallisuus on nostettu tärkeimmäksi asiaksi ja työturvallisuuden kehittämiseen ja työsuojeluun kiinnitetään erityistä huomiota.

Opinnäytetyö on rajattu aaltopahvikone 1:n vastaanotossa sattuneisiin työtapaturmiin ja niiden juurisyiden selvittämiseen. Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda esille selkeitä parannusehdotuksia, joilla voidaan kehittää vastaanoton työturvallisuutta.

2 TYÖTAPATURMA

Vuonna 2011 Suomessa sattui 138 264 työtapaturmaa, joista 131 371 sattui palkansaajille ja 6 893 yrittäjille. Palkansaajille vuonna 2011 sattuneista työtapaturmista 108 648 tapahtui työssä tai työstä johtuneista olosuhteista ja 22 723 kodin ja työpaikan välisellä matkalla. Yrittäjille vastaavasti sattui 6276 työpaikkatapaturmaa ja 618 työmatkatapaturmaa. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto TVL 2012.)

2.1 Työtapaturman määritelmä

Työsuojelusanastossa työtapaturma on määritelty äkilliseksi ja tahattomaksi ruumiinvamman aiheuttavaksi tapahtumaketjuksi. Työtapaturman käsite on määritelty tapaturmavakuutuslaissa. Tapaturmavakuutuslain (608/1948) 4 §:n määritelmän mukaan työtapaturma on tapahtuma, joka on ennalta arvaamatta, äkillisesti ja ulkoisen tekijän myötä aiheuttanut vamman tai sairauden. Ennalta arvaamattomuudella tarkoitetaan, että tapaturma tapahtuu työntekijän tahtomatta eli se on yllättävä ja odottamaton tapahtuma. Äkillisyydellä tarkoitetaan tapaturmaan johtaneen tapahtuman yhtäkkisyyttä ja nopeutta. Ulkoisella tekijällä tarkoitetaan tapaturmassa vahingoittuneesta riippumattonta tekijää, joka aiheuttaa vahingon tai vamman, esimerkiksi päälle kaatuva esine tai liukas kulkutie. (Laitinen, Vuorinen & Simola 2009, 62; Työsuojeluhallinto2013.)

Työtapaturman tulee tapahtua joko työssä tai työstä johtuvista olosuhteista eli työpaikalla tai siihen kuuluvalla alueella, matkalla kodista työpaikalla tai päinvas-toin tai työntekijän ollessa työnantajan asioilla. Myös työntekijälle yrittäessään varjella tai pelastaessaan työnantajansa omaisuutta tai työtoimintansa yhteydessä pelastaessaan ihmishenkeä sattunut tapaturma korvataan työtapaturmana. Myös vamma, joka on syntynyt lyhyenä, enintään yhden vuorokauden aikana ja jota ei korvata ammattitautina, korvataan työtapaturmana. (Työsuojeluhallinto, 2013.)

2.2 Työtapaturman syntyketju

Työtapaturman syntyketju voidaan jakaa ajallisesti eteneviin vaiheisiin. Usein käytetty tapa on jakaa syntyketju neljään eri vaiheeseen (kuvio 1).

Työtapaturman syntyketjun vaiheiden nelijako:

1. Edeltävä vaihe.

Vaihe sisältää yhden tai useamman erillisiä tai toisiinsa kytkeytyneitä suunnittelusta poikkeavia tapahtumia. Näitä tapahtumia voivat olla esimerkiksi poikkeamat teknisissä laitteissa tai ihmisten toiminnassa ja organisaatiossa. Kyseessä olevan poikkeaman tai poikkeamien johdosta tilanne kehittyy hallitsemattomaan suuntaan. (Laitinen ym. 2009, 63-64.)

2. Energian purkautuminen

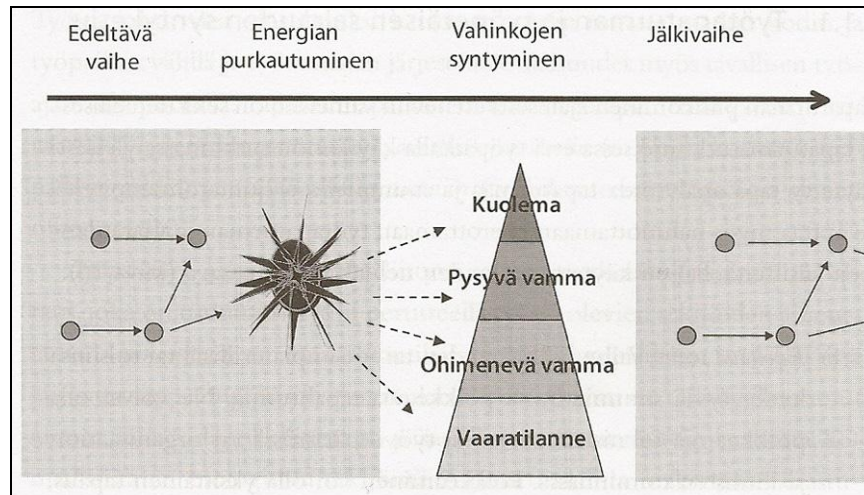
Toisessa vaiheessa tapahtuu suunnittelematon aineen tai energian purkautuminen, joka kohtaa tai joka voisi kohdata ihmisen. Energian purkautumisia voi olla useita erilaisia, mutta kyseinen vaihe on yleensä nopea ja ihmisen vaikutusmahdollisuudet siihen ovat hyvin usein rajalliset. (Laitinen ym. 2009, 64.)

3. Vahinkojen syntyminen

Kun energia kohdistuu ihmiseen sekä mahdollisesti esineisiin tai ympäristöön, syntyy eriasteisia vahinkoja, jotka riippuvat energian laadusta ja määrästä. Vahinkotapahtumia voi muodostua useita samaan aikaan tai niitä voi olla useita peräkkäin. Esimerkiksi henkilönsuojainten käytöllä tai suojaustekniikan ansiosta vahingoilta voidaan välttyä. (Laitinen ym. 2009, 64.)

4. Jälkivaihe

Vammojen vakavuudesta tai laadusta riippuen henkilö hoitaa vammat itse tai haakeutuu hoitoon, järjestetään ensiapu sekä sairaanhoito, korjataan muut vahingot, jonka jälkeen toiminta palautetaan normaaliksi (Laitinen ym. 2009, 64.).



KUVIO 1. Työtapaturman vaiheet ja ajallinen eteneminen (Laitinen ym. 2009, 64)

2.3 Työtapaturmien luokittelu

Työtapaturmia on erilaisia niin työtapaturmaa edeltäneiden vaiheiden määrän ja laadun, vahinkoenergian määrän ja laadun kuin aiheutuneiden vahinkojenkin suhteen. Yleisimpiä luokitteluperusteita ovat muun muassa vammautunut kehonosa, vamman laatu, vamman aiheuttaja, vahingon synty tapa ja edeltävät poikkeamat. (Laitinen ym. 2009, 66.)

Suomen kansallisessa työtapaturmatilastossa sovelletaan EU:n tilastoviraston luokituksia, joissa luokitellaan erikseen muun muassa vammautumista edeltänyt poikkeama, vahingoittumistapa ja vahingon välitön aiheuttaja (ESAW-luokitukset, TVL). (Laitinen ym. 2009, 66.)

Vamman aiheuttaneen energian merkitys on keskeinen, sillä siitä määräytyy minikälaisia vammoja sekä muita mahdollisia vahinkoja voi aiheutua (taulukko 1). Vamman aiheuttavia energioita voivat olla esimerkiksi liike-energia, lämpöenergia, paine, sähköenergia ja säteily. Vamman aiheuttajana voi olla mekaaninen liike-energia, joka voi olla kehon omaa liikettä esimerkiksi joko kaatuessa tai pudotessa. Liike-energiasta aiheutuvan vamman voi aiheuttaa myös ulkopuolisen esineen, kuten koneenosan tai kulkuvälineen liike. Tuki- ja liikuntaelimestön ylikuormitus voi myös aiheuttaa vamman, esimerkiksi taakkaan nostettaessa tai siir-

rettäessä. Pidemmän altistuksen kuluessa nämä samat aiheuttajat voivat johtaa sairauden syntymiseen. (Laitinen ym. 2009, 66.)

TAULUKKO 1. Yleisimmät vamman tai sairauden aiheuttajat ja niihin liittyviä tapaturmien ja sairauksien tyyppiä. (Laitinen ym. 2009, 67)

Vamman tai sairauden välitön aiheuttaja	Tapaturmatyyppi	Sairauden tyyppi
Kehon oma liike-energia sen osuessa paikallaan olevaan kohteeseen	Henkilön kaatuminen Henkilön putoaminen Satuttaminen esineisiin tai työkaluihin	
Esineen liike-energia sen osuessa kehoon	Esineen putoaminen Konetapaturma, liikkuva koneenos Kuljetusvälinetapaturma, liikenneonnettomuus Esineen lentäminen Muu esineen liikkuminen	Tärinän aiheuttama ammattitauti
Tuki- ja liikuntaelimestön ylikuormitus	Äkillinen yllärasitus, venähdys, revähdys, nyrjähdys	Tuki- ja liikuntaelinten rasisairaus, esim. jännetupentulehdus tai olkaluun sivunastan tulehdus
Lämpöenergia, säteily	Kylmyyden, kuumuuden tai säteilyn aiheuttama vammautuminen	Säteilyn aiheuttama sairaus
Sähköenergia	Sähkötapaturma	
Paine	Räjähdys Sukeltajantauti	Melun aiheuttama kuulon pysyvä heikentyminen
Kemiallinen aine	Räjähdys, tulipalo, vuoto Äkillinen myrkytys, tukehtuminen	Ammatti-ihottuma, allergia, astma, pölykeuhko, syöpä
Biologiset tekijät: bakteeri, virus, home		Homepölykeuhko, tuberkuloosi
Psykososiaaliset tekijät	Äkillinen henkinen rasitus, aiheuttajana esimerkiksi vakava onnettomuus tai uhkatilanne	Työuupumus (masennus)

Yleisimmät työtapaturmat, jotka muodostavat 80 prosenttia kaikista työtapaturmista, ovat satuttamiset esineisiin, kaatumiset, äkilliset yllärasitusvammat sekä roskan joutuminen silmään. Kuolemaan tai pysyviin vammoihin johtavat työtapaturmat poikkeavat yleisimmistä lievista työtapaturmista sekä tapaturmatyyppien että tapahtumahetkellä tehdyn työtehtävän perusteella. Noin 80 prosenttia kuole-

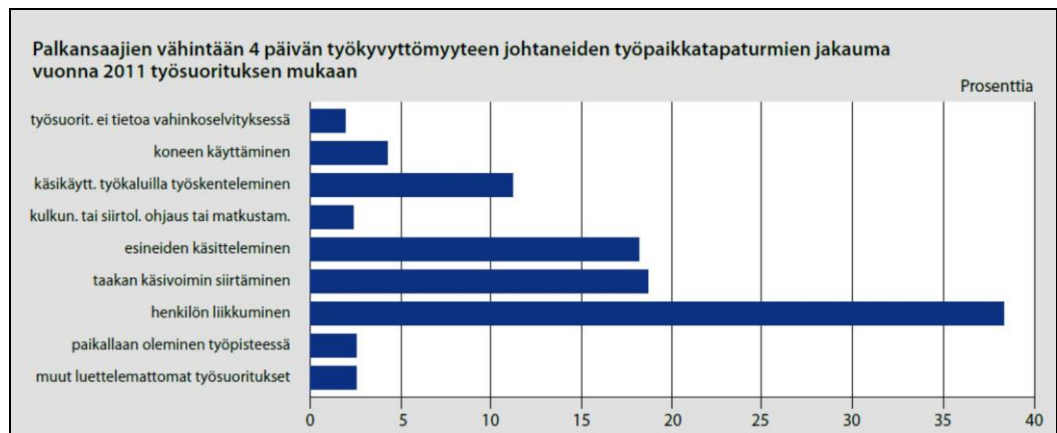
maan johtavista työtapaturmista ja pysyvistä vammoista aiheutuu viidestä eri tapaturmatyypistä, jotka ovat: henkilön putoaminen, ajoneuvotapaturma, henkilön kaatuminen, esineen putoaminen ja konetapaturma. Taulukoissa 2 ja 3 on kuvattu yleisimmät tapaturmatyypit ja tapahtumahetken työsuoritukset työtapaturman vakavuuden mukaan. (Laitinen ym. 2009, 67-68.)

Yleisimmät aaltopahviteollisuudessa tapahtuvat työtapaturmat aiheutuvat materiaalien käsittelystä, kaatumisista ja putoamisista tai liikkuvasta koneen osasta. (Pinnington, 2006, 280.)

TAULUKKO 2. Yleisimmät tapaturmatyypit ja tapahtumahetken työsuoritukset työtapaturman vakavuuden mukaan (Laitinen ym. 2009, 69)

	Tapaturmatyyppi	Työsuoritus
Kuolemantapaukset	Ajoneuvotapaturma 28 % Putoaminen 27 % Esineen putoaminen 16 % Konetapaturma 6 % Kaatuminen 6 %	Kulkuneuvolla liikkuminen 30 % Liikkuminen jalan 25 % Koneen käyttäminen 13 % Työ käsityökaluilla 10 %
Pysyvät vammat	Putoaminen 29 % Kaatuminen 22 % Konetapaturma 10 % Ajoneuvotapaturma 10 % Esineen putoaminen 8 %	Liikkuminen jalan 47 % Esineiden käsitteleminen 12 % Taakan siirtäminen käsin 10 % Koneen käyttäminen 9 % Työ käsityökaluilla 7 %
Kaikki tilaston työtapaturmat	Satuttaminen esineisiin 27 % • työkaluihin 7 % • rakenteisiin 6 % • muihin esineisiin 14 % Kaatuminen 20 % Äkillinen ylläsurus 13 % Esineen tai pölyn lentäminen 8 %	Liikkuminen jalan 32 % Esineiden käsitteleminen 21 % Taakan siirtäminen käsin 18 % Työ käsityökaluilla 16 % Koneen käyttäminen 6 %

TAULUKKO 3. Palkansaajien neljän päivän työkyvyttömyyteen johtaneiden työpaikkatapaturmien jakauma vuonna 2011 työsuorituksen mukaan. (Tapaturmava-
kuutuslaitosten liitto TVL 2013)



2.4 Työtapaturmien syyt

Työtapaturmien syntyä on kuvattu ja selitetty monilla eri tavoilla, mutta selitykset (teoriat ja mallit), joita voidaan esittää myös ammattitautien ja muiden työperäisten sairauksien syistä, voidaan jakaa neljään eri pääryhmään:

- *Kohtalo tai sattuma määrää, milloin tapaturma sattuu.*
 - *Vaarallisten energioiden olemassaolo ja epäergonomisuus aiheuttavat tapaturmat.*
 - *Ihmisten ominaisuudet ratkaisevat: joillekulle sattuu tapaturmia enemmän kuin muille.*
 - *Puutteet organisaation toiminnassa aiheuttavat tapaturmia.*
- (Laitinen ym. 2009, 83.)

Mikään edellä mainituista syistä ei kuitenkaan yksin kykene selittämään kaikkia työtapaturmia, ja täten myös tapaturmien torjumiseksi tarvitaan monipuolisia toimenpiteitä. (Laitinen ym. 2009, 84.)

2.5 Stora Enson turvallisuuskäsitteet

Onnettomuus on ulkoinen, äkillinen, odottamaton tapahtuma tai tapahtumaketju, joka aiheuttaa vamman, sairauden tai kuoleman. Stora Enson määritelmän mukaan vakava onnettomuus on onnettomuus, joka aiheuttaa pysyvän vamman tai kuoleman.

Turvallisuuspoikkeama on ulkoinen, äkillinen, odottamaton tapahtuma tai tapahtumaketju, joka aiheuttaa tai voi aiheuttaa vamman, sairauden tai kuoleman (onnettomuudet sekä vaaratilanteet).

Stora Enson määritelmän mukaan poissaoloa aiheuttava tapaturma (LTA) on onnettomuus, joka aiheuttaa sairausloman, joka jatkuu tapahtumapäivän jälkeen

Lääketieteellistä hoitoa vaativat tapaturmat (TRI) ovat kaikki onnettomuudet, joista jää tieto viralliseen rekisteriin (lääkäri/terveydenhoitaja käynti) aiheuttipa ne sairauslomia tai ei.

3 KONE- JA TYÖTURVALLISUUSLAINSÄÄDÄNTÖ

3.1 Koneturvallisuus

Koneiden suunnittelusta ja valmistamisesta säädetään laissa eräiden teknisten laitteiden vaatimuksenmukaisuudesta (1016/2004) eli niin sanottu konelaisissa sekä valtioneuvoston asetuksessa koneiden turvallisuudesta (400/2008) eli niin sanottu koneasetuksessa. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta pohjautuu Euroopan unionin direktiiviin (2006/42EY) eli niin sanottuun konedirektiiviin. (Siirilä & Kerttula 2009, 13; Työsuojeluhallinto, 2013.)

Koneiden ja laitteiden turvallisuuteen voidaan vaikuttaa parhaiten jo heti niiden suunnitteluvaiheessa. Lainsäädäntö edellyttää, että koneen valmistaja huomioi turvallisuuden koneen suunnitteluvaiheessa. Lähtökohtaisesti kone tulee suunnitella niin turvalliseksi, ettei suojuksia ja turvalaitteita tarvita. Mikäli tässä ei onnistuta, on koneen valmistajan mietittävä koneen vaarakohdan suojaamiseksi turvalaiteratkaisuja. Jos turvalaitteilla ja suojuksilla ei pystytä kaikkia vaaroja poistamaan, tulee koneen valmistajan varoittaa näistä vaaroista ja koneen käyttöohjeissa kehottaa käyttämään henkilönsuojaimia. (Siirilä & Kerttula 2009, 12.)

Koneen valmistajan tulee osoittaa vaatimusten mukaisuus. Lain eräiden teknisten laitteiden vaatimuksenmukaisuudesta mukaan koneen voidaan katsoa olevan sitä koskevien vaatimusten mukainen, jos koneen valmistaja on antanut vaatimustenmukaisuudesta asianmukaisen vakuutuksen ja tehnyt koneeseen sitä koskevan merkinnän tai koneen vaatimustenmukaisuus on muulla tavalla osoitettu. (Työsuojeluhallinto 2013.)

Koneen valmistajan on, ennen koneen myymistä tai käyttöönottoa, kiinnitettävä koneeseen CE-merkintä osoituksena siitä, että kone täyttää koneasetuksen vaatimukset sekä konetta mahdollisesti koskevat direktiivit tai vastaavat kansalliset säädökset. CE-merkintä tulee kiinnittää koneeseen pysyvällä tavalla. (Siirilä & Kerttula 2009, 22-23.)

Markkinoille luovutettua konetta edelleen luovutettaessa on koneen luovuttajan varmistettava, että kone on turvallisuuden kannalta vaatimustenmukainen, kuten se oli markkinoille luovutettaessa. Jos koneeseen on tehty olennaisia turvallisuuden vaikuttavia muutoksia tai sen käyttötarkoituksen vastaisia muutoksia, käsitellään sitä tällöin uutena laitteena. (Työsuojeluhallinto 2013.)

Työturvallisuuslain 8 §:n periaatteen mukaan jo käytössä olevien koneiden turvallisuustasoa on parannettava sitä mukaa, kun käyttöön tulee uusia parempia turvallisuusratkaisuja ja tekniikka kehittyy. Käytössä olevien koneiden turvallistamisessa noudatetaan kolmiaskelmaista ensisijaisuusjärjestystä:

1.) Mahdolliset riskit poistetaan turvallisuussuunnittelun ja rakenteellisten keinojen avulla. Vaarat poistetaan koneen tai työvälineen rakenteeseen tai ympäristöön liittyvillä toimenpiteillä.

2.) Jos kohdassa 1 mainituilla tavoilla riskejä ei saada kokonaan poistettua tai vähennettyä, käyttöön otetaan suojaustekniikka.

3.) Viimeisenä keinona tulee turvautua esimerkiksi turvamerkintöihin, henkilönsojaimiin, opastukseen tai varoituslaitteisiin.

(Siirilä & Kerttula 2009, 24-25.)

3.2 Työturvallisuus

Työnantajaa velvoittavat työolosuhteita koskevat säädökset. Yleiset työpaikalla noudatettavat velvoitteet ja tavoitteet asettaa EU:n työsuojelun puitedirektiivi (89/391/ETY), jota Suomessa pääosin vastaa työturvallisuuslaki (738/2002). Näiden lisäksi EU:lla on noin 20 työpaikkojen vähimmäisolosuhteita koskevaa direktiiviä, jotka on Suomessa laitettu täytäntöön valtioneuvoston päätöksillä ja asetuksilla. (Laitinen ym. 2009, 130-131.)

Työturvallisuuslain tarkoituksena on parantaa työolosuhteita ja työympäristöä työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi. Lisäksi työturvallisuuslain tarkoituksena

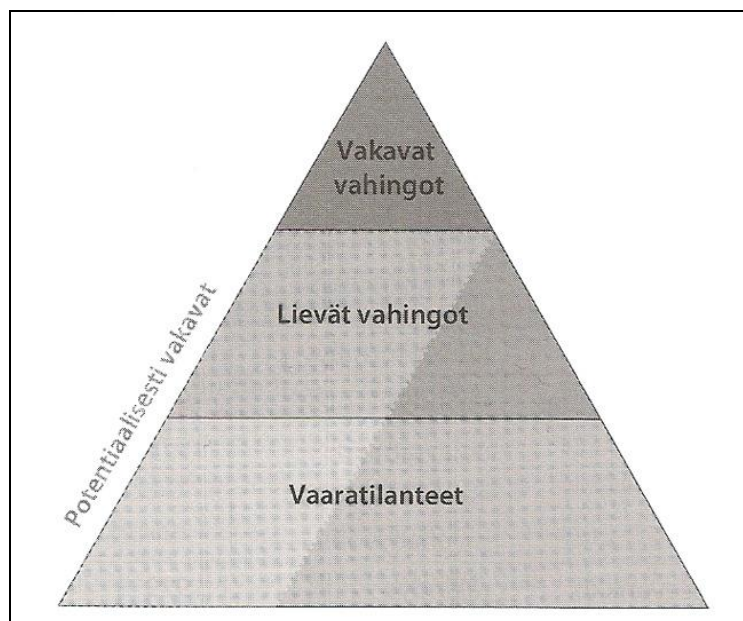
on ylläpitää työntekijöiden työkykyä sekä ennaltaehkäistä ja torjua työtapaturmia ja ammattitauteja. Työturvallisuuslaissa on myös säädetty työolosuhteille asetettuja vaatimuksia, työnantajan ja työntekijän yleiset velvollisuudet, työntekijän oikeudet sekä työnantajan ja työntekijän yhteistoimintaa. Myös työnantajan työturvallisuuden ja -terveyden johtamistoimintaan liittyviä keskeisimpiä vaatimuksia on säädetty työturvallisuuslaissa. (Aadeli, Aalto, Myllymäki Pekkarinen, Poutala, Rinta-Rahko & Suurnäkki 2009, 8-9; Laitinen ym. 2009, 131.)

Työturvallisuuslain velvoitteiden mukaan työssä saadaan käyttää vain sellaisia työvälineitä, koneita ja laitteita, jotka ovat niitä koskevien vaatimusten mukaisia. Niiden tulee olla kyseiseen työhön ja työolosuhteisiin sopivia sekä tarkoituksenmukaisia. Koneiden ja laitteiden oikeanlaisesta asennuksesta, kuten myös tarpeellisista suojalaitteista sekä merkinnöistä, on huolehdittava. Niistä ei saa aiheutua vaaraa tai haittaa niillä työskenteleville työntekijöille tai muille työpaikalla oleville henkilöille. Koneen tai laitteen vaara-alueelle pääsyä on rajoitettava niiden sijoituksen, rakenteen, turvalaitteiden tai suojusten avulla tai muulla tavalla. (Malm & Viljanen, 2003, 23.)

Työturvallisuuslaki velvoittaa työturvallisuuden ja terveyden ennaltaehkäisevää toimintaa sekä työolosuhteiden jatkuvaa seurantaa ja parantamista sekä vaarojen tunnistamista sekä niiden poistamista. Työturvallisuuslain (738/2002) 10 §:n mukaan työnantajan on työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työstä, työtilasta, työympäristöstä ja -olosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät. Jos haitta- ja vaaratekijöitä ei voida poistaa, on niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle arvioitava. (Aadeli ym. 2009, 8-9.)

Työn vaarojen ja haittojen tunnistamista kutsutaan yleisesti riskien arvioinniksi. Riskien arvioinnin tulosten pitää olla todennettavissa ja saatavilla kaikille työntekijöille. Riskien arvioinnin tuloksia ja tietoja voidaan käyttää apuna muun muassa työpaikan työsuojaohjelman laadinnassa, työnopastus- ja työohjeiden teossa. Riskien arviointia tulee myös suorittaa muutostilanteissa, kuten toiminnan luonteen muuttuessa ja henkilöstömuutoksissa. (TTK 2013.)

Tapaturmatutkimuksen edelläkävijä H. W. Heinrich on esittänyt jo 1930-luvulla väittämän, jonka mukaan mikä tahansa lievistä tapaturmista tai vaaratilanteista voi toistuessaan johtaa vakavaan vammaan tai jopa kuolemaan. Heinrich esitti tapaturma-vaaratilannekolmion, jossa kolmion huipulla on pieni määrä kuolemaan johtavia tapaturmia, alempana suurempi määrä lieviä tapaturmia ja alimpana runsas määrä vaaratilanteita (kuvio 2). Heinrichin tutkimusten mukaan tärkeää on suunnata torjuntatoimenpiteet myös kolmion alimman osan tapahtumiin. Eli ennakoiiva työturvallisuustyö on erittäin tärkeää ja kaikki vaaratilanteet tulee tutkia sekä miettiä ja toteuttaa korjaavat toimenpiteet. (Laitinen ym. 2009, 71-72.)

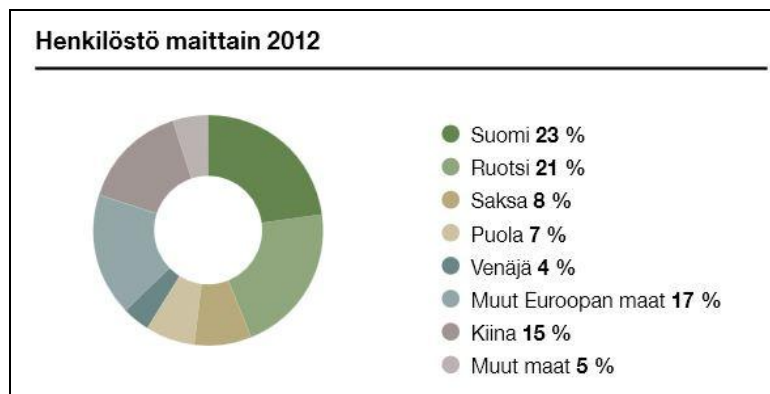


KUVIO 2. Tapaturma-vaaratilanne kolmio (Laitinen ym. 2009, 73.)

4 STORA ENSO

Stora Enso on yksi maailman johtavista metsäteollisuuden alan yhtiöistä, jonka palveluksessa on noin 28 000 työntekijää ja tuotantoyksiköitä sillä on yli 35 maassa. Taulukossa 4 on esitetty Stora Enson henkilöstön jakautuminen maittain.

TAULUKKO 4. Stora Enson henkilöstön jakautuminen maittain (Stora Enso Rethink, Stora Enso Tiedot & luvut 2012, 3.)



Stora Enson liikevaihto vuonna 2012 oli 10,8 miljardia euroa. Stora Enson osakkeet noteerataan Helsingin ja Tukholman arvopaperipörsseissä. Konsernin liiketoiminta-alueet jaetaan neljään ryhmään, jotka ovat Printing and Reading, Biomaterials, Building and Living ja Renewable Packaging. (Stora Enso Rethink, Stora Enso Tiedot & luvut 2012, 3-5.)

4.1 Stora Enso Packaging

Stora Enso Packaging kuuluu Renewable Packaging -liiketoiminta-alueeseen. Renewable Packaging liiketoiminta-alueen tuotantoyksiköt sijaitsevat Suomessa, Ruotsissa, Espanjassa, Itä- ja Keski-Euroopassa, Kiinassa, Intiassa sekä Pakistanissa. Stora Enso Packaging Suomen tehtaat sijaitsevat Lahdessa, Heinolassa, Ruovedellä ja Kristiinankaupungissa, ja niissä valmistetaan aaltopahvia, aaltopahvipakkauksia kuluttajapakkaus- ja kuljetuspakkauksia. Stora Enso Packaging Suomen tehtailla on työntekijöitä noin 450.

4.2 Stora Enso Packaging Lahden tehdas

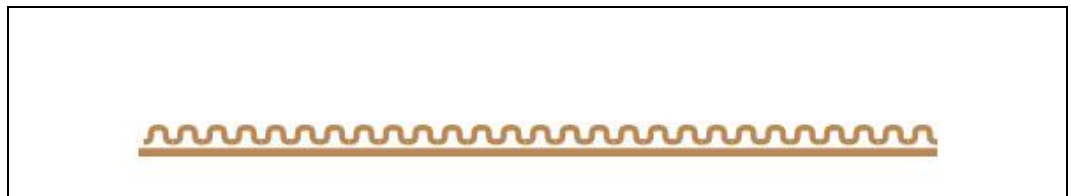
Stora Enso Packaging Lahden tehtaalla aaltopahvia valmistetaan yhdellä aaltopahvikoneella sekä yksipuoleista aaltopahvia yhdellä yksipuoleisen aaltopahvin rullauskoneella. Aaltopahvi jatkojalostetaan Lahden tehtaalla flexo-painotekniikkaa hyödyntävillä tasostanssauskoneilla. Lisäksi Lahden tehtaalla on kartonkisia vuokia elintarviketeollisuuteen valmistava DeLight Solution-yksikkö. Lahden tehtaalla työntekijöitä on noin 170.

5 AALTOPAHVIN PERUSRAKENNE

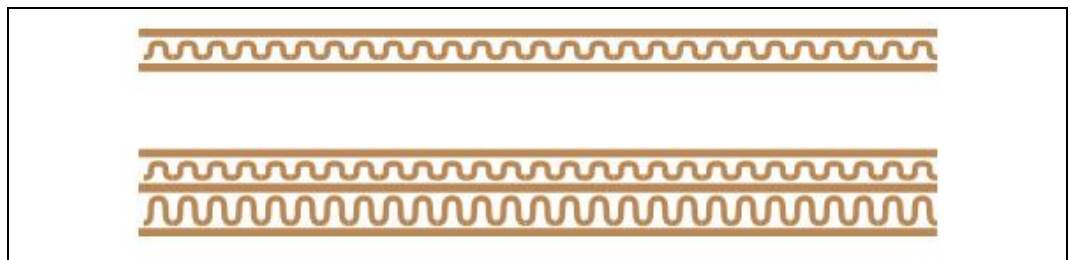
Aaltopahvi on Suomen ja maailman eniten käytetty pakkausmateriaali, jonka kierätysaste oli Suomessa vuonna 2008 92 %. Aaltopahvi muodostuu yhdestä tai useammasta aallotetusta kartongista sekä yhdestä tai useammasta pintakartongista. Kartongit on liimattu toisiinsa aallonharjojen ja pintakartonkien kosketuskohdista. Aallotettua kartonkia kutsutaan aallotuskartongiksi (fluting) ja pintakartonkeja kutsutaan lainereiksi (liner). Aaltopahvi valmistetaan aaltopahvikoneella, jota voidaan kutsua tuotantolinjaksi, joka käyttää kartonkirullia ja tärkkelysliimaa raaka-aineinaan ja tekee niistä aaltopahviarkkeja.

5.1 Aaltopahvin rakenne

Yksipuolinen aaltopahvi koostuu kahdesta kerroksesta, pintakerroksesta ja aallotuskartonkikerroksesta (kuvio 3). Kaksipuoleinen yksiaaltoinen aaltopahvi koostuu kolmesta kerroksesta, kahdesta pintakartongista ja yhdestä aallotuskartongista. Kaksipuoleinen kaksiaaltoinen aaltopahvi koostuu samoista kartonkikerroksista, kuin edellinenkin ja siihen on vielä lisätty vielä yksi aallotuskartonkikerros ja pintakartonkikerros (kuvio 3). Myös kolmiaaltoista aaltopahvia valmistetaan. (Laakso & Rintamäki 2003, 14-15; FEFCO, 2013.)



KUVIO 3. Yksipuolinen aaltopahvi (Suomen aaltopahviyhdistys 2013)



KUVIO 4. Kaksipuoleinen aaltopahvi ja kaksipuoleinen kaksiaaltoinen aaltopahvi (Suomen aaltopahviyhdistys 2013)

5.2 Aallonkorkeudet

Aaltopahvin paksuuteen vaikuttaa ensisijaisesti käytetyn aaltoprofiilin aallonkorkeus ja käytettyjen kartonkien paksuudet. Aaltoprofiileja on useita, joista käyttötarkoitukseen voidaan valita sopivin käyttökohteen ja haluttujen ominaisuuksien mukaan (taulukko 5). Aaltoprofiilien nimitykset ovat muotoutuneet käyttöönottojärjestyksessä. (Laakso & Rintamäki 2003, 15.)

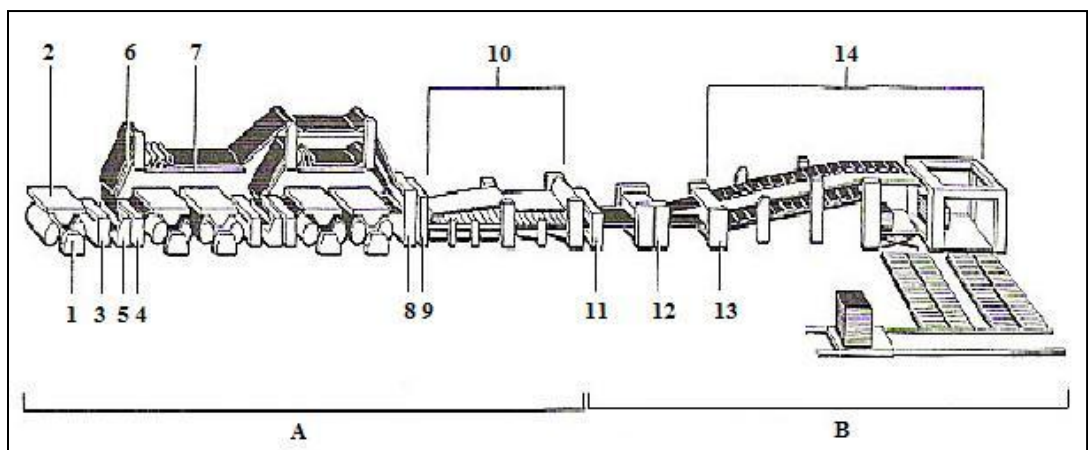
TAULUKKO 5. Aaltotyyppien ominaisuudet (Suomen aaltopahviyhdistys 2013)

Aaltotyyppi	Aallonkorkeus	Paksuus	Aaltoa/m
G- ja N-aallot (mikroaallot)	n. 0,5mm	n. 0,8mm	550
F-aalto (mikroaalto)	n. 0,7mm	n. 1,0mm	450
E-aalto (miniaalto)	n. 1,2mm	n. 1,5mm	300
B-aalto	n. 2,6mm	n. 3,0mm	150
C-aalto	n. 3,8 mm	n. 4,0mm	130
BC eli kaksiaaltainen		n. 7,0 mm	

6 AALTOPAHVIKONEEN PERUSRAKENNE SEKÄ AALTOPAHVIN VALMISTUS

6.1 Aaltopahvikoneen perusrakenne

Aaltopahvikone jaetaan tyypillisesti kahteen osaan, joita kutsutaan märäksi ja kuivaksi pääksi. Nämä nimitykset tulevat paperi- ja kartonkikoneiden vastaavista nimityksistä. Märässä päässä tapahtuu aallotuskartongin aallotus sekä sen ja pintakartonkien yhteen liimaus tärkkelysliimalla. Kuivassa päässä muodostunut aaltopahvi kuivatetaan ja leikataan pituus- ja poikkileikkureilla oikean mittaisiksi arkeiksi, minkä jälkeen ne pinotaan vastaanottolaitteilla aaltopahvipinoiksi. Nykykaisen aaltopahvikoneen ajonopeus vaihtelee 200 m/min yli 300 m/min ja parhaimmillaan jopa yli 400 m/min. Suurin osa aaltopahvikoneista on leveydeltään 2,5 metriä. Yhden vuoron (8 h) aikana aaltopahvikone tuottaa pahvia keskimäärin 235 200 m². Tuotettu aaltopahvimäärä on pituudeltaan noin 96 km ja painoltaan noin 141 100 kg, kun ajon keskinopeus on ollut 200 m/min, ajossa on käytetty 2450 mm leveää kartonkia ja kartonkien neliöpaino on ollut 200 g/m². Aaltopahvikoneella työskentelee perinteisesti yhdessä vuorossa 7-8 työntekijää. Kuviossa 5 on esitetty yksinkertaistettu aaltopahvikoneen rakenne. (Laakso & Rintamäki 2003, 33-34.)



KUVIO 5. Aaltopahvikoneen perusrakenne (Laakso & Rintamäki 2003, 33)

Märkä pää (A)

1. Rullapukki
2. Rullanvaihtaja
3. Pintakartongin esilämmitin
4. Aallotuskartongin esilämmitin
5. Aallottaja
6. Ylösvetokuljetin
7. Silta
8. Esilämmittimet
9. Liimausyksikkö

Kuiva pää (B)

10. Arina
11. Tilauksenvaihtoleikkuri
12. Pituusleikkuri
13. Poikkileikkuri
14. Vastaanottolaitteet

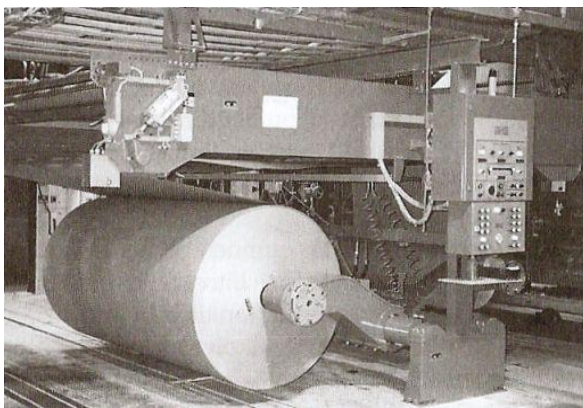
6.2 Aaltopahvin valmistus

Kartonkirullalta purkautuva aallotuskartonki ensin lämmitetään esilämmityssylinterillä, kostutetaan höyryllä ja aallotetaan aallotustelojen välissä. Samanaikaisesti aallottajan toisella puolella rullalta puretaan pintakartonkia, joka myös esilämmitetään ja puristetaan aallotuskartongin aallonharjoihin liimalla kiinni. Näin syntyy yksipuolinen aaltopahvirata, joka laskostetaan ylös sillalle. Tämä yksipuolinen aaltopahvirata ohjataan esilämmityksen kautta liimausyksikölle, jossa aallotuskartongin toisille aallonharjoille levitetään liima. Tässä vaiheessa esilämmitetty kolmas kartonkirata liitetään yksipuolista rataa vasten arinaosalla, jolloin lopullinen jäykkä aaltopahvirakenne muodostuu. Arinan jälkeen rata johdetaan pituusleikkurille, jossa siihen voidaan tehdä nuuttauksia ja samalla rata leikataan useammaksi osaksi. Lisäksi rata leikataan reunoilta tasaiseksi. Seuraavaksi radat johdetaan poikkileikkurille, joka leikkaa radat määrätyn pituisiksi arkeiksi. Valmiit arkit pinotaan vastaanottolaitteilla, joista arkipinot siirretään välivarastoon odottamaan jalostamista. Vaikka aaltopahvikone muodostaa yhden prosessin, se koostuu kuitenkin erillisistä työvaiheista. Aaltopahvikoneen eri yksiköiden voidaan katsoa olevan itsenäisiä koneita. (Laakso & Rintamäki 2003, 34.)

6.3 Aaltopahvikoneen eri yksiköt

6.3.1 Rullapukit

Pinta- ja aallotuskartonkien aukirullaamiseen käytetään rullapukkeja. Rullapukki on teline, johon on sijoitettu kaksi rullaa (kuvio 6). Toista näistä rullista puretaan ja toista valmistellaan odottamaan rullanvaihtoa. Täysikokoinen kartonkirulla voi painaa yli neljä tonnia. (Laakso & Rintamäki, 2003, 34-35.)



KUVIO 6. Rullapukki ja sen yläpuolella rullanvaihtaja (Laakso & Rintamäki, 2003, 35.)

6.3.2 Rullanvaihtaja

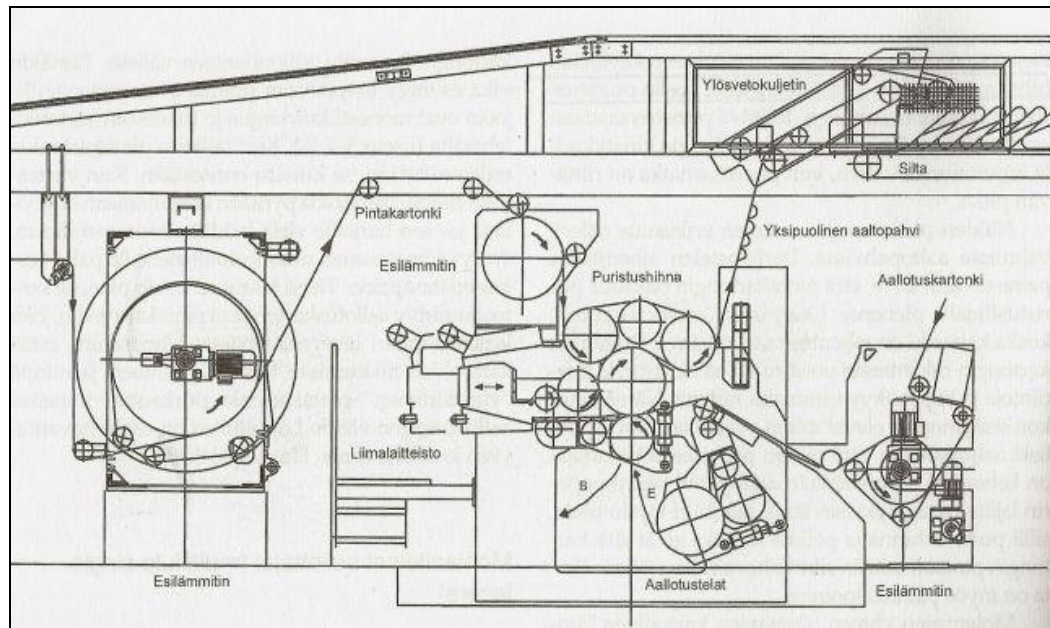
Kun rullapukissa pyörivä kartonkirulla on loppumassa, suoritetaan rullanvaihto eli ryhdytään käyttämään uutta rullaa. Nykyaikaisella rullanvaihtajalla (kuvio 6) vaihto tapahtuu täysin automaattisesti koneen täydellä ajonopeudella. Kun vaihtohetki tapahtuu, ensin pysäytetään pyörivä kartonkirulla lukitsemalla rullapukin jarrut. Samanaikaisesti liitântäyksikkö puristaa uuden radan kaksipuoleisellateipillä varustetun pään vanhaa rataa vasten ja vanha rata katkaistaan. Kone kiihdyttää uuden rullan vetämällä täyteen vauhtiin. Tämä kaikki tapahtuu muutamassa sekunnissa. (Laakso & Rintamäki 2003, 35-37.)

6.3.3 Esilämmittäjät

Kaikki kartongit esilämmitetään ennen prosessointia. Esilämmitin on rakenteeltaan yksinkertainen paineastia, joka koostuu höyryllä lämmitettävästä sylinteristä, taittotoista sekä rungosta. Esilämmittimeen johdetaan höyry ja lauhde akselin läpi rotaatioliitoksella. Suurin osa esilämmittimistä on pyöriviä. (Laakso & Rintamäki 2003, 44-45.)

6.4 Aallotusprosessi

Aallottajalla aallotuskartonki saa aaltomaisen muotonsa. Ajan saatossa ja kehityksen myötä aallottajassa (kuvio 7) on muuttunut lähes kaikki muu paitsi aallotustelosten muoto. (Laakso & Rintamäki 2003, 38.)



KUVIO 7. Moniaaltainen paineaallottaja (Laakso & Rintamäki 2003, 44)

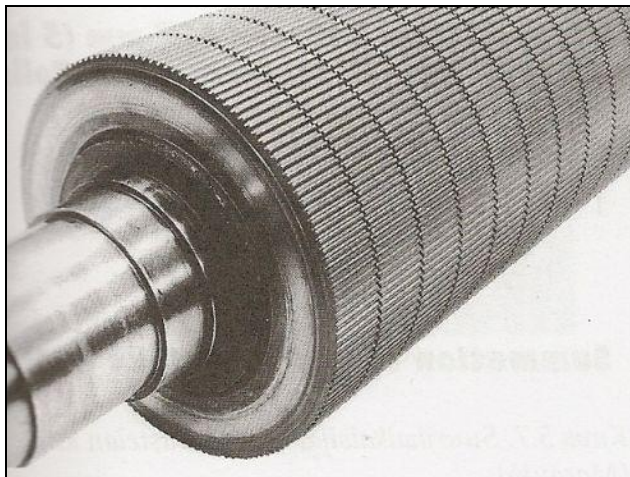
6.4.1 Aallotustelat

Kaikissa aallottajissa on yhä edelleen kaksi aaltopintaista telaa, joiden välistä menessään aallotuskartonki aallottuu. Nykyaikainen aallottaja voi olla myös ns.

moniaaltoinen aallottaja kuten kuviossa 7. Moniaaltoisella aallottajalla voidaan ajaa kahta tai useampaa aaltomuotoa vaihtamalla koneen aallotustelakasettien paikkaa tai liittämällä koneeseen erilaisella aaltoprofiililla olevia aallotusteloja. (Laakso & Rintamäki 2003, 43-44.)

Aallotustelan runko (kuvio 8) on erikoisterästä, jonka pinta on työstetty aallonmuotoon ja yleensä karkaistu 60 HRc:n kovuuteen. Karkaisumenetelminä käytetään yleisimmin induktio- tai laserkarkaisua. Karkaistun telaparin kestoikä vaihtelee 20 – 80 miljoonaa metriin, riippuen aallotuskartonkien laadusta. Aallotusteloja valmistetaan myös päällystettyinä. Perinteinen pinnoite on kromi, jonka kovuus on 67 – 68 HRc. Toinen päällystysmenetelmä on plasmaruiskutus erittäin kovalla tungstenkarbidilla, jonka kovuus ylittää Rockwell C:n asteikon, mutta sitä voidaan kuvata noin kovuudella 85 HRc. Volframikarbidipintaisella telalla voidaan saavuttaa jopa yli 100 miljoonan metrin pitoaikoja. Nämä molemmat pinnoitteet ovat poistettavissa ja pinnoitettavissa uudelleen eli teoriassa pinnoitetut telat ovat ikuisia, ellei niihin tulee mekaanisia vikoja. Aallotustelojen halkaisija riippuu kone-mallista, tavanomaisimmin halkaisija on 300 - 500 mm. (Laakso & Rintamäki, 2003 38-39.)

Perinteinen aaltopahvin aallonmuoto muistuttaa sinimuotoista aaltoa. Aallotustelojen lämpötilalla on oleellinen merkitys aallotusprosessin kannalta. Teloja lämmitetään 10 – 16 barin paineisella höyryllä, jolla saadaan ajon aikana telojen pintalämmöksi 170 – 190 °C. (Laakso & Rintamäki 2003, 40.)



KUVIO 8. Aallotustela (Laakso & Rintamäki 2003, 39)

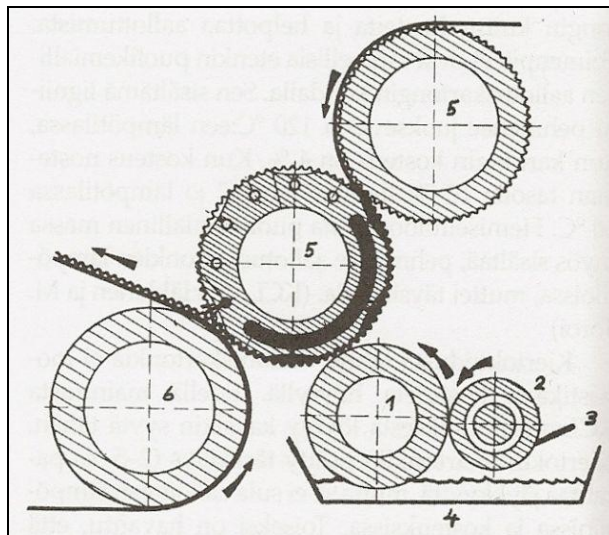
6.4.2 Aallotuskartongin ohjaus

Kun aallotuskartonki on aallotettu, on ongelmana pitää se täsmälleen aallotetussa muodossa tiiviisti kiinni aallotustelan pinnassa, kunnes se saadaan liimattua kiinni pintakartonkiin. Nykyisin tämän ongelman ratkaisuun käytetään kahta erilaista menetelmää, jotka ovat imuaallottaja ja paineaallottaja. (Laakso & Rintamäki 2003, 41.)

Imuaallottaja on hieman vanhempi menetelmä, jossa kartonki pidetään kiinni aallotustelassa kartongin ja telan pinnan väliin johdetulla alipaineella. Paineaallottajassa aallotuskartonki pidetään telan pinnassa ulkopuolisella paineella. Tässä menetelmässä aallotuskidan ulkopuolelle on rakennettu kotelo, jonka sisällä liimalaitteisto kokonaisuudessaan sijaitsee. (Laakso & Rintamäki 2003, 41.)

6.4.3 Liimalaitteisto

Aallotus- ja puristuskidan välillä aallonharjoille levitetään liima. Perinteisen liimalaitteiston rakenne on kuvattu kuviossa 9.



KUVIO 9. Imuaallottajan liimalaitteisto (Laakso & Rintamäki 2003, 42)

- | | |
|----------------|------------------|
| 1. Liimatela | 4. Liimalaatikko |
| 2. Kaavaritela | 5. Aallotustelat |
| 3. Kaavari | 6. Puristustela |

Liimatela nostaa liimaa laatikosta kaavaritelan kanssa muodostamaan kitaan kaavaritelan pyöriessä vastakkaiseen suuntaan. Tavoitteena on saada liimatelan pinnalle yhtä paksu kerros liimaa joka kohtaan kaikilla konenopeuksilla. Liimatelaa puristetaan lievästi aallotuskartongin harjoja vasten, jotta aallonharjoille saadaan levitettyä tasainen liimakerros. (Laakso & Rintamäki 2003, 41.)

6.4.4 Puristuskita

Liiman levityksen jälkeen pintakartonki liitetään aallotuskartonkiin. Vaadittu puristusvoima on pienempi kuin aallotustelojen välissä. Puristustelaa käytettäessä se on noin puolet ja puristusviiraa käytettäessä se on vielä pienempi, koska puristusmatka on selvästi pitempi. (Laakso & Rintamäki 2003, 42-43.)

Molempien yhteen liitettävien kartonkien lämpösisällön tulee olla riittävä, jotta liima gelatinoituu eli liimasauman tulee saavuttaa yli 65 °C:n lämpötila. Pintakartongin tullessa puristuskitaan on sen lämpösisältövaatimus kriittinen tekijä. Tämän takia pintakartonkia esilämmitetään normaalisti erillisellä suurella esilämmityssylinterillä, sitten vielä pienemmillä integroiduilla esilämmittimillä ja lopuksi puristustelalla tai -viiralla. Tällä tavalla pintakartongille saadaan tarvittava 85 – 95 °C:n lämpötila. Puristustelan aiheuttama kova paine aivan aallonharjalla saa siinä olevan vähäisen liimamäärän gelatinoitumaan räjähdysmäisesti. (Laakso & Rintamäki 2003, 43.)

6.4.5 Silta

Kartonkien liimaututtua yhteen ja tästä muodostunut yksipuolinen aaltopahvirata vedetään ylös sillalle ylösvetokuljettimilla. Yksipuolinen aaltopahvirata kulkee kahden kuljettimen välissä, jotka muodostuvat useasta kapeasta hihnasta. Ylösvetokuljettimelta ulos tullessaan rata suunnataan alaspäin kohti hitaampaa, vaakasuoraa kuljetinta, jolle rata laskostuu. Laskokset toimivat välivarastona, jonka avulla aaltopahvikoneen toiminta saadaan joustavammaksi, koska laskosten määrää voidaan säätää. Nykyään automaattinen sillanvalvontalaitteisto säätää aallotta-

jan nopeuden sellaiseksi, että laskosten määrä on halutuissa rajoissa. (Laakso & Rintamäki 2003, 45-46.)

Sillalle on myös asennettu radanohjauslaitteita, joilla rata pidetään oikealla kohdalla poikkisuunnassa. Radanohjauslaitteisto on monesti täysautomaattinen laitteisto. Sillalla on myös rakenteita, joilla rataa jarrutetaan, jolloin radalle saadaan sopiva kireys sen kulkiessa esilämmittimille ja liimausyksikölle. (Laakso & Rintamäki 2003, 46.)

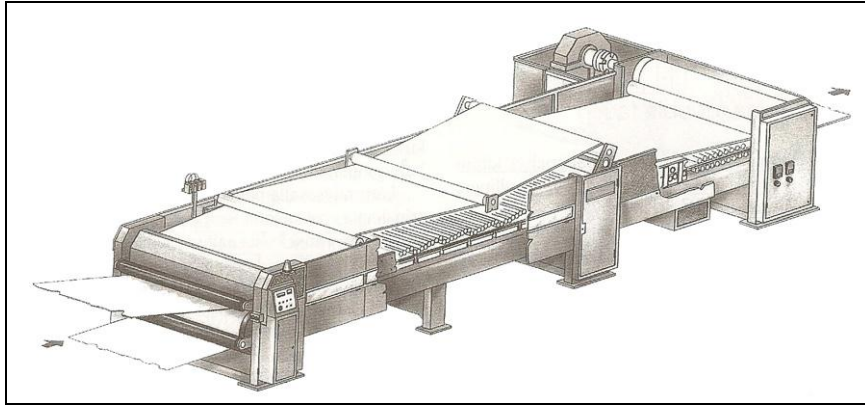
Sillalta yksipuoleinen aaltopahvirata kulkee esilämmittimien kautta liimausyksikölle. Esilämmittimiä on normaalisti 2 - 3 kappaletta päällekkäin, ja niitä kutsutaankin esilämmitystorneiksi.

6.4.6 Liimausyksikkö

Liimausyksikkö levittää liiman yksipuoleisen aaltopahviradan aallonharjoille, jotta pintakartonki voidaan liittää niihin arinalla. Liimatela, kaavaritela ja kaavari toimivat samalla tavalla kuin aallottajassa.

6.4.7 Arina

Arinaosalla yksipuoleinen aaltopahvi liimautuu kiinni pintakartonkiin, jonka jälkeen vasta syntyy jäykkärakenteinen aaltopahvi. Arina koostuu lämmitys- ja veto-osasta. Lämmitysosan päätehtävänä on luovuttaa aaltopahviin lämpöä, jotta liima gelatinoituu, toissijaisena tehtävänä sillä on poistaa aaltopahvista ylimääräistä kosteutta. Lämpö siirretään aaltopahviin höyrylämmitteisillä arinalevyillä, jotka ovat aaltopahviradan alapuolella. Veto-osa vetää pahviradan arinalevyjen yli. Veto-osalla pahvirata kulkee kahden noin 8 - 9 mm paksun huovan välissä. Kuviossa 10 on esitetty arinan perusrakenne. (Laakso & Rintamäki 2003, 47.)



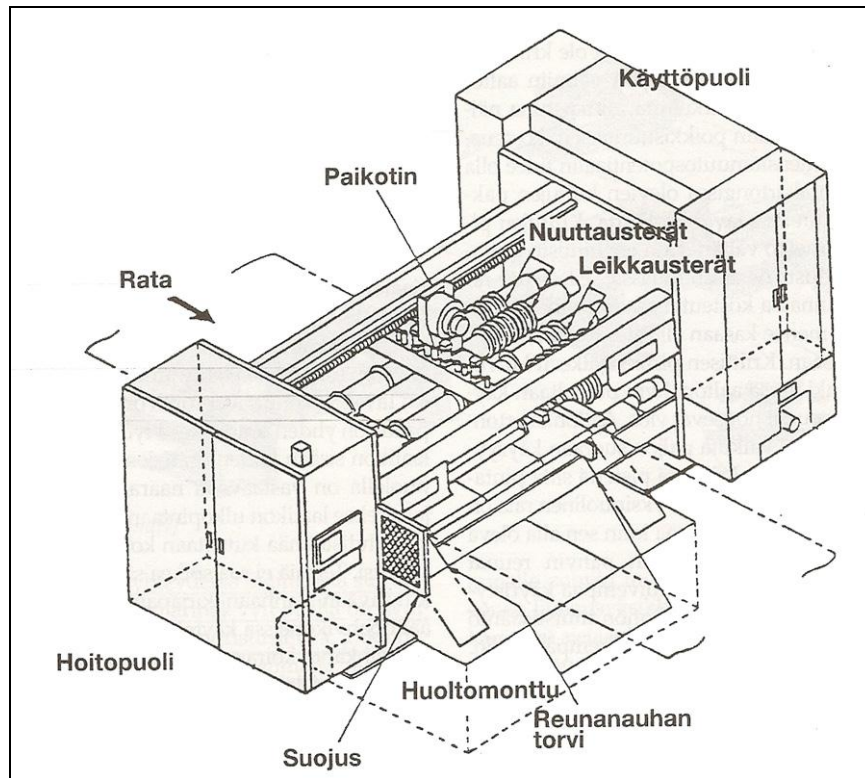
KUVIO 10. Arina (Agnati). (Laakso & Rintamäki 2003, 48)

6.4.8 Tilauksenvaihtoleikkuri

Arinan jälkeen aaltopahvirata tulee tilauksenvaihtoleikkurille. Tilauksenvaihtoleikkurilla on kaksi tehtävää. Sillä voidaan leikata esimerkiksi käyrästynyt tai liimaantumaton pahvirata, jota muodostuu koneen käynnistyksen yhteydessä, leikkurin alla olevaan keräyslaatikkoon. Toinen tehtävä tilauksenvaihtoleikkurilla on leikata pahvirata koko leveydeltään poikki tilauksen vaihdon yhteydessä. Katkaistun pahviradan vanha osa kiihdytetään koneen ajonopeutta suurempaan nopeuteen, jolloin pituus- ja poikkileikkurien kohdalle jää hetkellisesti tyhjä kohta. Tämän lyhyen hetken aikana pituus- ja poikkileikkurien terät ehtivät asettumaan uuden tilauksen mukaisiin asentoihin. (Pinnington, 2006, 103.)

6.4.9 Pituusleikkuri

Tilauksenvaihtoleikkurin jälkeen pahvirata kulkee pituusleikkurille, jossa radasta leikataan reunanauhat pois, eli radan reunat leikataan tasaisiksi. Samalla rata tilauskohtaisesti riittävän useaan osaan, yleensä enintään 6 - 8 rataan. Pituusleikkurilla pahviratoihin voidaan myös tehdä nuuttaukset, jotka toimivat ikään kuin saranoina valmiissa aaltopahvilaatikossa. Leikkaus- ja nuuttausterät siirtyvät automaattisesti paikoilleen asetusta tehtäessä. Nykyään pituusleikkurin ohjaus tapahtuu tietokoneiden välityksellä valvomosta. Kuviossa 11 on esitetty pituusleikkurin periaatekuva. (Laakso & Rintamäki 2003, 49-50.)



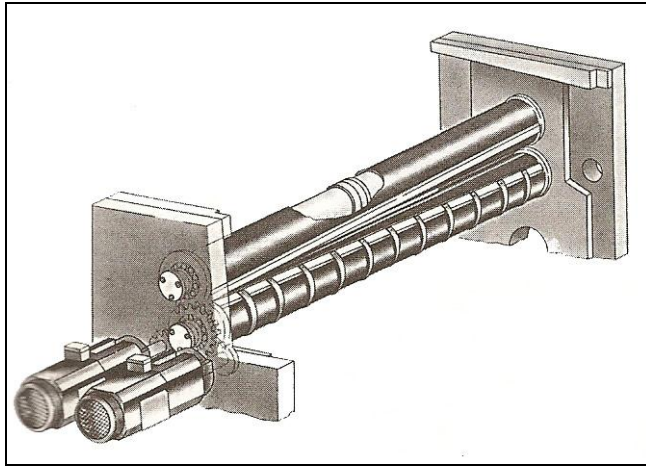
KUVIO 11. Pituusleikkuri (Mitsubishi) (Laakso & Rintamäki 2003, 50)

6.4.10 Poikkileikkuri

Poikkileikkurilla aaltopahvirata tai -radat leikataan halutun pituisiksi. Normaalisti poikkileikkurissa on päällekkäin kaksi teräyksikköä, jolloin voidaan ajaa kahta erikokoista aaltopahviarkkia, jonkin verran on käytössä myös kolmella teräyksiköllä varustettuja poikkileikkureita. Poikkileikkurin rakenne on niin sanottu suoravetoleikkuri, jossa sähkömoottori pyörittää kahta terärumpua, joiden pinnassa on leikkausterät. Leikkausterät ovat terärummulla hieman kierteellä, jolloin leikkaus etenee saksimaisesti yli aaltopahviradan (kuvio 12). Vaikka terät ovat terärummulla kierteellä, on leikkausjälki silti kohtisuorassa radan reunaan nähden. (Laakso & Rintamäki 2003, 51.)

Ohjausyksikkö seuraa aaltopahviradan nopeutta pulssianturilla radan pinnasta ja toisella pulssianturilla terärummun liikettä. Ohjaus lukee vaaditun aaltopahviarkkipituuden ja antaa käskyn terärumpujen moottorille leikata aaltopahvirata poikki

oikealla hetkellä ja aaltopahviradan nopeudella. Leikkaustarkkuus on noin puoli millimetriä. (Laakso & Rintamäki 2003, 51.)



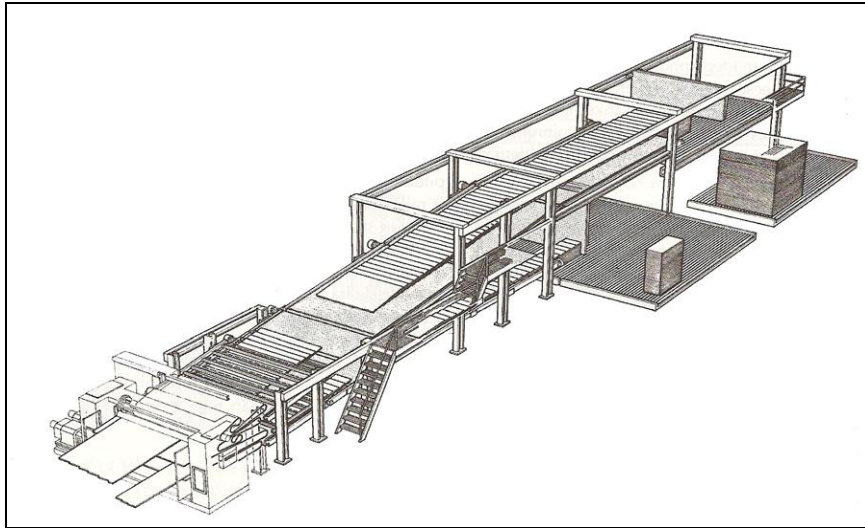
KUVIO 12. Poikkileikkurin rakenne (Agnati) (Laakso & Rintamäki 2003, 51)

6.4.11 Vastaanottolaitteisto

Poikkileikkurin jälkeen aaltopahviarkit tulevat vastaanottolaitteille. Vastaanottolaitteille tullessaan aaltopahviarkeilla on täysi koneen nopeus, kun vastaavasti vastaanottokuljettimen nopeus on noin viidesosa koneen nopeudesta. Poikkileikkurilta tullessaan aaltopahviarkit painetaan alas limittäin vastaanottokuljettimelle perinteisesti harjoilla, myös imulaitteisto on yleisesti käytetty tekniikka vastaanottolaitteistossa. (Laakso & Rintamäki 2003, 52.)

Kuvion 13 mukaisessa vastaanottolaitteistossa alemmalta teräyksiköltä tulevat aaltopahviarkit pinotaan poikittaiskuljettimelle. Poikittaiskuljettimelle aaltopahviarkkeja tuova vastaanottokuljetin nousee ylöspäin pinokorkeuden kasvaessa, ja kun haluttu korkeus on saavutettu, pino tai pinot ajetaan ulos vastaanottolaitteistosta. Ylemmältä teräyksiköltä tulevat aaltopahviarkit pinotaan alaspäin liikkuvalle poikittaiskuljettimelle. Kun haluttu pinokorkeus on saavutettu, poikittaiskuljetin lasketaan alas ja pino tai pinot ajetaan ulos vastaanottolaitteistosta. (Laakso & Rintamäki 2003, 52.)

Vastaanottolaitteiston jälkeen arkkipinot siirtyvät kuljetinradoille, jotka ovat yleisesti lamellikuljettimia. Lamellikuljettimia pitkin arkkipinot siirtyvät joko automaattisesti välivarastoon odottamaan siirtoa jatkojalostuskoneille tai joissain tapauksissa vastaanotossa on lavauslaitteisto, jossa arkkipinojen alle asetetaan kuormalavat ja ne siirretään trukeilla välivarastoon.



KUVIO 13. Vastaanottolaitteisto. (Laakso & Rintamäki 2003, 52)

6.4.12 Valvomo

Valvomosta käsin ohjataan suurinta osaa aaltopahvikoneen asetuksista ja asetteista. Pituus- ja poikkileikkureiden asetteet syötetään valvomosta automaattisesti leikkureille. Asetetiedot saadaan leikkureiden ohjausyksiköille tiedonsiirtona tuotannosuunnittelusta. Asetteiden ja tilausvaihtojen lisäksi valvomosta voidaan parhaimmillaan hoitaa myös aaltopahvin lajinvaihdot eli tilanteet, joissa esimerkiksi kartonkien leveys tai neliömassa muuttuu. Valvomosta myös seurataan aaltopahvin suoruutta ja tarvittaessa tehdään korjaavat toimenpiteet, esimerkiksi ariinan lämpöä säädetään. (Laakso & Rintamäki 2003, 52-53.)

7 AALTOPAHVIKONE 1:N VASTAANOTTO

Salattu

7.1 Salattu

8 VASTAANOTON TYÖTAPATURMAT

Salattu

8.1 Salattu

8.1.1 Salattu

8.1.2 Salattu

8.1.3 Salattu

8.1.4 Salattu

8.1.5 Salattu

8.1.6 Salattu

8.1.7 Salattu

8.1.8 Salattu

9 YHTEENVETO

Salattu

LÄHTEET

Painetut lähteet

Aadeli, S., Aalto, R., Myllymäki, H., Pekkarinen, J., Poutala, M., Rinta-Rahko, A. & Suurnäkki, T. 2009. Käsityön työturvallisuusopas - Teknisen työn ja tekstiilityön opetukseen. 5. painos. Helsinki: Hakapaino Oy.

Laakso, O. & Rintamäki, T. 2003. Aaltopahvin valmistus ja jalostus. 2. korjattu ja päivitetty painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. Suomen Aaltopahviyhdistys ry.

Laitinen, H., Vuorinen, M. & Simola, A. 2009. Työturvallisuuden ja -terveyden johtaminen. Helsinki: Tietosanoma Oy.

Malm, T. & Viljanen, A. 2003. Suojaustekniikan käsikirja. Helsinki: Metallisteollisuuden Kustannus Oy.

Pinnington, T. 2006. The Corrugated Industry - In Pursuit of Excellence. Hampshire: Brunton Technical Publications Ltd.

Siirilä Tapio & Kerttula Tuiri. 2009. Koneturvallisuuden perusteet. 2. uusittu painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Stora Enso Rethink, Stora Enso Tiedot & luvut 2012. 2012. Helsinki. Stora Enso Oyj.

Sähköiset lähteet

Dücker Group. 2013. [Viitattu 23.3.2013] Saatavissa: <http://www.duecker.com>

FEFCO. 2013. Corrugated packaging. [viitattu 31.3.2013]. Saatavissa: <http://www.fefco.org/corrugated-packaging/what-corrugated>

SEW-Eurodrive. 2013. CMS.[Viitattu 23.3.2013]. Saatavissa:
<http://www.sew-eurodrive.fi/produkt/cms.htm>

SKS Control Oy. 2013. LinMot lineaarimoottorit. [Viitattu 23.3.2013]. Saatavissa: http://www.sks.fi/tuotteet/LinMot_lineaarimoottorit

Suomen aaltopahviyhdistys Ry. 2013. Aaltopahvi. [viitattu 31.3.2013]. Saatavissa: <http://www.aaltopahvi.fi/>

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto TVL. 2012. Työtapaturmat - Tilastojulkaisu 2012 pdf [viitattu 17.3.2013]. Saatavissa: <http://www.tvl.fi/Tilastot>

Työsuojeluhallinto 2013. Koneturvallisuus [viitattu 29.3.2013]. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/koneturvallisuus>

LIITEET

LIITE 1 Salattu