



# **LEHTIPAINON KUNNOSSAPITO- JÄRJESTELMÄN HYÖDYNTÄMINEN JA TIEDONKERUU**

Pasi Eloranta

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2012  
Sähkötekniikka  
Automaatiotekniikan suuntautumis-  
vaihtoehto

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto

ELORANTA, PASI:

Lehtipainon kunnossapitojärjestelmän hyödyntäminen ja tiedonkeruu

Opinnäytetyö 69 sivua, josta liitteitä 12 sivua  
Kesäkuu 2012

---

Tuotantolaitteiden monimutkaistuessa ja sitoessa yhä enemmän pääomaa kasvaa kunnossapidon merkitys jatkuvasti yritysten liiketoiminnassa. Kunnossapitotoimenpiteiden hallintaan on kehitetty erilaisia kunnossapidon tietojärjestelmiä. Ne sisältävät tavallisesti työkalut ennakkohuoltojen suunnitteluun, häiriökorjausten raportointiin sekä toimivat tuotantolaitteiden sekä niiden varaosien keskitettynä tietovarastona.

Työssä tutustuttiin Alma Manu Oy:n nykyisen sekä rakenteilla olevan painolaitoksen kunnossapidon tietojärjestelmiin. Aikakone 2013 -projektinimellä kulkevan painolaitoksen rakennustyöt on tarkoitus saada päätökseen vuoden 2013 alussa. Nykyisen Arrow Maint -kunnossapidon tietojärjestelmän käytössä havaittiin kehityskohteita ja automaattista tiedonkeruuta ei ollut käytössä missään muodossa. Tulevaan MainSys-järjestelmään tutustuttaessa todettiin sen soveltuvan ominaisuuksiensa sekä laajennusmahdollisuuksiensa puolesta paremmin lehtipainon tarpeisiin. Järjestelmä huomattiin kuitenkin paikoin monimutkaisemmaksi käyttää.

Työssä käsiteltiin pääpiirteittäin sanomalehden koko valmistusprosessi, josta keskityttiin jälkikäsitteilylaitteisiin ja niiden kenttäväylätekniikkaan. Kenttäväylille tyypillisesti tekniikka mahdollistaa monipuoliset diagnostiikkatoiminnot. Laitteiden ohjelmistoon sekä komponentteihin tutustumalla pyrittiin selvittämään mahdollisuuksia kunnossapidon kannalta oleellisten tietojen automaattiseen keräämiseen. Tekniikan todettiin tarjoavan mahdollisuudet tiedonkeruulle, joskin lopullinen toteutustapa selvinnee vasta eri ohjausjärjestelmien käyttöönottovaiheessa.

---

Asiasanat: kunnossapito, tietojärjestelmä, jälkikäsitteily, painotekniikka

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical Engineering  
Option of Automation Technology

ELORANTA, PASI:

Utilisation and Data Acquisition of the Printing Press Maintenance System

Bachelor's thesis 69 pages, appendices 12 pages  
June 2012

---

Production machines are becoming increasingly complex and they require greater monetary inputs. Therefore the significance of maintenance is constantly growing in companies' businesses. Maintenance information systems are primarily targeted to control different maintenance tasks. Generally they include tools for preventive maintenance planning, tracking failures and overall management of equipment data.

This thesis concentrates on maintenance information systems of the present and the upcoming printing presses of Alma Manu Oy. Planned implementation of the new printing press is in the beginning of year 2013 under a project name The Time Machine 2013. It was soon found out that the present Arrow Maint system was only partially utilised. Automatic data acquisition wasn't applied at all. The upcoming MainSys system was realised to be more adaptable to requirements of the printing press house. However in certain activities the MainSys system was discovered to be more complex to use.

The overall process of newspaper manufacturing was introduced focusing primarily on the post-processing machines and their fieldbus technology. The possibilities of automatic data acquisition were investigated by exploring the software and different components of the machines. The findings indicate that the fieldbus technology makes automatic data acquisition possible with its diverse diagnostic capabilities. The eventual realisation approach is yet to be solved during the implementation of the different control systems.

---

Key words: maintenance, information system, post-processing, printing technology

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	11
2	SANOMALEHDEN VALMISTUSPROSESSI .....	12
3	ALMA MANU OY .....	15
3.1	Yleistä.....	15
3.2	Historia .....	16
3.3	Aikakone 2013-projekti.....	17
4	KUNNOSSAPITO .....	19
4.1	Tarkoitus.....	19
4.2	Kunnossapitolajit.....	20
4.3	Kunnossapidon tietojärjestelmät .....	21
4.4	Kunnossapito Alma Manu Oy:n Tampereen lehtipainossa .....	22
5	NYKYINEN KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄ.....	24
5.1	Arrow Maint .....	24
5.2	Vikailmoitukset .....	25
5.3	Varaosien hallinta .....	26
5.4	Tiedonkeruu.....	27
5.5	Dokumentit .....	28
5.6	Raportointi.....	28
5.7	Nimeämiskäytäntö .....	29
6	UUDEN PAINOLAITOKSEN KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄ .....	30
6.1	Manroland MainSys .....	30
6.2	Navigointi järjestelmässä.....	30
6.3	Käyttäjät ja oikeudet.....	31
6.4	Vikailmoitukset .....	32
6.5	Nimeämiskäytännön muuttaminen .....	33
6.6	Tiedonkeruun ja ennakkohuoltojen suunnittelu .....	34
6.7	Raportointi ja dokumentit.....	35
7	POSTITUSOSASTO .....	36
7.1	Yleinen kuvaus .....	36
7.2	Postitusmoduulit .....	37
8	TEOLLISUUS-ETHERNET .....	40
8.1	Postituslaitteiden I/O-ratkaisu .....	40
8.2	Ethernet-pohjaisten kenttäväylien jaottelu .....	41
8.3	EtherCAT - Ethernet for Control Automation Technology.....	43
8.4	TwinCAT-ohjelmisto ja ADS-protokolla.....	46
8.5	Postituslaitteiden verkko .....	48

9	POSTITUSLAITTEIDEN KUNNOSSAPITO .....	49
9.1	Yleisiä kunnossapitotoimenpiteitä.....	49
9.2	Laskurit.....	50
10	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	52
	LÄHTEET .....	55
	LIITTEET .....	58
	Liite 1. Postitusmoduulien 1 ja 2 virtauskaavio laitelyhenteineen.....	58
	Liite 2. Postitusmoduuli 3:n virtauskaavio laitelyhenteineen .....	59
	Liite 3. Kooste postituslaitteiden lyhenteiden selitteistä.....	60
	Liite 4. Laitteet: Liitelaite MSD ja mahdolliset oheislaitteet.....	61
	Liite 5. Laite: Liitelaite MSD.....	62
	Liite 6. Laitteet: Käsialistin JEF ja aluspaperikone KPZ.....	63
	Liite 7. Laite: MultiDisc-laite MTD.....	64
	Liite 8. Laitteet: Stakkeri MTS ja sitomakoneet SSP .....	65
	Liite 9. Laite: Vastaanottoasema AU-MNK .....	66
	Liite 10. Laite: Stiftirumpu SSH .....	67
	Liite 11. Laite: Trimmeri SNT .....	68
	Liite 12. Laitteet: Neljännestaittolaite SFO ja siirtoyksikkö UEG .....	69

**ERITYISSANASTO**

ADS-protokolla	Automation Device Specification. Tarkoitettu Beckhoffin TwinCAT-järjestelmän eri ohjelmistomoduulien tai laitteiden väliseen kommunikointiin.
ASIC	Application Specific Integrated Circuit, tiettyä tarkoitusta varten suunniteltu integroitu piiri.
CMYK	Cyan, Magenta, Yellow, Key. Neliväripainamisessa käytetyt värit. Key on avainväri, musta.
CRC	Cyclic Redundancy Check. Menetelmä tiedonsiirrossa tapahtuneiden virheiden havaitsemiseen.
CTP	Computer To Plate. Suoraan tiedostosta tapahtuva painopinnan valmistamismenetelmä.
FMMU	Fieldbus Memory Management Unit. Voi kääntää osoitteita bitti kerrallaan, vrt. MMU.
IP	Internet Protocol. IP-osoitteiden perusteella paketteja välittävä protokolla.
MMU	Memory Management Unit. Yksikkö vastaa prosessorin pääsystä muistialueille kääntämällä virtuaaliset osoitteet fyysisiksi neljän kilotavun suuruinen alue kerrallaan.
OSI-malli	Open Systems Interconnection Reference Model. Viitemalli tiedonsiirtoprotokollien jakamiseen seitsemäksi kerrokseksi.
PECOM	Process Control, Process Organisation, Process Management. Painokoneen ohjausjärjestelmä.
TCP	Transmission Control Protocol. Tiedonsiirtoprotokolla, joka sisältää toiminnot tiedonsiirron varmistamiseen.
WC	Working Counter. Käytetään slave-laitteiden tiedonsiirtotahtumien varmistamiseen.

Anilox-tekniikka	Painoväri nostetaan kammioraakelin altaasta rasteritelalla (anilox-telalla), jonka pinnassa oleviin pieniin kuppeihin väri tarttuu. Väri siirretään edelleen väritelalle, jonka kautta väri siirtyy painopinnoille koko radan leveydeltä. Sivupohja pidetään puhtaana kostutusvedellä. Ks. Kammioraakeli.
Broadsheet	Yleinen suurikokoinen sanomalehtiformaatti. Esimerkkituotteenä Aamulehti, jonka yhden sivun leveys on 400 mm ja korkeus 560 mm.
Ennakkohuolto-suunnitelma	Ennalta määritellyt toimenpiteet tiettyihin kohteisiin tiettyin väliajoin. Perustuvat viranomais määräyksiin, käytännön kokemuksiin, valmistajan suosituksiin tai tiedonkeruulaitteistolla kerättyihin tietoihin.
Kammioraakeli	Painoväri pumpataan kammion altaaseen, josta se siirtyy rasteritelan kautta eteenpäin. Kammioraakelissa oleva terä pyyhkii ylimääräistä värikerrosta pois rasteritelan pinnalta.
Kimputuslaite	Niputuslinjan lisälaite, jolla ohuet niput voidaan kasata päällekkäin. Kimputtaminen helpottaa jakajien työtä ja vähentää lähettämökuljettimien kuormaa, kun kuljetettavien nippujen koko saadaan suuremmaksi. Ks. Niputuslinja.
Limivirta	Lehdet kulkevat tiiviissä jonossa osittain päällekkäin.
Makulatuuri, makkeli	Laadultaan huono painotuote, jota syntyy pääasiassa painokoneen ylösajosekvenssissä. Myös tuotannon aikana eri muuttujien seurauksena syntyvä huonolaatuinen lehti.
Master-laite	Hallitsee väylän kommunikointia ilman ulkoista komentoa.
Neljännestaite	Lisätaite puolitaitteeseen, jolla lehti saadaan postiluukkuun mahtuvaan kokoon. Käytännössä lehti taitetaan kertaalleen normaalin taittolaitteen puolitaitteen lisäksi. Ks. Puolitaite.

Niputuslinja	Valmiit lehtiniput käsitellään kuljetettavaan muotoon. Nippujen alle syötetään suojaava aluspaperi sekä niput sidotaan. Päälle lisätään nippulappu, jonka viivakoodin avulla nippu ohjautuu esimerkiksi suoraan jakeluautoon.
Offset-paino	Alun perin laakapaino. Laakapainomenetelmässä painava ja ei-painava pinta ovat samassa tasossa, mutta pintakemiallisten erojen seurauksena painoväri ja kostutusvesi tarttuvat eri alueille. Offset-termi tarkoittaa painoväriin siirtämistä ensin peitesylinterin peitekankaalle, kumille, josta väri siirtyy paperille. Nykyään puhuttaessa offset-painamisesta tarkoitetaan laakapainamista.
Online-/offline-ajo	Online-ajolla tarkoitetaan painokoneen tuotannon aikaisia tuotteiden ohjaustoimenpiteitä esimerkiksi postitusosastolla. Offline-ajo voi tapahtua postitusosastolla esimerkiksi varastokeloilta, jolloin painokone on seisokissa.
Painopinnan valmistus	Valmiista sivusta erotetaan eri värikanavat ja tehdään tarvittavat säädöt ottaen huomioon painoprosessin muuttujat. Jokaiselle osavärille tulostetaan sivusta oma painopintansa.
Peitesylinteri, peitekangas	Painoväri siirtyy levysylinterin painopinnalta peitesylinterin peitekankaalle, kumille, josta se siirtyy edelleen paperille.
Postitusmoduuli	Postitusosaston osakokonaisuus, jonka laitteilla tuotteet otetaan vastaan kuljettimilta, käsitellään ajotavan mukaisesti sekä niputetaan kuljettamista varten. Yhteen moduuliin voidaan online-ajaa yhtä tuotetta kerrallaan.
Puolitaite	Puolitaite muodostaa tabloid-kokoisen lehden valmiin rakenteen. Broadsheet-koossa puolitaite on avattava ennen lukemista.
Seisokki	Tila, jossa laite ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa.



Slave-laite	Oheislaitteet, jotka liikennöivät vain master-laitteen komennosta.
Syklinen tiedonsiirto	Määrätyin väliajoin tapahtuva tiedonsiirto.
Tabloid	Tyypillinen iltapäivälehtien formaatti, jonka aukeama mahtuu broadsheet-kokoisen lehden yhdelle sivulle. Esimerkkituotteena Iltalehti, jonka sivun leveys on 280 mm ja korkeus 400 mm.
Taittolaite	Painokoneen osakokonaisuus, jossa päällekkäin ohjatut paperiradat katkaistaan, taitetaan sekä tarvittaessa nidotaan. Valmis tuote viedään kuljettimilla seuraavaan tuotantovaiheeseen.
Toiminnanohjausjärjestelmä	Yrityksen tietojärjestelmä, joka yhdistää eri toimintoja, esimerkiksi laskutus, varasto, tuotanto, henkilöstö ja kirjanpito.
Täysnelivärinen	Tuotteesta: Jokainen lehden sivu on painettu neljän osaväriin yhdistelmänä. Painokoneesta: Jokaisella painokoneen yksiköllä voidaan painaa paperiradan molemmille puolille neljä väriä.
Varastokela	Kela, jolle tuotetta mahtuu sivumäärän mukaan useita tuhansia kappaleita. Käytetään varastointiin sekä esimerkiksi liitteiden syöttämiseen päätuotteen väliin. Mahdollistaa joustavuutta tuotantoihin, kelat voidaan kuljettaa sivummalle tai toiselle postitusmoduulille.
Vastaanottoasema	Lehdet poimitaan painokoneen taittolaitteelta kuljettimille, naukkareille, joita pitkin valmis tuote viedään postitusosastolle jälkituotantoon.

**Väriruuvitekniikka**

Rata on jaettu vyöhykkeisiin, joissa jokaisessa on oma väri-ruuvinsa. Väriruuveilla voidaan säätää värin määrää painopinnalla vyöhykekohtaisesti. Tekniikka luo hyvät mahdollisuudet tuotannon esiasetteluille (väriprofiilit), kun painopinnan valmistuksesta saadaan tietoon värintarve kunkin painopinnan eri vyöhykkeillä. Sanomalehtipainoissa vallitseva tekniikka.

**Ylitaite**

Puolitaite, jossa taittokohta ei sijoitu täysin lehden keskelle. Tällöin taitetun lehden reuna on hieman toista ulompana. Jälkituotannon koneet saavat lehden avattua varmemmin ja syötettyä esimerkiksi liitteen sen väliin.

## 1 JOHDANTO

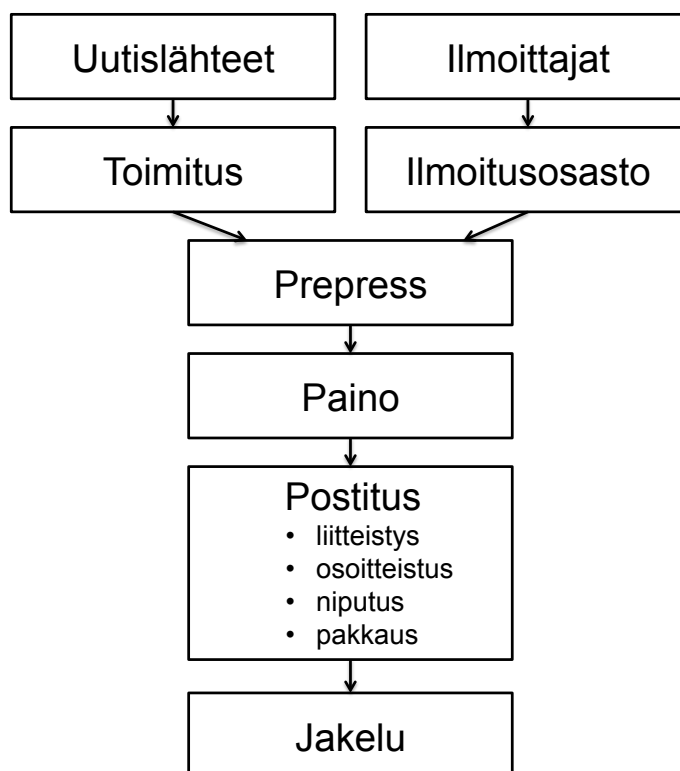
Tämän työn tarkoituksena on kartoittaa Alma Manu Oy:n uuden painolaitoksen kunnossapidon tietojärjestelmän ominaisuuksia sekä vertailla niitä nykyiseen järjestelmään. Lisäksi työssä perehdytään jälkikäsittelylaitteiden kenttäväylätekniikkaan ja tarkastellaan tiedonkeruumahdollisuuksia kunnossapidon tietojärjestelmään.

Työssä selvitetään pääpiirteittäin sanomalehden koko valmistusprosessi, josta keskitytään erilaisiin jälkikäsittelymenetelmiin. Kunnossapidon tietojärjestelmän käyttöä tutkimalla pyritään löytämään kehityskohteita järjestelmän monipuolisemmaksi hyödyntämiseksi uudessa painolaitoksessa. Erilaisten diagnostiikkatoimintojen jatkuvasti lisääntyessä tarkastellaan jälkikäsittelylaitteiden valmiuksia automaattiseen tiedonkeruuseen. Laitteiden käsittely rajataan laitekohtaisiin ominaisuuksiin syventymättä sen tarkemmin niiden toimintoja kontrolloivaan ohjausjärjestelmään.

Työn tavoite on osoittaa kehityskohteita kunnossapidon tietojärjestelmän käytössä sekä luoda katsaus alan laitevalmistajan ratkaisuun kenttäväylätekniikan hyödyntämisessä.

## 2 SANOMALEHDEN VALMISTUSPROSESSI

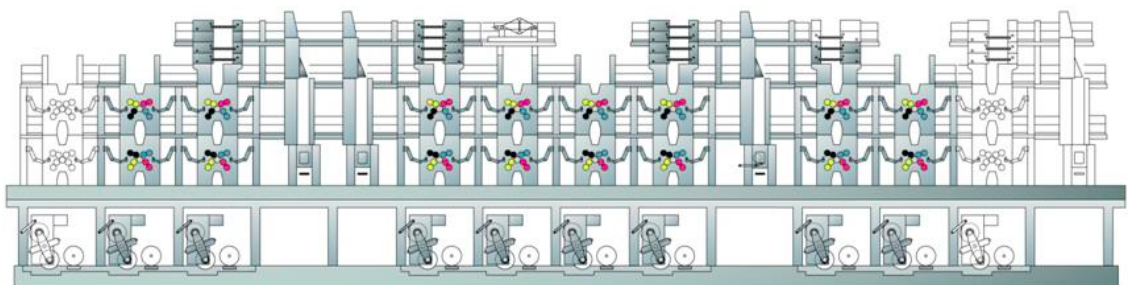
Sanomalehden valmistaminen vaatii useiden eri alojen ammattilaisten yhteistyötä. Toimituksen ja painolaitoksen henkilöstön sekä lehdenjakajien työpanosten tuloksena valmis tuote päätyy ajallaan asiakkaalle. Valmistusprosessin osalta tässä työssä keskitytään jälkikäsittelylaitteisiin. Painolaitoksen postitusosastolla sijaitsevilla jälkikäsittelylaitteilla varastoidaan, viimeistellään ja niputetaan valmiiksi painettuja tuotteita. Merkittävä osa tuotannoista ohjataan kuitenkin suoraan painolaitoksen painokoneelta postitusosaston läpi edelleen kuljetettavaksi. Tällöin puhutaan online-ajosta. Postitusosaston osakokonaisuuksien eli moduulien käyttömahdollisuudet määräytyvät paino-osastolla käytetyistä tuotantotavoista. Osa postituslaitteista edellyttää käsiteltäville tuotteille erityisiä toimenpiteitä jo lehden painovaiheessa. Tästä syystä postitusosaston merkityksen ymmärtämiseksi on paikallaan havainnollistaa pääpiirteittäin koko sanomalehden valmistusprosessia (kuvio 1). Lukuisten eri painotekniikoiden kuvaamisen sijasta keskitytään sanomalehtialalla yleisimpään tekniikkaan, offsetrotaatioon.



KUVIO 1. Sanomalehden valmistuksen prosessikaavio (Nieppola & Viluksela, 2005)

Sanomalehden valmistuksen ensimmäisessä vaiheessa luodaan sisältö. Toimituksen kirjoittamat uutiset sekä ilmoittajien ilmoitukset asemoidaan sanomalehden sivuille. (Nieppola & Viluksela, 2005). Toimituksellista vaihetta seuraava prepress-vaihe voidaan yleistää offsetrotaatiotekniikassa painopinnan valmistukseksi. Valmiiksi asemoitujen sivujen kuvatiedostoista erotetaan CMYK-värikanavat (Cyan, Magenta, Yellow ja Key) ja tehdään tarvittavat säädöt ottaen huomioon painoprosessin muuttujat. Jokaisen sivun osaväriille tulostetaan oma painopintansa, jonka valonherkkä pintakerros valotehtaan laservalolla. Painopintana käytetään 0,15 - 0,30 mm paksua alumiinilevyä. Suoraan tiedostosta tapahtuvaa painopinnalle tulostamista nimitetään CTP-tulostukseksi (Computer To Plate) (Nieppola & Viluksela, 2005).

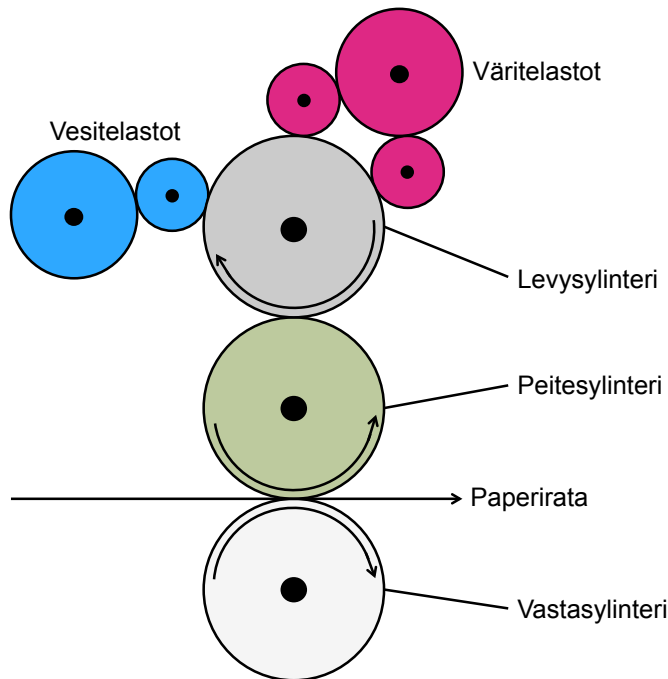
Sanomalehtipainoissa painokone koostuu tavallisesti useasta painoyksiköstä. Nykyään täysneliväripainamisen yleistyttyä voidaan painoyksikkönä pitää laitekokonaisuutta, jolla paperiradan molemmille puolille painetaan kaikki neljä väriä. Painoyksiköt erottuvat painokonekokonaisuudesta omina torneinaan, joiden välissä on tilaa esimerkiksi painopintojen kiinnittämistä varten (kuvio 2). Painokoneella painetaan tavallisesti useammalle paperiradalle samanaikaisesti, jotka yhdistetään taittolaitteessa. Paperia syötetään rullilta, minkä takia tekniikkaa kutsutaan rotaatioksi. Automaattiset rullanvaihtajat suorittavat rullien vaihtamisen tuotantoa pysäyttämättä (Nieppola & Viluksela, 2005).



KUVIO 2. Alma Manu Oy:n uuden painolaitoksen painokoneratkaisun sivuprofiili. Koneessa on varaukset kahdelle painoyksikölle sekä yhdelle taittolaitteelle. (Manroland AG, 2011)

Painoyksikkö koostuu painolaitteista, jotka ovat oheislaitteineen usean telan ja sylinterin kokonaisuuksia. Yhdellä painolaitteella painetaan paperin yhdelle puolelle yksi väri. Varsinaisessa painotapahtumassa levysylinterin ympärille kiinnitetyille painopinnoille levitetään painoväri sekä kostutusvesi. Kuviossa 3 on esitetty painolaitetekonaisuus yksinkertaistettuna. Kostutusvesi tarttuu painopinnan ei-painavalle alueelle pintakemiallisten erojen seurauksena. Öljypohjainen painoväri hylkii vettä ja tarttuu painopinnan

painavalle pinnalle. Painavana pintana on tulostusvaiheessa laserilla valotettu alue, joka on sellaisenaan erotettavissa painopinnasta esimerkiksi tekstinä. Painoväri siirretään painopinnalta paperille peitesylinterin kautta, mistä tekniikka on saanut offset-nimityksensä. Paperirata kulkee koko painoyksikön läpi ja jokainen osaväri painetaan erikseen. Taittolaitteelle kerätyt yhtenäiset paperiradat ohjataan päällekkäin, katkaistaan sanomalehden määrämittaan, nidotaan tarvittaessa ja taitetaan, jolloin syntyy tabloid-mallisen lehden valmis rakenne (puolitaitos).



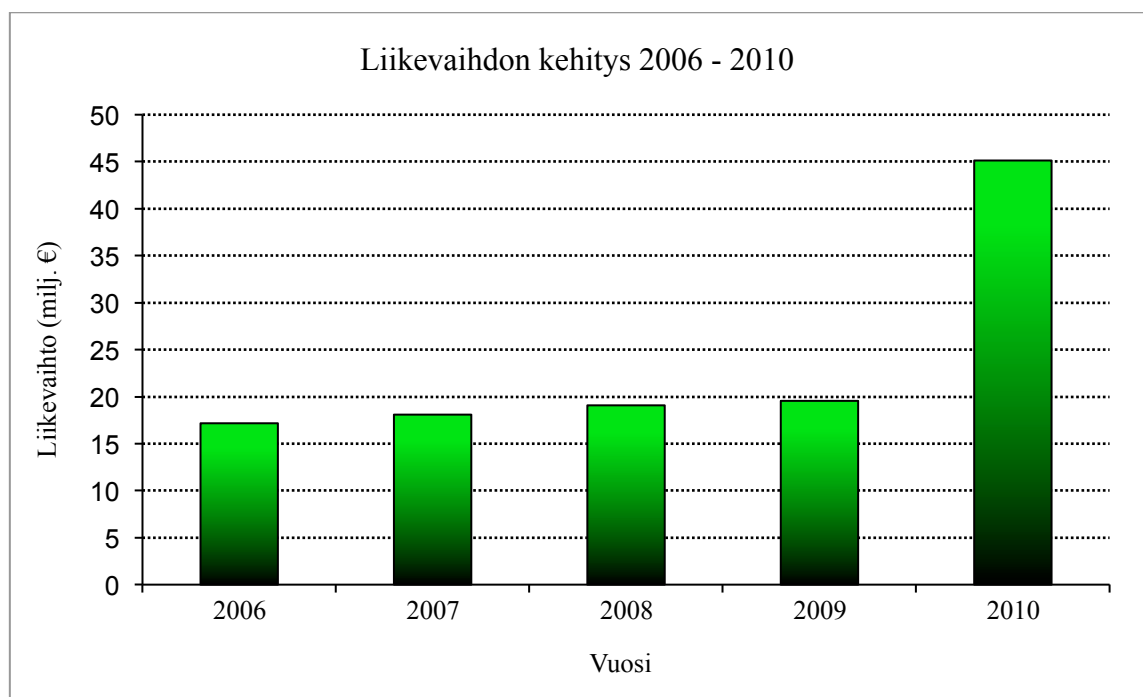
KUVIO 3. Painolaitteen telat ja sylinterit yksinkertaistettuina. Painoväri siirtyy levysylinteriin kiinnitetyltä painopinnalta peitesylinterin peitekankaalle, kumille. Kumiin sekä vastasyylinterin puristuksessa painoväri siirtyy lopuksi paperille.

Valmiit taitetut tuotteet poimitaan taittolaitteelta vastaanottoaseman avulla kuljetinketjulle. Vastaanottoasema sijaitsee fyysisesti painokoneen välittömässä läheisyydessä, mutta kuuluu toimintansa perusteella postitusosaston laitteisiin. Ketjulta lehdet kuljetaan postitusosaston eri moduuleihin ajotavan ja taittolaitteen mukaisesti. Postitusosastolla painotuotteet voidaan varastoida myöhempää käyttöä varten tai jälkikäsitellä. Jälkikäsitely voi sisältää esimerkiksi liitteiden ja osoitteiden lisäämistä tuotteisiin tai irtokansien nitomista. Kuljetettaviksi tarkoitetut tuotteet siirretään postitusmoduulien niputuslinjoilta tilanteen mukaan jakeluautoihin, lavoille tai rullakointipisteille.

### 3 ALMA MANU OY

#### 3.1 Yleistä

Alma Manu Oy on osa Alma Media Oyj-mediakonsernia. Kyseessä on sanomalehtien painamiseen sekä varhaisjakeluun keskittynyt yritys, johon kuuluvat lehtipainot Tampereella ja Rovaniemellä sekä Pirkanmaan, Satakunnan ja Meri-Lapin varhaisjakelut. Yritys työllistää kokonaisuudessaan noin 1100 henkilöä, joista noin 900 työskentelee jake- lussa. (Alma Manu Oy, 2011). Tampereen painolaitoksessa lehtien painaminen sekä postittaminen tapahtuu noin 85 työntekijän voimin (Kustannus Oy Aamulehti, 2011). Tärkeimpiin tuotteisiin kuuluu Aamulehden, Iltalehden sekä Kauppalehden lisäksi monia pienempiä Pirkanmaan ja sen lähialueiden paikallislehtiä. Vuoden 2012 alkukeväällä painettavien sanomalehtien valikoimaan saatiin lisäystä Porin lehtipainon lakkauttamisen seurauksena, jolloin Satakunnan Kansa sekä Porin Sanomat siirtyivät kokonaisuudessaan Tampereelle painettaviksi. Kuviossa 4 on esitetty yrityksen liikevaihdon kehitys vuosina 2006 - 2010. Vuoden 2010 liikevaihto ei ole suoraan verrattavissa aikai- sempiin vuosiin yritysrakenteiden muutosten vuoksi.

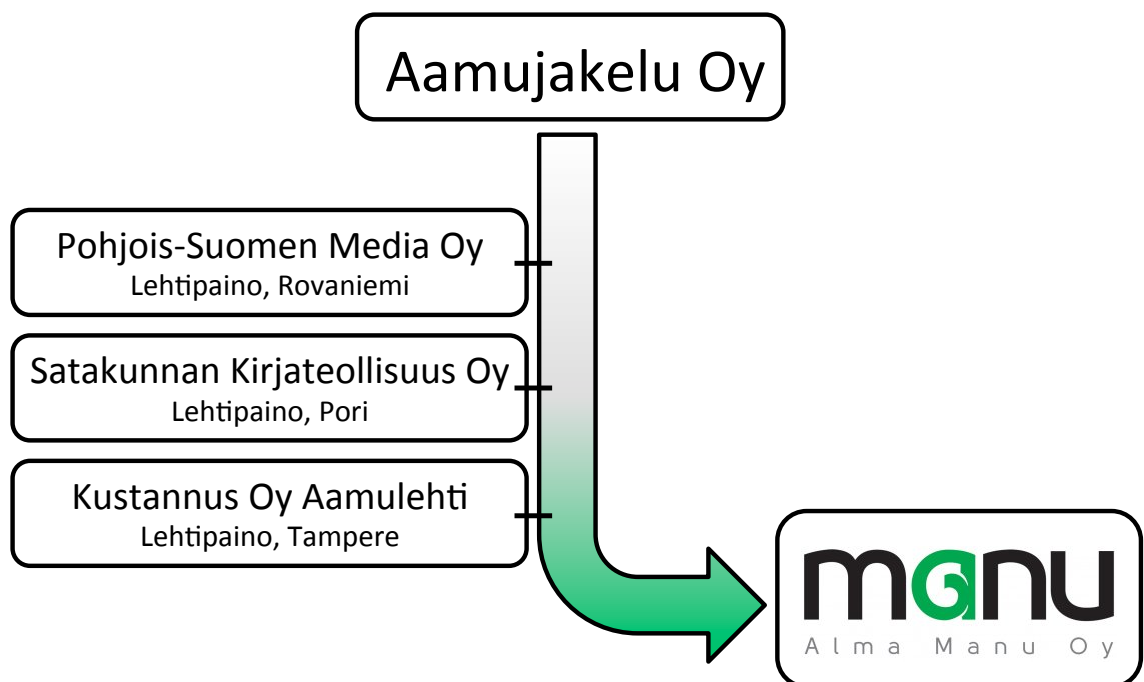


KUVIO 4. Alma Manu Oy liikevaihdon kehitys 2006 - 2010

### 3.2 Historia

Sanomalehtien painamisen historia ulottuu Tampereella kauas menneisyyteen. Tampereen Kirjapaino Oy painoi Aamulehteä omalla koneella jo vuonna 1882, jolloin laitteistoa pyöritettiin puhtaasti lihasvoimalla. 1890-luvulla siirryttiin höyrykäyttöiseen painokoneeseen, jolla lehteä painettiin kolmesti viikossa. Vuonna 1927 hankittiin 32-sivuinen painokone, jolloin siirryttiin nykyiseen joka päivä ilmestyvään sanomalehtimalliin. Laittekantaa päivitettiin vuosikymmenten kuluessa useasti, nykyiset täysneliväriset 64-sivuiset MAN Colorman -offsetrotaatiopainokoneet hankittiin Tampereen Sarankulmaan vuonna 1994. (Pietilä, 2011). Molemmat painokoneet koostuvat neljästä painoyksiköstä sekä yhdestä taittolaitteesta.

Yritysrakenteiden muuttuessa myös nimi on vaihtunut useaan otteeseen. Alma Manu Oy syntyi virallisesti 1.7.2010 Aamujakelu Oy:n nimenmuutoksen seurauksena, jolloin rakenteeseen liitettiin myös lehtipainot (kuvio 5). Ennen rakennemuutosta Tampereella painettiin Kustannus Oy Aamulehti -nimen alla, Porin lehtipaino oli osa Satakunnan Kirjateollisuus Oy:tä ja Rovaniemen lehtipaino kuului Pohjois-Suomen Media -osakeyhtiöön. (Alma Manu Oy, 2011).

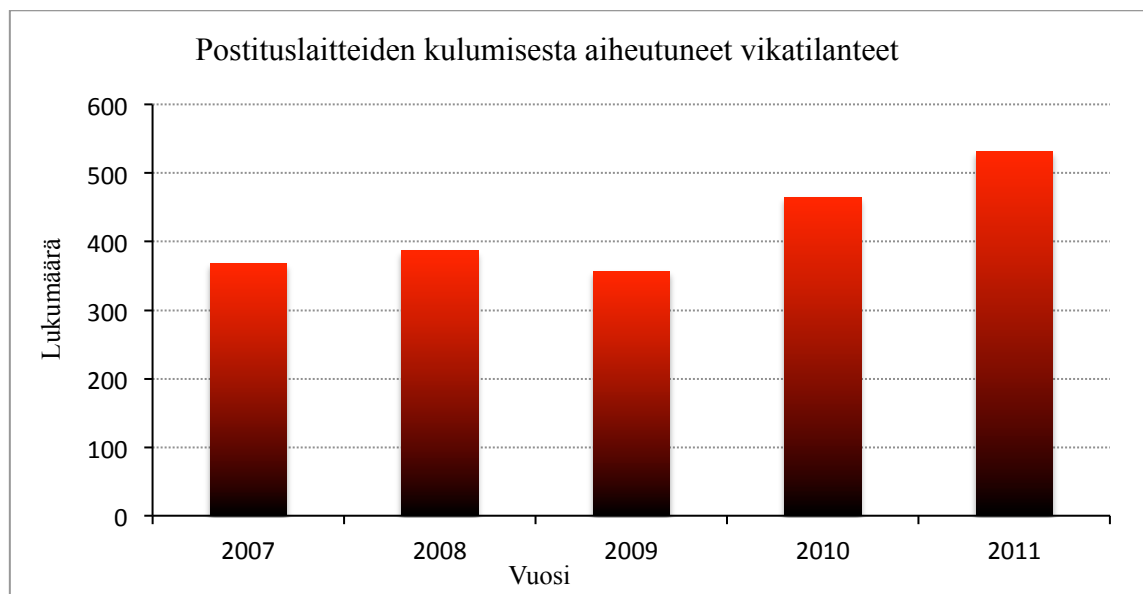


KUVIO 5. Alma Manu-osakeyhtiön synty 1.7.2010



### 3.3 Aikakone 2013-projekti

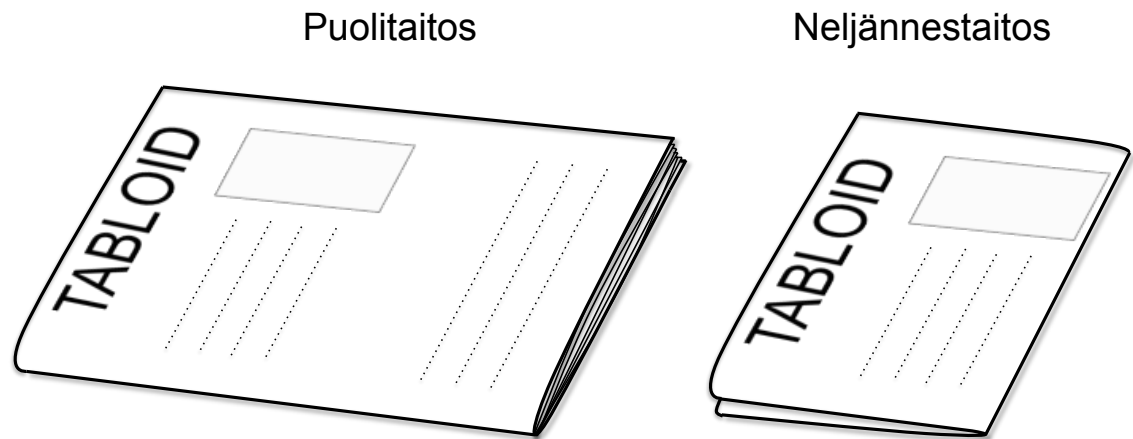
Vuonna 1994 käyttöön otettujen Anilox-tekniikkaan perustuvien painokoneiden tuotannollinen käyttöikä on päättymäisillään. Kyseinen tekniikka ei alalla yleistynyt, minkä seurauksena laitteiston ylläpitäminen on muodostumassa haastavaksi. (Alma Media Oyj, 2010) Anilox-tekniikassa painoväri siirretään väritelalle koko radan leveydeltä. Painolevylle ja paperille siirtyvä värimäärä säädetään painolevylle valotetulle väriä siirtävällä pinnalla. Kostutusvesi pitää muun paperipinnan puhtaana. Vallitseva tekniikka sanomalehtipainoissa on väriruuvitekniikka, jolla painoväriä voidaan kontrolloida vyöhykkeittäin radan leveyteen nähden. Painokoneiden lisäksi myös postituslaitteet ovat vanhentumassa. Konkreettinen esimerkki on kulumisesta aiheutuneiden vikatilanteiden selvä kasvu kahtena edellisenä vuotena (kuvio 6). Tiedot on kerätty nykyisen kunnossapidon tietojärjestelmän raportointityökalun avulla.



KUVIO 6. Postituslaitteiden kulumisesta aiheutuneet vikatilanteet

Alma Media Oyj on aloittanut uuden painolaitoksen rakennuttamisen Tampereen Sarrankulmaan projektinimellä ”Aikakone 2013”. Vuoden 2013 alussa käynnistyväksi suunniteltu painolaitos sijaitsee nykyisen painolaitoksen viereisellä tontilla. Uuden painolaitoksen painokoneratkaisu mahdollistaa kolmen seitsemänpäiväisen sanomalehden painamisen samanaikaisesti. Laitteiston nopeuden kasvaessa Aamulehden painoaika pienenee nykyisestä viidestä tunnista noin kolmeen tuntiin (Heinonen, 2011). Painoajan pienentyessä tulevaisuudessa ei tarvita kahden painokoneen yhteistyötä Aamulehden saamiseksi ajoissa asiakkaille. Tällöin on mahdollista hyödyntää painokoneen kolmea

taittolaitetta eri tuotteille myös yöaikaan. Kolmesta taittolaitteesta huolimatta ei voida suoraan puhua kolmesta painokoneesta. Osa painokoneen painoyksiköistä voidaan kytkeä tarpeen mukaan eri taittolaitteille. Tästä syystä esimerkiksi postitusosaston eri ajotapoja havainnollistettaessa on järkevämpää puhua painokoneiden sijasta taittolaitteista. Lisäksi kolmannen taittolaitteen yhteydessä on neljännestaitolaite, jolla lehti on mahdollista taittaa pienempään kokoon jo painokoneella. Neljännestaittamalla lehti saadaan suoraan postiluukusta mahtuvaan muotoon. Eroa tavanomaiseen puolitaitteeseen on havainnollistettu kuviossa 7. Suurin ero nykyiseen kahden painokoneen ja taittolaitteen ratkaisuun huomataankin varmasti paino-osastolla. Tulevaisuudessa yhden tuotteen ajamiseen tarvitaan vain yksi ohjauspulpetti nykyisen kahden sijaan. Postitusosaston kannalta uusi painokonerakenne tuo käytännössä kaksi vastaanottoasemaa lisää, joilta tuotteita voidaan kuljettaa postitusmoduuleihin.



KUVIO 7. Puolitaitos ja neljännestaitos tabloid-kokoisessa lehdessä

## 4 KUNNOSSAPITO

### 4.1 Tarkoitus

Kunnossapidon tarkoituksena on säilyttää tai palauttaa kohde tilaan, jossa siltä vaadittava toiminta voidaan suorittaa koko kohteen elinjakson ajan. Tärkeimpinä tunnuslukuina voidaan pitää tuotannon kokonaistehokkuutta  $KNL$  sekä käyttövarmuutta. Kokonaistehokkuus muodostuu kertomalla käytettävyyden  $K$ , toiminta-asteen  $N$  sekä laatukerroimen  $L$  arvot keskenään. Käyttövarmuus voidaan ilmaista yleisesti kykynä toimia tilanteessa vaaditulla tavalla. Käyttövarmuuteen sisältyy vaaditun toiminnan lisäksi kunnossapidollinen varmuus sekä kunnossapidettävyyden. (PSK 7501, 2010).

Laskettaessa tunnusluvuilla pidetään käytettävyyttä  $K$  todennäköisyytenä, jolla kohde kykenee suorittamaan siltä vaadittavan toiminnon. Toiminta-aste  $N$  voidaan muodostaa käyntiaikana toteutuneen tuotantomäärän ja maksimituotantomäärän suhteesta. Laatukerroin ilmaisee myyntikelpoisen tuotannon osuuden kokonaistuotantomäärästä. (PSK 6201, 2011). Lehtipainon tapauksessa voidaan laskukaava ilmoittaa muodossa:

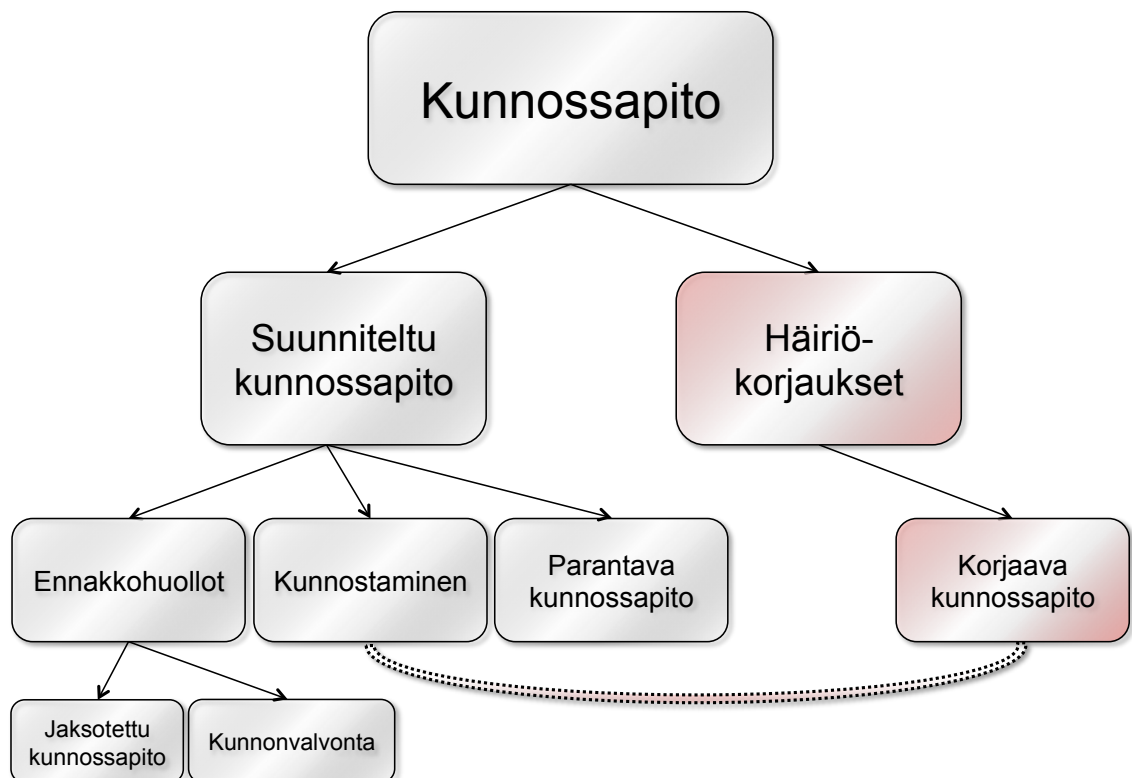
$$L = \frac{\text{nettotuotanto}}{\text{bruttotuotanto}} \quad (1)$$

missä bruttotuotanto = taittolaitteen kautta tuotannon aikana tuotettu materiaali  
nettotuotanto = bruttotuotanto, josta vähennetty makulatuuri

Makulatuuriin sisältyvät yleisesti huonolaatuiset, myyntiin kelpaamattomat lehdet. Tunnusluvuilla tarkastellaan kunnossapidon merkitystä koko yrityksen liiketoiminnassa. Lehtipainon useiden laitteiden yhteiskäyttöön perustuvassa liiketoiminnassa kunnossapidolla on suuri rahallinen merkitys. Laitehäiriöiden aiheuttamat seisokit tuotannossa voivat aiheuttaa viivästyksiä koko jakeluketjuun.

## 4.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapito voidaan jakaa PSK-standardin 7501 (2010) mukaan suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin (kuvio 8). Suunniteltu kunnossapito tapahtuu ennen varsinaisten vikojen havaitsemista. Sen osa-alueita ovat ennakkohuollot, kunnostaminen ja parantava kunnossapito. Ennakkohuolto toteutetaan yleensä ennakkohuoltosuunnitelman mukaisesti, joka on laadittu laitekohtaisesti ottaen huomioon esimerkiksi valmistajan antamat suositukset sekä käytännön kokemukset. Ennakkohuoltotoimenpiteitä suoritetaan häiritsemättä prosessia esimerkiksi laitteen tai sen osan ennalta tiedostetun seisokin aikana, jolloin puhutaan jaksotetusta kunnossapidosta. Kunnonvalvonnalla kerätään tietoa laitteen kunnostustarpeesta, jolloin voidaan esimerkiksi luoda automaattisia ennakkohuoltosuunnitelmia laitteen komponentin ominaisuudet tuntien. Parantavaan kunnossapitoon kuuluvat kaikki toimenpiteet, joilla laitteen rakennetta muuttamalla saavutetaan parempi toimintavarmuus tai kunnossapidettävyyys (PSK 7501, 2010). Tavallisesti sanomalehtipainojen postitusosastot koostuvat useista moduuleista tai linjas-toista, jolloin ennakkohuoltotoimenpiteitä voidaan suorittaa myös jaksotetusti online-ajon aikana seisoville laitteille.



KUVIO 8. Kunnossapitolajit PSK-standardia 7501 mukailleen

Häiriökorjauksella tarkoitetaan korjaavaa kunnossapitoa, joka tapahtuu vikatilanteen havaitsemisen jälkeen. Häiriökorjaus voi olla luonteeltaan joko välitöntä tai siirrettyä. Välitön häiriökorjaus suoritetaan välittömästi vian ilmettyä, siirretyssä häiriökorjauksessa korjaustoimenpiteet suoritetaan tuotannon tilan niin salliessa. Korjaavasta kunnossapidosta puhutaan myös suunnitellun kunnossapidon osa-alueena, kun laitteen korjaamisesta ei aiheudu haittaa prosessille. Tämän kaltaisesta korjaamisesta käytetään nimitystä kunnostaminen, joka suoritetaan monesti korjaamalla. Vakavan häiriötilanteen aiheuttaman seisokin aikana voidaan luonnollisesti tehdä myös suunniteltua kunnossapitotyötä. (PSK 7501, 2010).

### **4.3 Kunnossapidon tietojärjestelmät**

Kunnossapidon tietojärjestelmä on omanlaisensa toiminnanohjausjärjestelmä, joka on suunniteltu kunnossapitotoimintojen hallintaan. Järjestelmän käytöllä pyritään pitämään laitoksen käyttövarmuus halutulla tasolla koko sen elinkaaren ajan (PSK 6201, 2011). Tietojärjestelmä voidaan liittää laitoksen muihin korkeamman tason järjestelmiin, jolloin esimerkiksi laatu-, materiaali- sekä kustannustiedot saadaan koko yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän hyödynnettäväksi. Kerättyjä tietoja voidaan käyttää esimerkiksi kunnossapidon tunnuslukujen laskennassa, jolloin saadaan selville tuotannon tehokkuus laitostasolla tai mahdolliset pullonkaulat tuotannossa.

Kunnossapidon tietojärjestelmä on yksinkertaisimmillaan työtilausten, kirjattujen vikailmoitusten sekä laiteluettelon hallintaan tarkoitettu järjestelmä. Lisäksi se sisältää tavallisesti varaosahallintaan liittyviä toimintoja, joihin lukeutuvat esimerkiksi varaosavarasto sekä toimittajarekisteri. Monipuolisimmillaan järjestelmä käsittää kaikki tuotantolaitteet varaosineen, dokumentteineen ja huolto-ohjeineen, kerää käyttöaikatietoja tuotantolaitteilta ja sisältää monipuoliset analyysi- ja raportointityökalut kriittisimpien kohteiden löytämisen helpottamiseksi. Toiminnanohjausjärjestelmille ominaisesti myös kunnossapidon tietojärjestelmä sijaitsee tavallisesti palvelimella, johon työasemat voidaan yhdistää koko laitoksen sisäverkon kautta. Palvelin pohjaisella ratkaisulla mahdollistetaan kaikkien tuotantolaitteiden parissa työskentelevien henkilöiden helppo pääsy esimerkiksi vikailmoitusten tekemiseen, kun valvomosta, korjaamosta sekä työnjohdonkin työasemilta voidaan kirjautua järjestelmään.

#### 4.4 Kunnossapito Alma Manu Oy:n Tampereen lehtipainossa

Nykyisessä lehtipainossa tehdaspalvelun kunnossapitotyöt on jaettu sähkö- ja konekorjaamon työntekijöiden kesken. Sähkökorjaamo työllistää viisi asentajaa ja konekorjaamo kymmenen henkilöä, joista kaksi toimii erillisenä huoltoryhmänä sekä kaksi esimiestehtävissä. Huoltoryhmän työtehtäviin kuuluvat pääasiassa painokoneiden ja niiden oheislaitteiden ennakkohuoltotyöt, joilla ylläpidetään tuotantokykyä. Varsinaisesti tehdaspalvelun ja kunnossapidon esimiehinä toimivat henkilöt on laskettu mukaan konekorjaamon vahvuuteen, sillä heidän työtehtäviinsä sisältyy niin päivystystehtäviä kuin vikakorjauksiakin. Yleisesti työajat jakautuvat vuorokauden kaikille tunneille lähes jokaisena viikonpäivänä, aivan kuten painolaitoksen tuotantokin. Huoltoryhmä työskentelee käytännön syistä kiinteässä aamuvuorossa, jolloin toinen painokoneista on todennäköisimmin kokonaisuudessaan huollettavissa.

Värinsiirtoon tarkoitettujen kammioraakelien huoltotehtävät on ulkoistettu painolaitoksessa yleisestä siisteydestä vastaavalle siivousyritykselle. Kammioiden käyttöä seurataan tuotantohenkilöstön voimin kirjaamalla kullakin painoyksiköllä ajetut kierrokset ohjaamon seinällä olevaan tauluun, jolloin kunnossapidon tietojärjestelmää ei tässä tapauksessa hyödynnetä. Käytännön kokemukset ovat osoittaneet kammioiden toimivan vaaditulla tavalla noin 600 000:n levysylinterin kierroksen ajan. Kierrosmäärän tultua täyteen tauluun merkitään huoltotarve painoyksikkökohtaisesti. Omien huolto- tai tuotantohenkilöiden voimin suoritettava kammioiden vaihtaminen, puhdistaminen ja korjaaminen työllistäisi käytännössä useamman henkilön kokopäiväisesti, sillä molemmat painokoneet sisältävät yhteensä 256 kammioraakelia.

Kunnossapidon tietojärjestelmänä on käytössä Jyväskyläläisen Arrow Engineering Oy:n kehittämä Arrow Maint, jonka monipuolisia ominaisuuksia on toistaiseksi hyödynnetty vain osittain. Järjestelmään on syötetty tiedot kaikista painolaitoksen olennaisista tuotantolaitteista, mutta niille ei ole kohdistettu varaosia tai dokumentteja. Varaosarekisteriin on vuosien aikana kertynyt kattavasti rivejä, mutta monia pienempiä tarvikkeita ei ole kirjattu järjestelmään. Lisäksi useista varaosista puuttuvat sekä valmistaja- että tyyppikohtaiset merkinnät. Ennakkohuoltotoissa sekä vikakorjauksissa järjestelmää on hyödynnetty varaosahallintaa monipuolisemmin, joskaan huolto-ohjeita ei ole kirjoitettu työtilauskorteille. Automaattista tiedonkeruuta ei ole käytössä missään muodossa. Arrow Maint on kuitenkin selvästi vakiintunut osaksi kunnossapitotöitä sekä tuotantohen-

kilöstön vikailmoitusrutiineja. Opinnäytetyön alkuvaiheessa järjestelmän ominaisuuksia tutkimalla voitiin muodostaa hyvä yleinen käsitys teollisuuden kunnossapidon tietojärjestelmästä. Arrow Maint -järjestelmä on suunniteltu yleisesti teollisuuden käyttöön toimialasta välittämättä (Arrow Engineering Oy, 2012).

## 5 NYKYINEN KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄ

### 5.1 Arrow Maint

Arrow Maint -järjestelmää on nykyisessä painolaitoksessa hyödynnetty vain osittain, mutta tiettyjä toimintoja voidaan pitää olennaisina järjestelmän hyödyllisyyden kannalta. Perehtymällä nykyiseen tietojärjestelmään ja sen käyttöasteeseen kunnossapitohenkilöstön opastuksella voitiin selvittää tärkeimmät ominaisuudet, joita uuden painolaitoksen järjestelmältä odotettaisiin. Lisäksi järjestelmän pääkäyttäjä antoi arvokkaita neuvoja loppukäyttäjän sekä töiden vastaanottajan näkökulman huomioimiseksi. Joidenkin ominaisuuksien kohdalla voitiin tarkastella mahdollisuutta kunnossapidon tietojärjestelmän monipuolisempaan hyödyntämiseen uuden painolaitoksen tapauksessa.

Arrow Maint -järjestelmän päätoiminnot on jaettu erillisiin moduuleihin, jotka käynnistetään käynnistyspalkista (kuvio 9). Moduuleita ovat laiterekisteri, varaosat, toimittajat, perustiedot, työaikataulu, vikailmoitus sekä käyttäjät. Perustiedot-moduulissa määritellään esimerkiksi muiden moduulien pudotusvalikoissa näkyviä tietoja. Käyttäjät-moduulissa hallinnoidaan käyttäjäryhmien oikeuksia. Järjestelmään kuuluu lisäksi erillinen Maint Graphics -ohjelmisto, jonka avulla kerätyistä tiedoista voidaan muodostaa erilaisia diagrammeja.



KUVIO 9. Arrow Maint -järjestelmän käynnistyspalkki

Arrow Maint -järjestelmässä käyttäjäryhmien oikeudet määritellään moduulikohtaisesti (Arrow Engineering Oy, 2003). Ryhmä määrittää suoraan siihen kuuluvien käyttäjien oikeudet, jolloin oikeuksien hallintaa voidaan pitää hyvin yksinkertaisena. Oikeudet ovat tyypiltään joko editointioikeus (EDIT) tai katseluoikeus (NOEDIT). Moduuliin pääsy voidaan kieltää jättämällä oikeudet määrittelemättä kokonaan. Käyttäjät-moduuliin voidaan määritellä ainoastaan editointioikeus tai jättää oikeudet kokonaan määrittelemättä. (Arrow Engineering Oy, 2003). Pääsynhallinnan yksinkertaisuuden vuoksi tietokenttä- tai toimenpidekohtaista pääsynhallintaa ei voida määritellä.



## 5.2 Vikailmoitukset

Suomen kaltaisessa modernissa teollisuusympäristössä vikailmoituksen tekee monesti tuotantotyöntekijä, siksi kynnyksen tähän tulisi olla mahdollisimman matala. Arrow Maint -järjestelmässä vikailmoituksen tekeminen on tehty helpoksi selainpohjaisen vikailmoitustoiminnon avulla. Internet-selaimella päästään miltä tahansa sisäverkon työasemalta tekemään uusi vikailmoitus. Vikailmoitus voidaan lisätä järjestelmään kirjautumatta, mikä yksinkertaistaa menettelyä entisestään. Ilmoituksen tekeminen on luonnollisesti mahdollista myös kirjautumalla järjestelmään, jolloin esiin saadaan vastaavat kentät sisältävä lomake. Kuviossa 10 on havainnollistettu vikailmoitusnäköymän aloitus-sivua tavallisessa internet-selaimessa. Näköymän vasemman alareunan laitehierarkian kautta päästään vikailmoituslomakkeelle. Lomakkeen täyttämässä hyvin olennaiseksi tiedoksi osoittautui ilmoittajan henkilöllisyys. Vikailmoituksen tekijän ammattitaito sekä tekninen osaaminen huomioiden voidaan jo ennen laitteelle siirtymistä päätellä, millaisia toimenpiteitä kohde saattaa edellyttää. Ilmoittajan henkilöllisyys tulisikin määrittellä pakolliseksi tietokentäksi, mikäli mahdollista.

The screenshot displays the Arrow Maint web interface. On the left, there is a sidebar with navigation options under 'Selaustoiminnot' (Viewing functions) and 'Hakutoiminnot' (Search functions). The 'Vikailmoitusten selaus' (Fault report search) section is active, showing search filters for 'Työn tila' (Work status), 'Tekijä' (Reporter), 'Työn laji' (Work type), and 'Päivä eteenpäin' (Days forward). Below the filters, there is a table of reported faults with columns for 'Koodi' (Code), 'Voi alk.pvm' (Start date), 'Laite' (Device), 'Nimi' (Name), 'Vikakuvaus' (Fault description), and 'Tekijä' (Reporter).

Koodi	Voi alk.pvm	Laite	Nimi	Vikakuvaus	Tekijä
<a href="#">21749</a>	11.5.2012	01.13.04.04 Turbo	13.4	...	
<a href="#">21750</a>	11.5.2012	01.99.01	Paino sekalaiset	...	
<a href="#">21754</a>	11.5.2012	02.99.01	Postitus sekalaiset	...	
<a href="#">21746</a>	10.5.2012	01.10.10	Taittaja 10	...	

KUVIO 10. Arrow Maint -vikailmoitusnäköymän aloitussivu internet-selaimessa

### 5.3 Varaosien hallinta

Monipuolisen varaosavaraston hallintaan kannattaa kehittää järjestelmä, jota noudattamalla varastosaldot pysyvät ajantasaisina sekä varsinainen korjaustyö häiriintyy mahdollisimman vähän. Käytännössä jokainen muutos liittyen varaston päivittämiseen aiheuttaa korjaustapahtumaan nähden ylimääräistä työtä, tehtiinpä se millä menetelmällä tahansa. Yksinkertaisinta kun olisi varaosien ottaminen hyllystä sekä vieminen suoraan työkohteeseen. Tällöin esimerkiksi varaosatäydennysten tarpeen arvioiminen, dokumentointi sekä talouslaskelmat varaston sitomasta pääomasta muuttuisivat käytännössä mahdottomiksi.

Nykyisessä lehtipainossa varaston saldoissa olevat varaosat on merkitty viivakoodein, joita luetaan tarkoitusta varten hankitulla käsiskannerilla. Skanneri on langattomasti yhteydessä kunnossapidon tietojärjestelmään. Jatkuva yhteys järjestelmään mahdollistaa välittömän saldon pienentämisen viivakoodin lukemisen jälkeen. Systemi on käyttäjävälillisyydessään toimiva, mikäli viivakoodit vain muistetaan lukea. Ongelmaksi muodostuvat erilaiset hätäkorjaukset, joissa laitteen saaminen nopeasti takaisin toimintakuntoon on avainasemassa. Lisäksi inhimillisten erehdysten seurauksena saatetaan viivakoodien lukeminen yksinkertaisesti unohtaa. Manuaalisesti tapahtuva keräily lie-nee kuitenkin mahdotonta järjestää ilman virhemahdollisuuksia.

Ratkaisuna saldojen päivittämiseen voisi toimia varastoautomaatti, joka järjestelmään liitettynä vähentäisi varaosien määriä automaattisesti keräilytapahtuman seurauksena. Ongelmana varastoautomaateissa on hinta, joka muodostuu helposti huomattavan suu-reksi perinteiseen hyllyjärjestelyyn verrattuna. Lisäksi varastoautomaatin käyttöjärjes-telmän liittäminen kunnossapidon tietojärjestelmään saattaisi osoittautua ongelmalliseksi. Kunnossapidon näkökulmasta uuden laitteen hankkiminen tarkoittaisi sitä paitsi yhtä uutta huollettavaa laitetta lisää.

## 5.4 Tiedonkeruu

Teollisuudessa jatkuvasti lisääntyvä tiedonkeruu lisää analysointimahdollisuuksia sekä mahdollistaa sen kautta paremmin kohdistetut kunnossapitotoimenpiteet, kun laitteen kuntoa ja toimintaa voidaan havainnoida yhä tarkemmin (Schwarz & Boercsoek, 2008). Erilaisten kenttävyöläratkaisujen tuodessa älyä tuotantolaitteisiin voi laite viestiä automaattisesti, mikäli toiminnalle asetetut raja-arvot ylittyvät. Tuotantolaitteissa tietoa keräävien laskureiden dataan pohjautuen voidaan myös ennakkohuoltosuunnitelmat ajoittaa tarkemmin, jos tieto esimerkiksi käyttötunneista, työjaksoista tai kierrosmääristä tuodaan suoraan kunnossapidon tietojärjestelmään. Haastetta todenmukaiseen tiedonkeruuseen tuovat materiaaleista aiheutuvat erilaiset kuormitukset. Erilaiset paperivahvuudet vaikuttavat merkittävästi esimerkiksi postitusosaston trimmerin leikkausterien kuntoon. Trimmeriä käytetään lehden siistimiseen leikkaamalla sen reunoista osa pois. Tällöin painokoneen taittolaitteessa syntyvät leikkausjäljet ja laadun tarkkailuun tarkoitettua mittakentät saadaan poistettua lopullisesta tuotteesta.

Nykyisen painolaitoksen ennakkohuoltojen ajankohdat perustuvat arvioituihin käyttömääriin sekä aikaväleihin. Ennakkohuoltosuunnitelma on laadittu osittain valmistajien ohjeiden ja osittain käytännön kokemusten perusteella. Esimerkiksi painokoneen painoyksiköiden hyvin epätasaisen käytön seurauksena on mahdotonta arvioida, kuinka sylinterien todellinen kuluminen vastaa arvioitua. Peitesylinterien peitekankaiden vaihtoväli on neljä kuukautta, mutta niiden käyttökiertoja ei seurata. Todellisen käyttötiedon puuttuessa esimerkiksi materiaali- ja väri-aiheutunut ennenaikainen peitteen vaihtaminen saattaa jäädä huomaamatta, joskaan materiaali- ja väri-aiheet eivät toistaiseksi ole aiheuttaneet suuria ongelmia. Tiedonkeruulla mahdollistettaisiin siis paitsi paremmin kohdistetut ennakkohuoltotoimenpiteet myös dokumentointi mahdollisia takuukysymyksiä varten. Arrow Maint -järjestelmää olisi mahdollista laajentaa Machine Track -ohjelmistolla, joka kerää käyttöaika- ja muita signaalitietoja tuotantolaitteilta. Ratkaisu vaatisi nykyisen painolaitoksen suhteellisen iäkkäiden laitteiden vuoksi täysin oman tiedonkeruulaitteiston hankkimista.

## 5.5 Dokumentit

Laitteiden käyttöohje-, varaosa- ja huoltodokumentit voidaan linkittää kunnossapidon tietojärjestelmään, jolloin kaikki huoltoihin ja korjauksiin liittyvä materiaali olisi saatavilla samasta paikasta. Tietyn laitteen dokumentin löytäminen helpottuisi, kun navigoitaisiin tiedostopalvelimen kansioiden sijasta tietojärjestelmän laitekohtaisissa valikoissa. Lisäksi dokumenttien linkittäminen työtilauskorteille tapahtuisi automaattisesti, kun laitekohtaiset asiakirjat olisi kertaalleen määritelty. Dokumenttien yksinkertainen paikantaminen helpottaisi asentajien ja käyttäjien työtä erityisesti uuden painolaitoksen käyttöönottovaiheessa. Dokumentointiin voidaan tässä yhteydessä liittää myös varaosien kirjaaminen kunnossapidon tietojärjestelmään, jolloin ne nähtäisiin suoraan oikeille laitteille kohdistettuina. Mahdollisuuksien mukaan tarvittavat varaosat voitaisiin linkittää suoraan työtilauksille, jolloin niitä ei tarvitsisi enää etsiä laitteiden kautta.

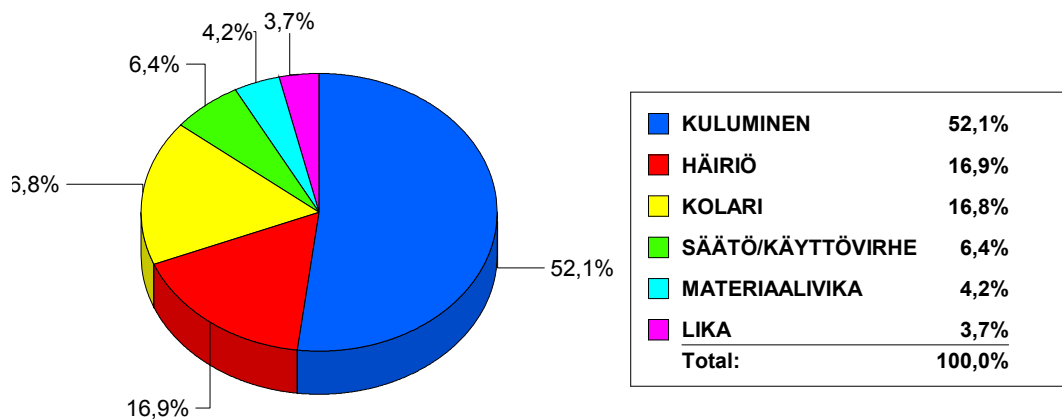
## 5.6 Raportointi

Kunnossapidon tietojärjestelmään kerättyjä tietoja voidaan hyödyntää erilaisten kunnossapidon tunnuslukujen laskennassa. Tarkastelemalla kirjattuja häiriökorjauksia voidaan paikantaa keskimääräistä useammin vikaantuvia laitteita. Arrow Maint -järjestelmässä esitettävät tiedot voidaan suodattaa järjestelmään lisättyjen kategorioiden avulla. Esimerkiksi vikatilanteiden syyt voidaan jakaa kulumiseen, häiriöön, kolariin ja muihin kategorioihin. Kuviossa 11 on esitetty esimerkkiraportti, joka on laadittu käyttäen suodattimena kirjattujen vikojen syitä. Arrow Maint -järjestelmä mahdollistaa raporttien tallentamisen pdf-muodossa, muita tiedostomuotoja ei ohjelmistoon itseensä sisälly. Ohjelmiston kautta syötetyt tiedot tallennetaan tietokantaan, jolloin erilaisten tietotekniikkaratkaisujen avulla tietoja voidaan hyödyntää monipuolisemmin esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmässä.

Postitus vikahistoria  
Osasto = "02 Postitus" ja Työlaji = "VIKAKORJAUS"  
Ryhmittely : Vian syy

3.1.2012

	Kpl	h	Keskim.
KULUMINEN	532	964	2
HÄIRIÖ	137	312	2
KOLARI	157	311	2
SÄÄTÖ/KÄYTTÖVIRHE	75	119	2
MATERIAALIVIKA	39	77	2
LIKA	40	69	2



KUVIO 11. Arrow Maint -järjestelmän raportointityökalulla koostettu raportti. Raportissa on havainnollistettu postituslaitteiden häiriötilanteiden syitä vuonna 2011.

## 5.7 Nimeämiskäytäntö

Kunnossapidon tietojärjestelmän päivittäisen käytön kannalta oleellinen informaatio on laitetunnus ja laitteen nimi, jota työtilaus tai vikailmoitus koskee. Yleensä laitetunnus on numeroista tai kirjaimista koostuva koodi, joka on monesti johdettu hierarkiarakenteesta ylemmän tason laitteen tai osaston tunnusta mukaillen. Toimivan nimeämiskäytännön mukaisista laitetunnuksista nähdään mahdollisesti suoraan, mikä laite on kyseessä. Vaikka selkokielen nimi onkin käyttäjälle laitetunnusta tärkeämpi informaatio, on laitetunnus tietojärjestelmän toiminnan kannalta tärkein tieto. Juuri tästä syystä laitetunnusta on monesti hyvin hankala muuttaa jälkeenpäin. Nykyiseen järjestelmään tutustuttaessa huomattiin laitetunnuksen olevan useimmin se informaatio, jonka käyttäjä vikailmoituksista tai työtilauksilta näkee. Tästä syystä suoraan hierarkiarakenteen numerointiin perustuvat laitetunnukset hankaloittavat työkohteen paikantamista, vaikka vuosien aikana yleisimpien numeroyhdistelmien merkitykset onkin opittu pitkälti ulkoa.

## 6 UUDEN PAINOLAITOKSEN KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄ

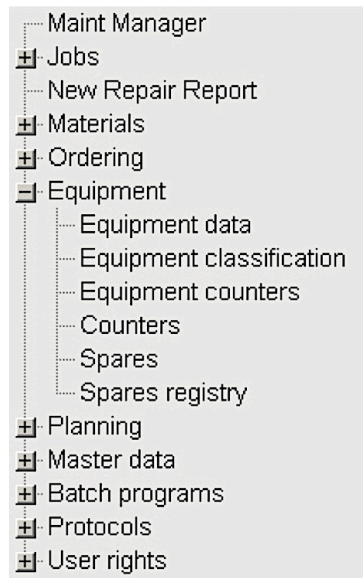
### 6.1 Manroland MainSys

MainSys on saksalaisen Manroland-painokonevalmistajan kehittämä kunnossapidon tietojärjestelmä. Järjestelmään tutustuttiin osallistumalla valmistajan edustajan pitämään esittelytilaisuuteen sekä perehtymällä järjestelmän manuaaliin. Ominaisuuksia vertailtiin nykyiseen kunnossapidon tietojärjestelmään ja pyrittiin huomioimaan mahdollisia kehityskohteita ominaisuuksien käyttämisessä.

MainSys-järjestelmästä on saatavilla useita eri ominaisuuksilla varusteltuja versioita. Järjestelmää on mahdollista laajentaa erilaisilla lisäosilla koskien esimerkiksi kokonaisvaltaisempaa materiaalivirran hallintaa. Järjestelmä toimitetaan painokoneen varaosarekisteri valmiiksi täydennettynä (Manroland web systems, 2012). Tämä tarkoittaa, että varaosille tulee määritellä ainoastaan fyysiset varastopaikat sekä merkinnät. Postitusosaston ja painolaitoksen muut tuotantolaitteet varaosineen, dokumentteineen sekä ennakkohuoltosuunnitelmineen tulee lisätä järjestelmään jälkeempään.

### 6.2 Navigointi järjestelmässä

MainSys-järjestelmässä navigointi perustuu valmiin valikkorakenteen (kuvio 12) lisäksi graafisiin valikoihin, jotka ovat vapaasti muokattavissa. Käyttötarkoituksen mukaan on mahdollista luoda täysin halutunlainen valikkorakenne. Rakenteeseen voidaan lisätä omiksi valikoikseen painolaitoksen kaikki osastot. Lisäksi voidaan määritellä esimerkiksi oma valikko kaikkien dokumenttien keskitettyä hallintaa varten. Osastokohtaiseen valikkoon siirryttäessä saadaan näkyviin esimerkiksi työn alussa esitellyn painokoneen periaatekuvan kaltainen näkymä (kuvio 2). Näkymän päälle voidaan lisätä linkkejä, jolloin halutun laitteen tai komponentin tietoihin päästään havainnollisemmin kuin hierarpiarakenteen kautta. (Breginski, 2011). Varaosarekisterin lisäksi myös painokoneeseen liittyvät navigoinnit sekä linkit on valmiiksi täydennetty järjestelmään valmistajan toimesta (Manroland web systems, 2012). Järjestelmän myöhempi täydentäminen muiden osastojen periaatekuvilla pitäisi onnistua melko yksinkertaisesti, sillä järjestelmä hyväksyy navigointinäkymän pohjaksi tavallisia kuvatiedostoja (Breginski, 2011).



KUVIO 12. MainSys-järjestelmän valmis valikkorakenne (GBIS mbH, 2009)

### 6.3 Käyttäjät ja oikeudet

Järjestelmään on mahdollista lisätä kymmenen käyttäjäryhmää, joista kahta voidaan pitää ennalta määrättyinä tiettyihin tarkoituksiin. Ensimmäisenä ryhmänä on yleensä pääkäyttäjä, jolla on oikeudet koko järjestelmän hallintaan ja myös raportoitujen tietojen poistamiseen. Viimeiselle ryhmälle on myönnetty ainoastaan tarkasteluoikeus järjestelmään. Käyttäjien oikeudet määräytyvät ryhmän perusteella. (GBIS mbH, 2009). Järjestelmä sallii viiden käyttäjän samanaikaisen kirjautumisen järjestelmään. Työpaikkojen määrää ei ole rajoitettu, joten kirjautumalla ulos järjestelmästä voidaan välttää rajoituksesta aiheutuvat ongelmatilanteet. (Manroland web systems, 2012). Menettely vaatii uuden rutiinin omaksumista järjestelmän käytössä, sillä nykyiseen järjestelmään on totuttu olemaan jatkuvasti kirjautuneena niin kunnossapidon kuin tuotantohenkilöstönkin työpisteiltä.

MainSys-järjestelmässä käyttäjien oikeudet voidaan määrittellä huomattavasti tarkemmin kuin Arrow Maintissa. Tarvittaessa voidaan asettaa valikko- tai toimenpidekohtaisia rajoituksia tietyille ryhmille (GBIS mbH, 2009). Kuviossa 13 on esitetty muutamia toimintoja, joiden käyttäjäryhmäkohtaisia oikeuksia voidaan määrittellä järjestelmään.

User Rights										
List Form										
Description	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010
Job control: Update Jobs / Generate	J	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Queue:	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N
Queue: New	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N
Queue: Modify	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N
Queue: Delete	J	J	N	N	N	J	N	N	N	N
Queue: Open	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N
Job Reporting	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Job Reporting: Open	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Job Reporting: Partial Report	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Job Reporting: Report	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Ad-hoc Job	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Ad-hoc Job: Modify	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Ad-hoc Job: New Ad-hoc	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Shift Report	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Overdue Jobs	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N
History	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N
History: Delete Job	J	J	N	N	N	N	N	N	N	N

KUVIO 13. MainSys-järjestelmän ryhmäoikeuksien määrittely (GBIS mbH, 2009)

#### 6.4 Vikailmoitukset

Vikailmoituksia voidaan lisätä järjestelmään kahdella eri tavalla. Yleiseen vikailmoituslomakkeeseen määritellään tavallisesti vikaantunut laite, lyhyt kuvaus häiriöstä sekä osasto, jolle häiriökorjaus mahdollisesti kuuluu. Vikailmoituksen hyväksyminen lisää järjestelmään ilmoitetun työn, joka tulee erikseen aloittaa ja lopuksi raportoida valmiiksi. Tavallisen vikailmoituksen lisäksi on mahdollista lisätä Ad-hoc -tyyppinen ilmoitus. (GBIS mbH, 2009). Ad-hoc -ilmoitus on toimintaperiaatteeltaan enemmänkin raportti, sillä hyväksymisen jälkeen työ kuittaantuu suoraan valmiiksi. Toiminnon käyttäminen voi olla paikallaan esimerkiksi tilanteissa, joissa kunnossapitohenkilö huomaa laitteen poikkeuksellisen toiminnan sattumalta ja suorittaa korjauksen ilman varsinaista työtilausta. Lisäksi pikatoiminnolla voidaan pyrkiä lisäämään pienempien häiriökorjausten raportointia. Samoille laitteille kertyvät pienemmät häiriötilanteet voivat ennakoita joko suurempaa ongelmaa tulevaisuudessa tai asennusvirhettä.

MainSys-järjestelmä ei lähtökohtaisesti pidä sisällään vaihtoehtoisia tapoja vikailmoituksen lisäämiseen. Järjestelmään on aina kirjaututtava vikailmoituksen tekemistä varten. Nykyiseen vapaampaan käytäntöön tottuneista tuotantotyöntekijöistä uusi toimintatapa saattaa tuntua hankalalta. Ratkaisuna voisi toimia käyttäjäprofiilien määrittely osastoittain. Tällöin sekä paino- että postitusosastolla voitaisiin tietyillä työpisteillä olla jatkuvasti kirjautuneena järjestelmään. Mikäli viiden samanaikaisen käyttäjän raja tulisi vastaan, olisi tuotantohenkilöstöllä silti vain yksi tunnus muistettavana henkilökohtaisen



sijasta. Yhteisen käyttäjäprofiilin käyttäminen helpottaisi järjestelmän käyttöä, mutta saattaisi aiheuttaa ongelman kunnossapitohenkilöstön näkökulmasta. Oleelliseksi todettu ilmoittajan henkilöllisyys -tietokenttä saatetaan MainSys-järjestelmässä täydentää automaattisesti kirjautumistietojen perusteella. Tällöin useille henkilöille jaettua tunnusta käyttämällä ei voitaisi vian aiheuttamista toimenpiteistä vetää samankaltaisia johtopäätöksiä kuin nykyään. Mahdollisuutta kyseisen tietokentän editointiin ei saatu materiaaleista selville.

## **6.5 Nimeämiskäytännön muuttaminen**

Uuden painolaitoksen postituslaitteiston valmistaja Ferag AG on määrittänyt laitteille sekä toiminnoille pääasiassa kolmesta kirjaimesta koostuvan lyhenteen. Laitteet on rekisteröity englanninkielisillä nimillä, mutta erilaisten ajotapojen, toimintojen ja komponenttien lyhenteet on johdettu suoraan saksan kielestä. Useampaan kohteeseen liittyvät laitteet on nimetty pääasiassa yhdistämällä kyseiset lyhenteet peräkkäin. Työn alkuvaiheessa lyhenteille pyrittiin löytämään myös suomenkieliset selitteet. Laitemanuaaleista kerätyistä tiedoista kerättiin lista, jonka avulla kaavioissa oleville lyhenteille saatiin sekä englannin- että suomenkielinen selite. Muutama puuttuvaan lyhenteeseen saatiin myöhemmin täydentävät selitteet laitevalmistajan suomenkielisen asentajan avulla. Lyhenteitä voidaan pitää oleellisina, sillä niiden käyttäminen helpottaa huomattavasti asiointia valmistajan kanssa. Lisäksi uuden MainSys-järjestelmän postituslaittehierarkiaa luotaessa kannattaisi käyttää laitetunnuksissa valmistajan lyhenteitä, joihin lisätään samanlaiset laitteet yksilöivä numerotunnus. Tällöin voitaisiin jo laitetunnusta katsomalla varmistua siitä, mikä laite on kyseessä.

## 6.6 Tiedonkeruun ja ennakkohuoltojen suunnittelu

MainSys-järjestelmä on suunniteltu yhteensopivaksi painokonevalmistajan PECOM-ohjausjärjestelmän kanssa (Process Control, Process Organisation, Process Management). Painoyksikkökohtaiset käyttötunnit sekä kierrosmäärät saadaan luettua kunnossapidon tietojärjestelmään ohjausjärjestelmän keräämästä tiedosta. (Manroland web systems, 2012). Tämä mahdollistaa täsmällisemmin ajoitetut ennakkohuoltoajankohdat yksikköjen käytön perusteella. Järjestelmän laajennuksella seuranta voidaan tarkentaa peitesylinterikohtaiseksi, joskaan ominaisuudelle ei toistaiseksi ole nähty tarvetta. Eri-laisia laskureita voidaan lisätä vapaasti aikaisemmin kuviossa 12 esitetyn Equipment-Counters -valikon alle. Laskuri voidaan osoittaa halutulle laitteelle, jolloin Equipment-Counters -valikossa nähdään laitekohtaiset laskurit. Mikäli jonkin laskurin lukemaa ei saada luettua automaattisesti, voidaan se syöttää manuaalisesti laitekohtaisen laskurin uudeksi lukemaksi. Ennakkohuoltoajankohdat voidaan todellisen käyttötiedon puutteessa perustaa myös kalenteriin tai kiinteisiin aikaväleihin (GBIS mbH, 2009).

Ennakkohuollot voidaan lisätä järjestelmään joko staattisina tai dynaamisina. Staattinen ennakkohuolto generoidaan aina määriteltynä ajankohtana ottamatta huomioon, onko aikaisempi kuitattu valmiiksi. Dynaaminen ennakkohuolto generoidaan vasta, kun edellisen vastaava huolto on raportoitu tehdyksi. Käyttämällä dynaamisia ennakkohuoltoja voidaan varmistua siitä, ettei järjestelmään kerääny raportoimatta jätettyjä huoltoja. MainSys-järjestelmässä ennakkohuollot, laskurien päivitetty lukemat sekä muut laajat tiedonkäsittelytoiminnot suoritetaan tarkoituksenmukaisilla batch-ohjelmilla. Oletuksena ennakkohuoltojen batch-ohjelma käynnistetään aina viikonloppuisin, jolloin järjestelmään generoidaan seuraavan viikon ennakkohuollot. Järjestelmän laskurien lukemat päivitetään omalla batch-ohjelmallaan, joka suoritetaan ennakkohuoltojen batch-ohjelman käynnistyessä. (GBIS mbH, 2009). Batch-ohjelmilla suoritettava järjestelmän päivittäminen vähentää jatkuvan tiedonsiirron tarvetta, kun päivitetty tietokanta luetaan aina samalla kertaa.

Eri valmistajien järjestelmien toteutuksesta ja kerätyn tiedon muodosta määräytyy, voidaan MainSys-järjestelmän laskureita osoittaa muidenkin painolaitoksen osastojen tuotantolaitteille. Järjestelmä itsessään ei rajoita laskureiden käyttöä. Breginskin (2011) mukaan Ferag AG:n postitusjärjestelmä on aikaisemmin liitetty onnistuneesti MainSys-järjestelmään.

## 6.7 Raportointi ja dokumentit

MainSys-järjestelmä mahdollistaa minkä tahansa valikon tietojen tallentamisen sisäänrakennetun export-toiminnon avulla. Tiedot voidaan tallentaa taulukon 1 mukaisissa tiedostomuodoissa. (GBIS mbH, 2009). Toiminto lisää joustavuutta järjestelmään syötettyjen tietojen käsittelyyn. Vertailun vuoksi: Arrow Maint -järjestelmässä tiedot voidaan tallentaa ainoastaan pdf-muodossa.

TAULUKKO 1. MainSys-järjestelmän valikkotietojen tallennusmuodot

Tiedostotyyppi	Tiedostopääte
Tekstitiedosto	.txt
HTML-tiedosto	.htm
Excel-taulukko tai -tiedosto	.xls
Word-tiedosto	.doc
XML-tiedosto	.xml

Laitteille kohdistettavien dokumenttien käsittelyssä järjestelmät ovat hyvin samankaltaisia. Dokumenttien määrää tai tiedostomuotoa ei ole rajoitettu, sillä kunnossapidon tietojärjestelmä toimii tavallaan keskitettynä linkkivarastona. Dokumentit sijaitsevat todellisuudessa palvelimella, jolloin tuki eri tiedostomuodoille määräytyy kulloinkin käytettävästä tietokoneesta. Painokoneen kunnossapitoon ja huoltoihin liittyvät dokumentit on valmiiksi täydennetty järjestelmään valmistajan toimesta (Manroland web systems, 2012). Uuden painolaitoksen suuremman laitemäärän vuoksi olisi suositeltavaa keskitää dokumentit kunnossapidon tietojärjestelmään saman valikon alle. Laitoksen käyttöönottoaiheessa uusien laitteiden käyttöön sekä huoltoon tutustuttaessa voitaisiin varmistua tarpeellisten dokumenttien pysymisestä tallessa.

## 7 POSTITUSOSASTO

### 7.1 Yleinen kuvaus

Uuden painolaitoksen postitusosastolle muodostuu kolme vierekkäistä postitusmoduulia, joissa jokaisessa on hieman toisistaan poikkeavat laitteet. Moduulien roolitamisella on pyritty muodostamaan mahdollisimman monipuoliset ajo- eli tuotantotavat. Postitusmoduulien virtauskaaviot ovat liitteinä 1 ja 2. Moduulit 1 ja 2 ovat samassa virtauskaaviossa ristiinajomahdollisuuksiensa vuoksi. Moduuli 3 voidaan käsitellä omana kokonaisuutenaan, jossa on kaksi vastaanottoasemaa (AU-MNK) (liite 9). Liitteessä 3 on havainnollistettu virtauskaavioissa olevia lyhenteitä.

Jokaisessa moduulissa on dynaaminen puskuri, joka tasaa nopeuseroja painon ja postituksen välillä. Käytännössä puskuri koostuu kolmesta MultiDisc-laitteesta (MTD) (liite 7), joissa jokaisessa on paikat kahdelle varastokelalle. Laitteen ja sen kelojen avulla osa tuotannosta voidaan kerätä varastoon, mikäli painokoneen nopeus on suurempi. Luonnollisesti puskurina toimivat MultiDisc-laitteet voivat myös syöttää tuotteita takaisin kuljetusketjuille. Liitteiden tuotannossa ajaminen tapahtuu kokonaisuudessaan varastokeloille, jolloin niitä voidaan hyödyntää myöhemmin päätuotetta ajettaessa. Kelat ovat irrotettavissa, jolloin niitä voidaan vapaasti kuljettaa postituslaitteiden ja -moduulien välillä.

Jokaisessa postitusmoduulissa on mustesuihkulaitteet osoitteiden lisäämistä varten sekä MultiSert-Drum -liitelaite (MSD) (liitteet 4 ja 5), jonka avulla päätuotteen sisälle voidaan syöttää liitteitä. Useita liitteitä voidaan syöttää samanaikaisesti varastokeloilta erillisen purkuaseman (AWS) kautta sekä käsisyötön mahdollistavien JetFeeder-käsialistimien (JEF) (liite 6) kautta. Käsialistin muodostaa sisään syötetystä lehtinipusta pyörivän roottorin avulla tasaisen limivirran. Roottorin kierroksen aikana poimitaan nipusta useita tuotteita. RollStream-kuljetinhihnaston (ROS) (liite 4) avulla useiden käsialistimien syöttämiä liitteitä voidaan kerätä pinoksi ja syöttää kerralla liitelaitteelle. Kelaus- ja purkuasemat (WAS) sijaitsevat välittömästi puskurien vieressä. Alistimia voidaan irrottaa ja siirtää toisen postitusmoduulin liitelaitteelle tarpeen mukaan. Liittämällä alistimia purkuasemille voidaan käsisyötettäviä liitteitä ohjata kuljetinketjulle. Huomattavaa on, että kolmannen postitusmoduulin liitelaitteeseen on mahdollista liittää

eniten alistimia. Lisäksi postitusmoduuleissa on paikka kortti- ja tarralaitteelle (TRL), jolla lehden etu- tai takasivuun voidaan liimata tarra tai erillinen kortti. Laitteita on postitusosastolla yksi, mutta paikkavaraukset mahdollistavat sen siirtelyn moduulista toiseen tarvittaessa.

Postitusmoduulien viimeisessä käsittelyvaiheessa lopulliset tuotteet niputetaan kuljettamista varten. Niputuslinjoja on jokaisessa postitusmoduulissa kolme kappaletta. Niputuslinja alkaa MultiStack-stakkerista (MTS) (liite 8), joka poimii kuljetinketjulta vaaditun määrän lehtiä pinoksi. Stakkerissa suuremmat niput muodostetaan useasta pienestä pinosta, jotka käännetään toisiinsa nähden 180 astetta kääntöpöydän avulla. Näin korkeista nipuista saadaan tasapainoisia lehden ollessa hieman paksumpi taitteen puolelta. Stakkerin jälkeen nipun päälle lisätään nippulappu (DBH) jatko-ohjauksien lukemista varten ja alle syötetään suojaava aluspaperi (KPZ) (liite 6). Lopuksi nippu sidotaan sitomakoneilla (SSP) (liite 8) sekä niputuslinjan suuntaisesti että poikittain. Jokaisen moduulin ensimmäiseen niputuslinjaan kuuluu lisäksi kimputuslaite (PAS). Kimputuslaitteella kasataan ohuet niput päällekkäin, jolloin niputuslinjan kuormitusta saadaan pienemmäksi. Lisäksi kuljettaminen helpottuu, kun lukuisten pienten nippujen sijaan käsitellään suurempaa yhteen sidottua kokonaisuutta. Kolme niputuslinjaa ovat laitteiltaan samanlaiset jokaisessa postitusmoduulissa. Sidotut niput siirtyvät lähettämökuljettimille, joilla ne kuljetetaan edelleen jakeluautoihin, käsirullakointipisteille tai lavaajalle. Lavaajan avulla valmiit niput voidaan kerätä lavoille suurempien erien vattomampaa kuljettamista varten.

## 7.2 Postitusmoduulit

Eri ajotapoja kuvattaessa tarkoitetaan online-ajoa, jolloin tuotteet ohjataan postitusmoduulien läpi suoraan painokoneen taittolaitteelta. Online-ajomahdollisuuksien lisäksi voidaan tuotteita postittaa offline-ajolla. Tällöin lehtiä voidaan syöttää varastokeloilta tai käsisyöttöpisteiden kautta painokoneen seistessä, jolloin alkuperäisellä taittolaitteella ja vastaanottoasemalla ei luonnollisesti ole merkitystä. Ajomahdollisuuksia on havainnollistettu liitteissä 1 ja 2.

Ensimmäiseen postitusmoduuliin voidaan ajaa ensimmäisen ja toisen vastaanottoaseman kautta. Järjestelyllä mahdollistetaan ristiin ajamisen mahdollisuus, jolloin painoko-

neen tietty taittolaitte ei ole sidoksissa vain yhteen postitusmoduuliin. Lisälaitteina moduulissa on stiftirumpu (SSH) (liite 10), erillinen kelaus- ja purkuasema sekä trimmeri (SNT) (liite 11). Stifti- eli nitojarummulla voidaan tuotteeseen nitoa erilliset kannet, jolloin voidaan valmistaa esimerkiksi aikakauslehtien kaltaisia tuotteita. Stiftirummun käyttäminen edellyttää lehdessä ylitaitetta, jolloin siistin lopputuloksen varmistamiseksi nidottu tuote myös leikataan trimmerillä. Ylitaitte tarkoittaa käytännössä lehden puolitaitosta, joka ei sijoitu tasan keskelle. Tällöin taitetun lehden reuna on hieman toista ulompana. Ylitaitteella varmistetaan postituslaitteen oikeanlainen ote lehdestä ja lehden aukeaminen tarkalleen keskiaukeaman kohdalta. Trimmerin toiminta perustuu pyörivään roottoriin, jonka taskuihin mahtuu kymmeniä tuotteita kerrallaan. Roottorin pyöriessä lehden reunat kiilautuvat leikkuuteriä vasten jolloin saadaan aikaiseksi siisti lopputulos.

Huomattavaa on, että trimmerille voidaan ajaa myös toisen postitusmoduulin kautta. Tällöin tuotteet poistetaan kuljetusketjulta trimmerille ennen kuin ne päätyvät niputuslinjoille. Erilaiset ristiinajomahdollisuudet sekoittavat laitteistohierarkiaa. Laitteen fyysinen sijainti tietyn postitusmoduulin alueella ei aina tarkoita ajomahdollisuuksien kannalta kuulumista ainoastaan kyseisen moduulin laitteisiin. Valmiit tuotteet voidaan ajaa niputuslinjojen ohi erilliselle kelausasemalle, jolloin varastokeloja siirtämällä voidaan tuotteita käyttää esimerkiksi liitteinä toisissa postitusmoduuleissa.

Toiseen postitusmoduuliin ajaminen tapahtuu aina ensimmäisen postitusmoduulin puskurin läpi, vaikka lehteä ajettaisiin taittolaitteelta 2. Tämä mahdollistaa tuotteiden jakamisen molempiin moduuleihin. Tällöin joka toinen lehti poimitaan ensimmäiseen postitusmoduuliin ja loput jatkavat toiseen moduuliin. Lisälaitteena moduulissa on erillinen StreamFold-neljännestaittolaitte (SFO) (liite 12), jolla puolitaitettuina ajettut lehdet saadaan neljännestaitettua postituksessa. Vastaava neljännestaittolaitte otettiin testikäyttöön nykyisessä painolaitoksessa vuoden 2011 aikana. Laitte todennäköisesti siirretään uuteen painolaitokseen uusien laitteiden kanssa asennettavaksi.

Kolmanteen postitusmoduuliin voidaan ajaa vain kolmannen ja neljännen vastaanottoaseman kautta. Ajettaessa neljännelle vastaanottoasemalle on lehti neljännestaitettu jo painokoneen taittolaitteella. Postitusmoduulin liitelaitteen kymmenen käsialistinpaikkaa mahdollistavat usean liitteen keräämisen saman tuotteen väliin. Liitteistetyt tuotteet voidaan ajaa niputuslinjojen ohi takaisin puskurin varastokeloille, jolloin toinen puskurin kuljettimista on varattuna kelattavalle tuotannolle. Vertailun vuoksi: ensimmäisessä

moduulissa sijaitsee oma kelausasemansa ohi ajettujen lehtien kelaamista varten, toisessa moduulissa tätä mahdollisuutta ei ole. Kymmenen käsialistinpaikkaa kolmannessa postitusmoduulissa mahdollistavat myös mainosluonteisen jälkituotannon, jolla jakajien käsin tekemää liitteistämistä vähennetään.

## 8 TEOLLISUUS-ETHERNET

### 8.1 Postituslaitteiden I/O-ratkaisu

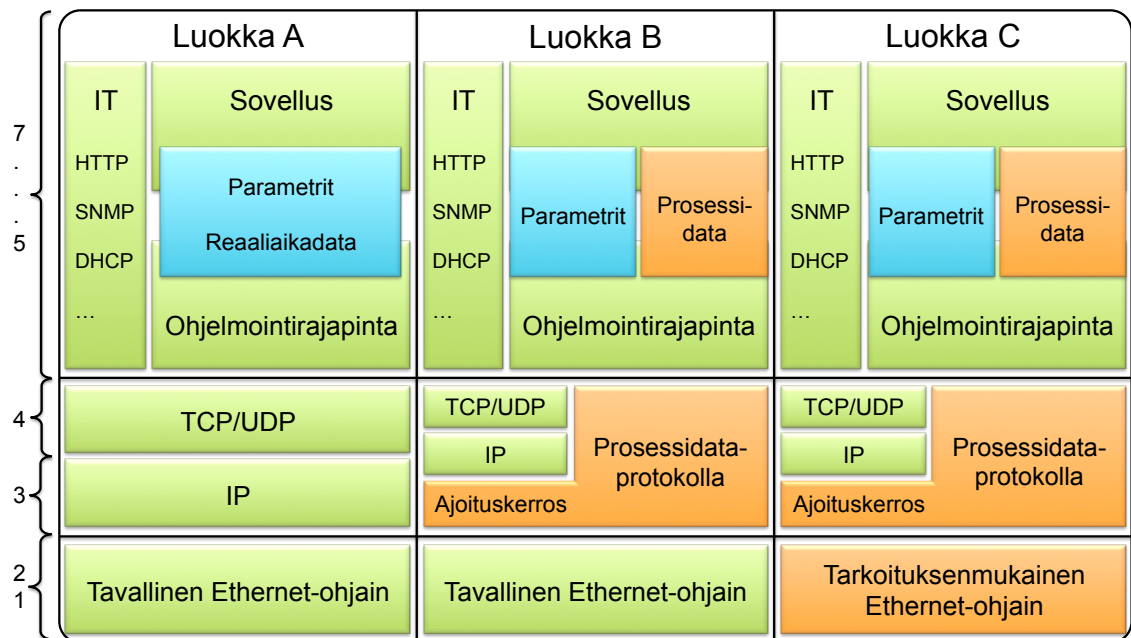
Uuden painolaitoksen postituslaitteissa käytetään Ethernet-teknologiaan perustuvaa kenttäväylää. Kenttäväylän pohjautuminen tavanomaiseen internet-tekniikkaan mahdollistaa suoraviivaiset liittynät laitoksen korkeamman tason järjestelmiin. Kenttäväyläratkaisu sallii vaihtelevan verkkotopologian käyttämisen ja tavanomaisten Ethernet-kaapelien hyödyntämisen myös kenttälaitetasolla. I/O-tason tietoliikenteen pohjautuessa kenttäväylään perustuvat laitteiden väliset yhteydet tavanomaiseen Ethernet-teknologiaan. Kommunikointi koko postitusosaston sisällä ohjausjärjestelmästä I/O-tason komponentteihin on mahdollistettu tarkoituksenmukaista protokollaa käyttämällä. Jokaisessa postitusmoduulissa on tietokonepäätte tuotantokohtaisten parametrien syöttämiseksi ohjausjärjestelmään. Vaihtelua tuotantotapoihin aiheuttavat esimerkiksi käsiteltävän tuotteen sivumäärä ja koko, liitteistäminen, trimmaaminen, neljänneistäminen tai osoitteistaminen.

Uuteen teknologiaan perustuvan neljänneistäittolaitteen ollessa jo käytössä nykyisessä painolaitoksessa voitiin tekniikkaa tutkia yhden laitteen osalta ennakkoon. Varaosaksi tarkoitetun teollisuus-PC:n avulla tutustuttiin neljänneistäittolaitteen käyttöliittymään, I/O-konfiguraatioon sekä hallintaohjelmistoon. Vaikka testikäyttöön saatiinkin pelkkä keskusyksikkö, voitiin siihen valmiiksi ladatun laitekonfiguraation avulla tarkastella näennäisesti koko laitetta liityntöineen. Neljänneistäittolaitteella itsellään toteutettiin muutama pienimuotoinen koe, joihin tarvittiin todenmukaiset liittynät laitteen eri komponentteihin.



## 8.2 Ethernet-pohjaisten kenttäväylien jaottelu

Ethernet-pohjaiset kenttäväylät eroavat toisistaan esimerkiksi reaaliaikaominaisuuksiltaan, suorituskyvyltään sekä laitteistokustannuksiltaan. Väylät voidaan luokitella slave-laitteiden toteutuksen perusteella. Luokittelun perusteena on vertailu standardin IEEE 802.3 mukaiseen Ethernet-lähiverkkoteknologiaan ja laitteistoon (Rostan, 2011). Kuviossa 14 on esitetty slave-laitteiden arkkitehtuuri eri luokissa mukaillen OSI-mallin (Open Systems Interconnection) seitsemää kerrosrakennetta.



KUVIO 14. Ethernet-kenttäväyläteknikoiden luokittelu OSI-mallia mukaillen

OSI-mallin ensimmäiset kaksi kerrosta kuvaavat datapakettien kehystämisestä ja siirtämisestä siirtotiessä, joka voi kaikissa luokissa olla yleinen Cat5-Ethernet-kaapeli. Luokan A kenttäväylät perustuvat täysin lähiverkkoratkaisuissa käytettyihin tekniikoihin ja laitteistoihin. Liikennöinti tapahtuu TCP/IP-protokollan (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) mukaisesti, aivan kuten nykyisessä internet-liikenteessä. (Rostan, 2011). TCP/IP-protokollaa käytetään informaation reitittämiseen IP-osoitteen perusteella sekä liikenteen varmistamiseen kahden päätelaitteen välillä (Kozierok, 2005). Tavallomaisen internet-verkkotekniikan käyttäminen aiheuttaa tiedonsiirtoon ennakoimattomia viiveitä. Viiveet aiheutuvat muusta liikenteestä sekä laitteista, kuten kytkimistä. Monien valmistajien ensimmäiset Ethernet-kenttäväylät ovat olleet toteutukseltaan luokan A kaltaisia, esimerkkeinä Profinet CbA, Ethernet/IP sekä Modbus-IDA. (Rostan, 2011).

Luokan B kenttäväylät perustuvat fyysisesti samaan Ethernet-teknologiaan kuin luokan A väylät. Prosessidatan siirtämiseen on kuitenkin oma protokollansa, joka sisällyttää informaation Ethernet-kehukseen. Perinteistä TCP/IP-liikennettä ei ole suljettu pois, mutta ajoituskerros kontrolloi ja rajoittaa sen pääsyä verkkoon. Esimerkkejä luokan B Ethernet-kenttäväyläratkaisuihin ovat Profinet RT (nykyään Profinet IO) ja Ethernet Powerlink. Vaikka TCP/IP-liikenne ei suoraan häiritse liikennettä kuten luokan A laitteissa, aiheuttavat tavanomaiset verkkolaitteet samoja ennakoimattomia viiveitä. Viivettä aiheuttavat myös mahdolliset IP multicast -lähetykset, jotka ohjautuvat verkossa useammalle laitteelle. Ethernet Powerlink -kenttäväylässä liikennöinti tapahtuu broadcasting-periaatteella, jolloin väylälaitteiden pitää suodattaa ja käsitellä jokainen viesti. Tämä luonnollisesti kasvattaa verkon liikennemäärää ja aiheuttaa edelleen lisää ennakoimattomia viiveitä. (Rostan, 2011).

Viimeisimmän eli luokan C kenttäväylissä yhtäläisyydet tavanomaiseen Ethernet-lähiverkkoliikenteeseen rajoittuvat fyysiseen siirtotiehen, kaapeliin. Vähintään verkon slave-laitteissa on oltava väyläohjain, joka on suunniteltu verkon suurempaa suorituskykyä varten. Aiempiin luokkiin verrattuna tiedonsiirto käsitellään väylälaitteissa omalla piirillään, mikä poistaa mahdolliset kytkimistä tai mikroprosessoreista johtuvat viiveet. Luokan C kenttäväyläratkaisuja ovat Profinet IRT (nykyään myös Profinet IO), CC-Link IE, SERCOS Interface sekä EtherCAT. (Rostan, 2011).

Huomattavaa on, että edellä mainitut luokitteluperusteet koskevat ainoastaan kenttäväylän slave-laitteita. Monissa ratkaisuissa master-laitteeseen tarvitaan lisäksi tarkoituksenmukainen liityntäkortti, jossa on oma prosessorinsa väyläkommunikaatiota varten. Luokan C Ethernet-kenttäväyläteknikoista EtherCAT on ainoa, jossa master-laitteena voi toimia tavallisella Ethernet-ohjaimella varustettu PC. Tällöin laitteen master-ominaisuudet saadaan esille ajamalla tarkoituksenmukaista ohjelmistoa. (Rostan, 2011). Reaaliaikaominaisuuksien käyttöönotto vaatii tarkoituksenmukaisen ajurin asentamista tietokoneelle. Ajuri sisältää priorisointijärjestelmän sekä puskurin, joiden avulla reaaliaikadata voidaan käsitellä ensisijaisesti. Tavanomainen Ethernet-liikenne siirretään, kun reaaliaikainen tiedonsiirto sen sallii. (Beckhoff Automation GmbH).

### 8.3 EtherCAT - Ethernet for Control Automation Technology

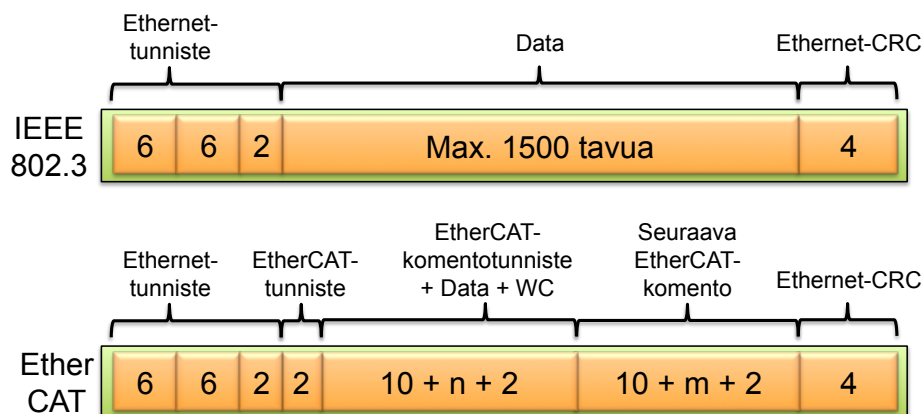
EtherCAT on Beckhoff Automationin vuonna 2003 kehittämä avoin ja Ethernet-yhteensopiva kenttäväyläteknikka. Tekniikan käyttöönottoa hallinnoi EtherCAT Technology Group -organisaatio, joka pyrkii toiminnallaan varmistamaan tekniikan pysyvän avoimena sekä turvaamaan laitteiden yhteensopivuuden. Organisaatio määrittelee laitteille toiminnallisia vaatimuksia sekä myöntää sertifikaatteja testit läpäisseille laitteille. (EtherCAT Technology Group).

Ethernet-tekniikalle tyypillisesti myös EtherCAT-väylässä dataa lähetetään sekä vastaanotetaan samanaikaisesti omia johtimiaan pitkin (full duplex). Liikennöinti tapahtuu standardin mukaisen Ethernet-viestin välityksellä, jonka data-alueeseen EtherCAT-komennot on sisällytetty. Ethernet-verkon näkökulmasta EtherCAT-väylä voidaan käsittää yhdeksi suureksi Ethernet-laitteeksi, joka lähettää ja vastaanottaa Ethernet-viestejä. (EtherCAT Technology Group, 2011). Tästä Ethernet-laitteesta käytetään myöhemmin nimitystä ryhmä. Verrattaessa normaaliin Ethernet-laitteeseen tämä laite koostuu ohjaimen sijasta yhdestä master-laitteesta sekä useista EtherCAT-slave-laitteista. EtherCAT-informaation sisältyessä Ethernet-viestiin voi hyvin pienten datamäärien syklinen siirtäminen varata kaistanleveyttä huomattavan paljon itse informaatioon nähden. Esimerkiksi kahden bitin sisääntulokortin informaation siirtämiseen vaaditaan kymmeniä kertoja enemmän bittejä itse datan lisäksi. Ongelma on EtherCAT-väylässä ratkaistu varustamalla jokaisen slave-laitteen ASIC-piiri (Application Specific Integrated Circuit) FMMU-muistinhallintayksiköllä. Fieldbus Memory Management Unit toimii kuten tietokoneiden prosessorien MMU (Memory Management Unit) kääntämällä loogiset osoitteet laitteiden fyysisiksi osoitteiksi. Erona MMU:n toimintaan FMMU pystyy toimimaan bittitasolla, kun tavallisten prosessorien muistinhallintayksiköt käyttävät neljän kilotavun muistialueita. Tämä mahdollistaa myös pienten binäärisen sisääntulokorttien informaation välittämisen tehokkaasti. (EtherCAT Technology Group, 2011).

Käytettäessä loogisia osoitteita fyysisten sijasta voidaan koko EtherCAT-väylä käsittää master-laitteen näkökulmasta yhdeksi suureksi hajautetuksi muistiksi, jota voidaan lukea ja kirjoittaa rajoituksetta. Tämä mahdollistaa muistialueen eri osien eli laitteiden osoittamisen tiedonsiirtoon yhdellä EtherCAT-viestillä. Menettely hyödyntää käytettävissä olevaa kaistanleveyttä tehokkaammin verrattuna fyysisillä osoitteilla jokaiselle

slave-laitteelle erikseen osoitettuun viestiin. FMMU tulkitsee EtherCAT-viestin komendoista loogiset osoitteet ja kääntää komennot oikealle laitteelle. Ei-sykliseen tiedonsiirtoon voidaan käyttää fyysisiin osoitteisiin perustuvaa osoitteistamista, jolloin yhdellä EtherCAT-viestillä kohdistetaan toimenpiteet ainoastaan yhdelle slave-laitteelle. Tämän tyyppinen tiedonsiirto voi olla paikallaan esimerkiksi parametritietoja siirrettäessä. Jokaisella slave-laitteella on 64 kilotavun suuruinen muistialue lukemista ja kirjoittamista varten. Viestit kulkevat koko väylän läpi, jolloin liikennöimään osoitetut laitteet lukevat ja kirjoittavat datansa viestin kulkiessa ohi. Viestien käsittely suoritetaan slave-laitteissa tarkoituksenmukaisella piirillä, jolloin mahdolliset mikroprosessorien vasteajat eivät aiheuta viivettä kommunikaatioon. (EtherCAT Technology Group, 2011).

Ethernet-yhteensopivuus mahdollistaa minkä tahansa Ethernet-laitteen liittämisen EtherCAT-väylään keskittimen tai kytkimen välityksellä. Yhteensopivuus mahdollistaa esimerkiksi verkon ylläpitoon ja valvontaan tarkoitetun tietokoneen liittämisen mihin tahansa pisteeseen EtherCAT-verkossa. EtherCAT-liikenne ei itsessään vaadi laitteilta IP-osoitteita, kuitenkin Ethernet-liikenteen toimiessa väylässä osalla laitteista voi olla IP-osoite. IP-osoitteelliset laitteet liikennöivät EtherCAT-liikenteeseen nähden täysin läpinäkyvästi. (EtherCAT Technology Group, 2011). Kuviossa 15 on esitetty EtherCAT-viestin sisällyttäminen IEEE 802.3-standardin mukaiseen Ethernet-kehukseen.



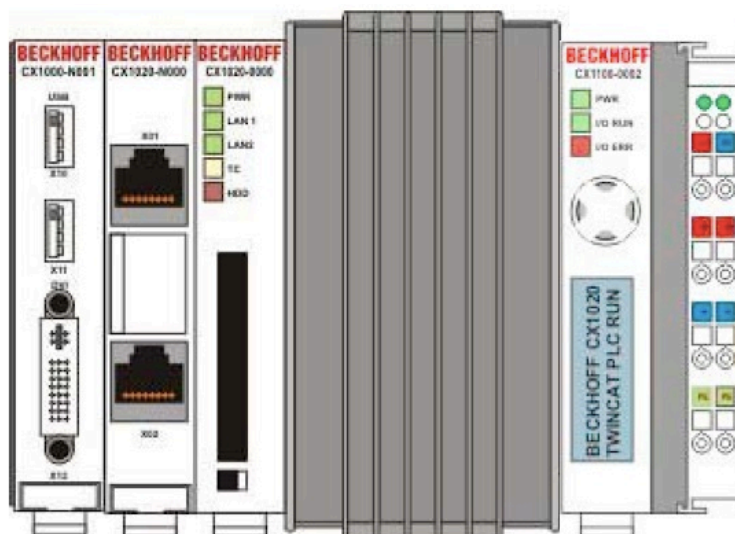
KUVIO 15. Standardin IEEE 802.3 mukainen Ethernet-kehys ja siihen sisällytetty EtherCAT-viesti

Huomattavaa on, että Ethernet-kehyyksen molemmin puolin on määritelty muitakin osia, jotka liittyvät kehysten erottamiseen toisistaan. Yhdessä kehyyksen eri osien kanssa ne muodostavat kokonaisuutena Ethernet-viestin. EtherCAT-viesti vaikuttaa ainoastaan Ethernet-kehyyksen data-osaan, jolloin selkeyden vuoksi täydellistä standardin mukaista Ethernet-viestiä ei työssä esitellä. Ethernet-kehyyksen tunniste koostuu kohde- ja lähdelaitteen MAC-osoitteista (6 + 6 tavua) sekä kahden tavun kokoisesta Ethertype-osasta, jolla määritetään kehyyksen datan protokolla. Ethertype-osan perusteella laitteet päättävät, onko kehyyksen sisältämä informaatio niiden ymmärtämässä muodossa. Kehyyksen lopussa on neljän tavun kokoinen tarkistussumma, jolla pyritään havaitsemaan siirron aikana tapahtuneita virheitä. Virheiden havaitsemiseen käytetään Cyclic Redundancy Check -algoritmia. (IEEE Computer Society, 2008). Kehyyksen datan ollessa EtherCAT-viesti käytetään tarkoitusta varten kehitettyä Ethertypeä, joka erottaa EtherCAT-liikenteeseen tarkoitettut kehyykset normaaleista Ethernet-kehyyksistä (EtherCAT Technology Group, 2011).

EtherCAT-viesti alkaa kahden tavun suuruisella tunnisteella, jossa määritellään viestin pituus sekä tyyppi. Jokainen komento alkaa 10 tavun kokoisella tunnisteella ja päättyy varsinaisen komennon jälkeen kahden tavun kokoiseen Working Counter -laskuriin. Slave-laitteen vaihdettua datansa kasvaa kyseisen komennon perässä olevan laskurin lukema. Koska tiedonsiirtoon osoitettujen laitteiden määrä on tiedossa, voidaan laskurien lukemista varmistua jokaisen laitteen vaihtaneen datansa onnistuneesti. Lisäksi Ethernet-kehyyksen tarkistussumma lasketaan jokaisen slave-laitteen jälkeen uudelleen, jolloin voidaan havaita mahdolliset tiedonsiirtovirheet. Jokainen väylän laite käyttää tarkistussummaa virheiden paikantamiseen, vaikka kyseiselle laitteelle ei olisikaan osoitettu tiedonsiirtoa. (EtherCAT Technology Group, 2011).

## 8.4 TwinCAT-ohjelmisto ja ADS-protokolla

Asentamalla TwinCAT-ohjelmisto voidaan tavanomainen PC muuttaa usean virtuaalisen PLC:n sisältäväksi ohjaimeksi. Ohjelmisto sisältää reaaliaikaisen ohjausjärjestelmän sekä ohjelmointiympäristön. Järjestelmän hallintaa varten toimintoihin kuuluvat myös monipuoliset diagnostiikka- ja konfigurointityökalut (Beckhoff Automation GmbH, 2012) Useimmissa postituslaitteissa ohjaimena toimii Beckhoff Embedded PC CX1020 (kuvio 16), joka suorittaa TwinCAT-ohjelmistoa. JetFeeder-käsialistin toimii niin sanottuna ”tyhmänä” laitteena saaden ohjauksensa suoraan siltä laitteelta, johon se on kytketty (Dengel, 2012). CX1020-keskussyksikössä on lisäksi liityntämoduuli operointipaneelia varten sekä virtalähde, joka mahdollistaa EtherCAT-väyläkorttien suoran liittämisen kokoonpanoon. Käyttöjännite väyläkorteille voidaan kytkeä suoraan keskussyksikön liittimistä tai voidaan käyttää erillistä jännitteensyöttökorttia. Erillisellä jännitteensyötöllä varmistetaan itse ohjelman suorittamisen jatkuminen, vaikka väyläliitännöissä tapahtuisi häiriö. Neljännestaittolaitteen ratkaisussa huomattiin väyläkorttien jännitteensyötön jaetun kolmeen osioon. Input- sekä output-korttiryhmillä oli kytketty omat jännitteensyötöt sekä moottoriohjausyksikölle omansa. TwinCAT-ohjelmistoa suoritetaan postituslaitteissa Windows CE-käyttöjärjestelmällä. Windows CE on teollisuudessa yleinen käyttöjärjestelmä resursseiltaan vaatimattomissa laitteissa ja erilaisissa sulauteissa järjestelmissä.



KUVIO 16. Beckhoff CX1020-011, jossa virtalähde CX1100-0004 kaksirivinäyttöineen. Pääte 011 merkitsee Windows CE-käyttöjärjestelmää sekä USB- ja DVI-liitäntöjä operointipaneelin liittämistä varten. (Ferag AG, 2011)

TwinCAT-ohjelmisto tukee ADS-protokollaa (Automation Device Specification). Jokainen ohjelmistoa suorittava laite voidaan konfiguroida protokollan mukaiseen tiedonsiirtoon. Tällöin tiedonsiirtoa ohjaa AMS-reititin (Automation Message Specification). Reititin mahdollistaa eri alustoihin perustuvien laitteiden keskinäisen tiedonsiirron. (Beckhoff Automation GmbH). EtherCAT-tekniikan ollessa I/O-tason ratkaisu kommunikoi postituslaitteet ohjausjärjestelmän ja ryhmän ulkoisten laitteiden kesken ADS-protokollan yli (Dengel, 2012). ADS-protokolla on laajennus tavanomaiseen TCP/IP-protokollaan. AMS server -toiminto sisältyy jokaiseen suoritettavaan ohjelmaan, taskiin. Tällöin jokainen virtuaalinen PLC voidaan käsitellä tiedonsiirrossa omana laitteenaan. AMS client -toiminto voi olla esimerkiksi visualisointiohjelmisto PC:llä, joka tiedustelee laitteen tilaa näyttääkseen sen käyttäjälle. TwinCAT-ohjelmiston mahdollistaessa myös NC-ohjauksia voi samassa fyysisessä laitteessa olla eri tarkoituksiin ohjelmoituja virtuaalisia ohjainlaitteita. (Beckhoff Automation GmbH).

TCP/IP-koodatun Ethernet-kehiksen data-alueeseen on lisätty tarkoituksenmukaiset tunnisteet ADS-protokollan käyttöä varten (kuvio 17). ADS-protokollan mukaisessa tiedonsiirrossa laitteilla on oma AMS Net Id -osoite, jonka muoto on kahden luvun laajennus tavanomaiseen TCP/IP-muotoiseen verrattuna. Esimerkiksi laitteen IP-osoitteen ollessa 172.1.2.16 voi AMS Net Id -osoite olla muotoa 172.1.2.16.1.1. (Beckhoff Automation GmbH).

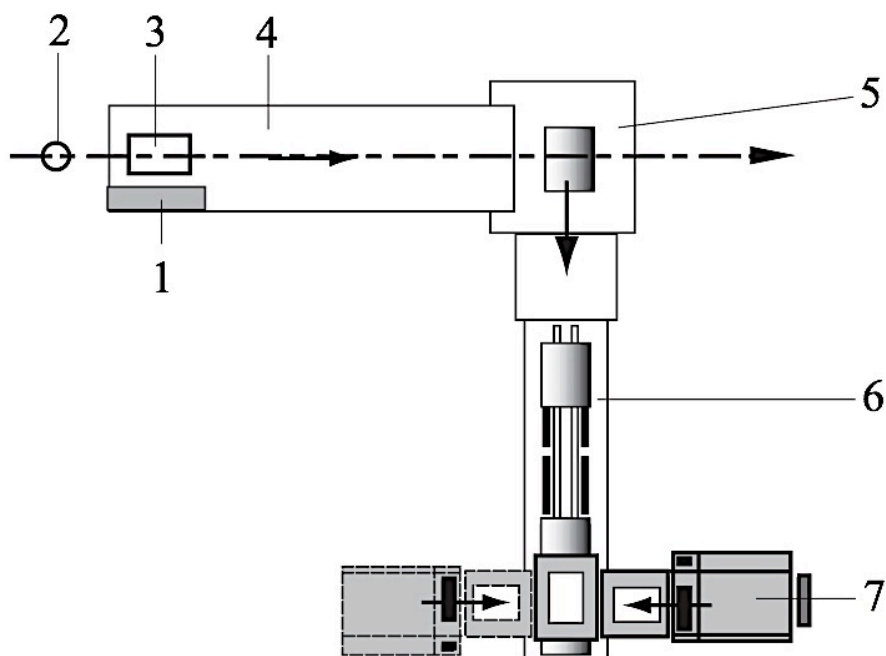


KUVIO 17. TCP/IP-koodattuun Ethernet-kehikseen sisällytetty ADS-koodattu data

ADS-tiedonsiirto voidaan määrittää synkroniseksi, asynkroniseksi, sykliseksi tai tapahtumaan aina, kun tapahtuu muutos (Beckhoff Automation GmbH). Muutoksesta tapahtuvaa tiedonsiirtoa käyttämällä voidaan turhaa tiedonsiirtoa välttää vähemmän kriittisten tietojen siirtämisessä. Esimerkiksi laitteiden eri tilat tuotannon muuttujien seurauksena voisivat olla tietoja, joita ei tarvitse päivittää jokaisella ohjelmakierroksella.

## 8.5 Postituslaitteiden verkko

Tuotantolaitteet liittyvät osaston laajuiseen ohjausverkkoon CX1020:n Ethernet-porttien kautta. Ohjausjärjestelmän Ethernet-verkon näkökulmasta tuotantolaitteet muodostavat erillisiä osakokonaisuuksia, ryhmiä. Ryhmän sisällä tiedonsiirto perustuu EtherCAT-kenttäväylään. Ryhmään voi kuulua useiden laitteiden toimintoja. Esimerkiksi stakkeri muodostaa ryhmän irrotuskontrollin (ALS), syöttöyksikön (ZF) sekä nippulapputulostimen (DBH) kanssa (Dengel, 2012). Laitteet, jotka yhdessä vaikuttavat syntyvien nippujen rakenteeseen on synkronoitava tarkasti. Kuljetusreitikohtaisia nippuja muodostettaessa on tuotteita jäljitettävä kuljetinketjulla, jolloin juuri tietyt lehdet saadaan poimitua oikeisiin nippuihin. Vaihtoehtoisesti voidaan muodostaa vakiokokoisia nippuja (Ferag AG, 2011). Vakionippuja voidaan käyttää esimerkiksi ilman osoitteita kuljetettaviin tuotteisiin. Kuviossa 18 on havainnollistettu ryhmän laitteiden toimintaa.



KUVIO 18. Tuotteiden kulku stakkerille ylhäältä päin (Ferag AG, 2011, muokattu)

ALS-irrotuskontrolli (1) vastaa oikeiden tuotteiden poimimisesta stakkeriin, mikä voi tarkoittaa esimerkiksi tiettyjen osoitteistettujen tuotteiden poimimista samaan nippuun. Laserlaskuri (2) tarkkailee tuotteita kuljettimella. Tuotteet poistetaan (3) kuljetinketjulta irrotuskontrollin ohjaamana. ZF-syöttöyksikkö (4) puristaa ja ohjaa poimitut tuotteet limivirtana stakkerille (5). Valmis nippu kuljetetaan (6) DBH-nippulapputulostimelle (7), jota ohjataan sen perusteella, mikä nippu stakkerissa on muodostettu. (Ferag AG, 2011).



## 9 POSTITUSLAITTEIDEN KUNNOSSAPITO

### 9.1 Yleisiä kunnossapitotoimenpiteitä

Käyttöympäristö sekä käsiteltävät tuotteet aiheuttavat postituslaitteille ja elektroniikalle jatkuvaa paperipölyrasitusta. Tuotteet ja niput tunnistetaan useissa tapauksissa valokennoilla tai lasereilla niin tuotantolaitteissa kuin niputuslinjojen kuljettimillakin. Häiriötilanteiden ehkäisemiseksi tulisi myös tuotantotyöntekijöiden kiinnittää huomiota yleiseen pintapuoliseen puhdistamiseen. Paineilmapistooleilla voidaan nopeasti puhdistaa valokennot ja tuotantolaitteet paperipölystä sekä silpusta. Puhdistamiseen tulisi kuitenkin käyttää imuria mahdollisuuksien mukaan, jolloin paperipölyä ei vain siirrettäisi paikasta toiseen (Ferag AG, 2011). Tuotantotyöntekijöiden tekemiin huoltotoimenpiteisiin voidaan sisällyttää myös laitteiden paineilmajärjestelmän vedenerottimen tyhjentäminen tarvittaessa.

Yleisimmät kunnossapitotoimenpiteet käsittävät kuukausittaisia laitteiden sisäisiä puhdistus- ja voitelutehtäviä. Esimerkiksi niputuslinjojen sitomakoneiden käyttämästä narusta hankautuu irti pölyä, joka kerääntyy vähitellen koneistoon. Lisäksi ohjauskaappien elektroniikkaa suojaaviin suodattimiin tarttuu paperipölyä. Tuotteiden kuljettamiseen ja siirtämiseen tarkoitettut koneet sisältävät luonnollisesti lukuisia pyöriviä osia. Tämän takia voidaan myös laakereiden ja ketjujen voitelu sisällyttää yleisimpiin huoltotoimenpiteisiin. Huoltovapaiden ketjujen käyttämisestä on saatu positiivisia tuloksia nykyisen painolaitoksen stakkereilla. Varsinkin hankalissa paikoissa sijaitsevia ketjuja kannattaisikin vaihtaa huoltovapaisiin hieman suuremmista kustannuksista huolimatta. Työmäärän vähentyessä myös koneisiin tarttuvan paperipölyn määrä vähenisi, kun öljytyyjen ketjujen käytöstä luovuttaisiin.

Harvemmin, keskimäärin tuhannen käyttötunnin jälkeen suoritettaviin kunnossapitotoimenpiteisiin luetaan hihnojen ja ketjujen kunnon sekä säätöjen tarkastukset. Lisäksi useat laitteet sisältävät akseleihin ja karoihin kiinnitetyjä komponentteja, joilla laitteet mukautetaan vaihteleviin tuotekokoihin eli formaatteihin. Komponentit voivat olla erilaisia tasaajalevyjä tai ohjaimia, joilla käsiteltävien tuotteiden limivirta pyritään saamaan mahdollisimman yhdenmukaiseksi. Karojen sekä yleisesti akselien puhdistus- ja voitelutehtävät kuuluvat näihin kunnossapitotoimenpiteisiin.

Vuosittaisiin kunnossapitotoimenpiteisiin on määritelty kaikkien turvakomponenttien tarkastaminen. Yleisesti laitteet sisältävät useita turvaovikytkimiä henkilösuojasta varten sekä erilaisia rajakytkimiä ruuhkavahteina, jotka estävät tuotteiden pakkautumisen laitteiden sisälle.

## 9.2 Laskurit

Valtaosa postituslaitteista sisältää elektromekaanisen käyttötuntilaskurin, joka saa käyttöjännitteen aina koneen operoidessa (Dengel, 2012). Operoinnissa ei siis tehdä eroa sen välillä, käsitteleeke laite lehtiä vai ei. Tällöin myös tyhjänä pyörivä laite lisää laskurin lukemaa. Osassa laitteista on työjaksoja tai ainoastaan kappalemääriä tarkkaileva laskuri. Esimerkiksi MultiStack-stakkerit laskevat käyttötuntien lisäksi kääntöpöydän 180:n asteen käännösten määrää (Ferag AG, 2011). JetFeeder-käsialistimissa elektromekaaninen laskuri laskee tuotteiden kappalemääriä, jolloin myös ennakkohuoltoajankohdat on muista laitteista poiketen määritelty suoraan lukumäärään perustuen (Ferag AG, 2010).

Trimming Drum -trimmeri laskee ohjelmallisiin laskureihin leikkaustapahtumat roottorin jokaiselle taskulle erikseen. Lisäksi laitteessa on tavallinen elektromekaaninen laskuri käyttötunteja varten. Taskukohtaiset laskurit eivät huomioi, onko taskussa lehti vai ei. (Ferag AG, 2010). Tästä syystä taskukohtaisten leikkuutapahtumien tarkkailun hyötyjä voidaan pitää kyseenalaisina.

Tutustuttaessa StreamFold-neljännestaittolaitteen mekaaniseen laskuriin huomattiin sen saavan ohjauksensa suoraan EtherCAT-binääriulostulokortin kanavasta. Ferag AG:n (2011) mukaan käyttötunnit voidaan lukea joko mekaanisesta laskurista tai käyttöliittymän valikosta ”Laskin”. Operointipaneelia tutkittaessa vastaavia laskurin lukemia ei kuitenkaan löydetty. Syynä saattoi olla laitemanuaalin ja laitteen ohjelmiston versioiden poikkeavuus toisistaan. Laitteen käyttöliittymästä paikannettiin kuitenkin kolme erilaista laskuria, joiden todellinen merkitys jäi epäselväksi (taulukko 2).

TAULUKKO 2. StreamFold-laitteen ohjelmalliset laskurit

Laskuri	Selite
Operating hours H1	(Power on)
Operating hours H2	(Ready)
Operating hours H3	(Failure)

Laskurin H1 todettiin selitteensä mukaisesti laskevan jatkuvasti päävirran ollessa kytkettynä. Laskuri H2 laskee aina, kun neljännestaittolaitteeseen liitettyjen koneiden tila olisi sallinut käynnistämisen. Normaalissa käyttötilanteessa siis sekä H1 että H2 laskivat jatkuvasti. Laskurin H3 huomattiin laskevan minkä tahansa hälytyksen ollessa generoituna. Tällöin laite ei ollut valmiina käynnistykseen, minkä seurauksena H2:n laskeminen keskeytettiin. Hälytyksen generointiin riitti turvaovikytkimen aukeaminen, jolloin todellisten vikatilanteiden kestoa ei voida laskurista päätellä. Mikäli hälytys jätettiin kuittaamatta, jatkoi laskuri H3 laskemista. Toimintojensa perusteella yhtäkään edellä mainituista laskureista ei voida pitää kunnossapidon kannalta merkityksellisenä. Elektromekaanisen käyttötuntilaskurin ohjaustavan perusteella sekä Dengelin (2012) mukaan voidaan laitteiden elektromekaaninen laskuri huomata kunnossapitotoimenpiteiden kannalta oleelliseksi komponentiksi. Olettaen, että muissakin postituslaitteissa laskuria ohjataan samalla periaatteella.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Työssä perehdyttiin kahden eri valmistajan kunnossapidon tietojärjestelmään. Perustointojen osalta järjestelmät huomattiin melko samankaltaisiksi. Nykyisen Arrow Maint -järjestelmän hyödyntämisessä havaittiin kehityskohteita esimerkiksi laite- ja varaosatietojen täydentämisen osalta. Lisäksi dokumentteja säilytettiin tiedostopalvelimen kansioissa vailla linkkejä kunnossapidon tietojärjestelmään. Ennakkohuoltojen todettiin perustuvan arvioituihin ajankohtiin. Todellisen käyttötiedon puuttuessa saatettiin osaa laitteista huoltaa liian aikaisin. Toisaalta poikkeuksellisen rasituksen alaiseksi joutunut laite olisi saattanut edellyttää ennakkohuoltotoimenpiteitä suunnitelmaan määriteltyä ajankohtaa aikaisemmin. Arrow Maint -järjestelmän todettiin kuitenkin olevan vakiintunut osa kunnossapitotöitä sekä tuotantohenkilöstön vikailmoitusrutiineja.

Arrow Maint -järjestelmän ollessa toimialariippumaton todettiin MainSys monipuolisemmaksi työkaluksi lehtipainolle ominaisten kunnossapitotoimenpiteiden hallintaan. MainSys tarjoaa yhteensopivuutensa vuoksi monipuolisemmat laajennusmahdollisuudet painokoneen tiedonkeruuseen sekä laitevalmistajan muihin järjestelmiin. Paremmasta soveltuvuudestaan huolimatta MainSys-järjestelmän käyttö todettiin paikoin hankalammaksi. Järjestelmään on aina kirjaututtava vikailmoitusten lisäämiseksi. Arrow Maintin yksinkertaiseen selaimella täytettävään vikailmoituslomakkeeseen totuneille tuotantotyöntekijöille uusi menettelytapa saattaa tuntua hankalalta. Kirjautumiskäytäntöä monimutkaistaa edelleen viiden yhtäaikaisen kirjautuneen käyttäjän raja. Järjestelmän päivittäistä käyttöä ajatellen on niin kunnossapito- kuin tuotantohenkilöstönkin omaksuttava hieman nykyistä monimutkaisempi menettely.

MainSys-järjestelmästä löydettiin toimintoja, jotka mahdollistavat järjestelmän monipuolisemman hyödyntämisen nykyiseen verrattuna. Ad-hoc -tyyppisen yhdistetyn vikailmoituksen ja korjausraportin avulla voidaan pyrkiä lisäämään pienempien häiriökorjausten raportointia. Järjestelmään syötettyjä tietoja voidaan käyttää monipuolisemmin sisäänrakennetun export-toiminnon avulla. Tällöin tarvittavat tiedot voidaan tallentaa suoraan kunnossapidon tietojärjestelmästä turvautumatta erilaisiin tietokantapohjaisiin työkaluihin. Export-toiminnolla tiedot saadaan tallennettua esimerkiksi yleisesti käytettyjen Microsoft Office -työkalujen tiedostomuodoissa. Integraatio painokoneen ohjaus-

järjestelmään mahdollistaa käyttöaikatietojen tuomisen kunnossapidon tietojärjestelmään ja edelleen tarkemmin kohdistetut ennakkohuoltoajankohdat.

Postitusosaston toimintaan sekä EtherCAT-kenttäväylään perehtymällä muodostettiin kokonaiskuva uuden painolaitoksen postitusosastosta. EtherCAT huomattiin I/O-tason ratkaisuksi ja tavanomainen Ethernet eri laitteiden väliseksi ratkaisuksi. ADS-protokollan avulla postituslaitteet voivat viestiä koko ohjausverkon laajuisesti. Kenttäväyläteknikan käyttöä postituslaitteissa tutkittiin esimerkkilaitteen avulla. Uuden postituslaitteiston tekniikkaan perustuva StreamFold-neljännestaittolaitte hankittiin nykyiseen painolaitokseen testikäyttöön vuonna 2011. Muiden laitteiden osalta tarkastelu keskittyi laitemanuaaleihin sekä laitevalmistajan edustajan kanssa käytyyn kirjeenvaihtoon sähköpostitse.

Postituslaitteiden tiedonkeruumahdollisuuksien kartoittaminen oli välillä hankalaa tiedon puutteen vuoksi. Laiteasennusten alkaessa vasta myöhemmin kesällä 2012 ei muihin tuotantolaitteisiin voitu perehtyä samalla tarkkuudella kuin neljännestaittolaitteeseen. Valmistaja oli ymmärrettävistä syistä varautuvainen etukäteen täydellisten teknisten dokumenttien tarjoamisen suhteen. Hankaluuksia lisäsivät myös satunnaiset ristiriitatilanteet joko samassa manuaalissa tai manuaalin ja esimerkkilaitteen kesken. Neljännestaittolaitteen osalta manuaalissa kuvailtua ohjelmallista käyttötuntilaskuria ei löydetty. Lisäksi osa laitemanuaaleista saattoi kuulua jo vanhentuneelle laitetypille. Tätä arvioitiin manuaalien päivämäärien sekä esitettyjen käyttöliittymäohjeiden perusteella. Uusimmissa laitteissa käyttöliittymä perustuu värillisen kosketusnäytön käyttöön. Dengelin (2012) mukaan eri muuttujien vaikutusta arvioidaan jatkuvasti ja tuotteita kehitetään edelleen tarkempien kunnossapitoajankohtien mahdollistamiseksi. Tämän perusteella uuteen painolaitokseen asennettavat postituslaitteet vastannevat vielä tekniikaltaan työssä käsiteltyjä vailla sen tarkempia parametreja.

Useimpien laitteiden todettiin sisältävän elektromekaanisen käyttötuntilaskurin. Laskurin huomattiin laskevan aina laitteen operoidessa ottamatta huomioon, käsitelläänkö tuotteita vai ei. StreamFold-neljännestaittolaitteessa elektromekaanisen laskurin käyttöjännitettä ohjattiin suoraan EtherCAT-binääriulostulokortin kanavasta. Tämän perusteella voidaan arvioida laitteessa suoritettavan PLC-ohjelman asettavan kanavan aina laitteen operoidessa. Kenttäväyläteknologian mahdollistaessa monipuoliset diagnostiikkatoiminnot voidaan pitää todennäköisenä, että käyttötunnit saadaan tarvittaessa luettua

esimerkiksi ohjausjärjestelmään. Joka tapauksessa postituslaitteiden hallintaan tarkoitettu ohjausjärjestelmä kerännee jatkuvasti tietoa eri laitteilta. ADS-protokollan ominaisuutta, jossa tietoa siirretään vain halutun tiedon muuttuessa, voitaisiin hyödyntää käyntiaikojen laskemisessa. Tuotantolaitteiden käyntitilojen muuttuessa lähetettäisiin aikaleimattu ilmoitus laitteen käynnistymisestä. Laitteen pysähtyessä syystä riippumatta voitaisiin lähettää seuraava aikaleimattu viesti, joka ilmoittaa laitteen pysähtyneen. Aikaleimojen avulla lienee mahdollista tarkastella laitteiden todellisia käyttöaikoja. Joka tapauksessa laitteissa on oma signaalinsa operoinnille elektromekaanisen laskurin ohjaustavan perusteella.

Lopulta eri järjestelmien yhteensovittaminen ratkaisee, saadaanko tulevan painolaitoksen kunnossapidon tietojärjestelmään myös postituslaitteiden käyttötuntitiedot. Tämän pitäisi olla mahdollista, sillä Breginskin (2011) mukaan Ferag Ag:n laitteiston ja Main-Sys-järjestelmän integraatiosta on jo olemassa kokemuksia.

## LÄHTEET

Alma Manu Oy. 2011. Alma Manu. Luettu 27.12.2011.  
<http://www.almamanu.fi/alma-manu-oy>

Alma Manu Oy. 2011. Historia - Alma Manu Oy. Luettu 27.12.2011.  
<http://www.almamanu.fi/alma-manu-oy/historia>

Alma Media Oyj. 2010. Hallituksen selvitys painoinvestoinnista. Julkaistu 19.8.2010. Luettu 27.12.2011. [http://www.almamedia.fi/files/am/EGM%202010/Alma\\_Media\\_Oyj\\_ylimaarainen\\_yhtiokokous\\_19.08.2010\\_-\\_Hallituksen\\_selvitys\\_painoinvestoinnista\\_esitylistan\\_kohta\\_6\\_a..pdf](http://www.almamedia.fi/files/am/EGM%202010/Alma_Media_Oyj_ylimaarainen_yhtiokokous_19.08.2010_-_Hallituksen_selvitys_painoinvestoinnista_esitylistan_kohta_6_a..pdf)

Arrow Engineering Oy. 2012. Arrow Maint. Luettu 9.1.2012.  
<http://www.arroweng.fi/index.php/tuotteet/arrow-maint>

Arrow Engineering Oy. 2003. Arrow Maint-käyttöohje. Käyttöohje. Päivitetty 1.4.2003. Tulostettu 30.11.2011.

Beckhoff Automation GmbH. ADS Device concept. Luettu 25.5.2012.  
[http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcadscommon/html/tcadscommon\\_identadsdevice.htm&id=10460](http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcadscommon/html/tcadscommon_identadsdevice.htm&id=10460)

Beckhoff Automation GmbH. ADS device identification. Luettu 25.5.2012.  
[http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcadscommon/html/tcadscommon\\_identadsdevice.htm&id=10460](http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcadscommon/html/tcadscommon_identadsdevice.htm&id=10460)

Beckhoff Automation GmbH. Beckhoff TwinCAT. Luettu 23.5.2012.  
<http://www.beckhoff.com/fi/default.htm?twincat/default.htm>

Beckhoff Automation GmbH. TwinCAT ADS. Luettu 26.5.2012.  
[http://www.beckhoff.com/english.asp?twincat/twincat\\_ads.htm](http://www.beckhoff.com/english.asp?twincat/twincat_ads.htm)

Beckhoff Automation GmbH. Introduction of TwinCAT Real-Time Ethernet. Luettu 25.5.2012. [http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcssystemmanager/fieldbus/rtethernet/tcrtethernet\\_intro.htm&id=12237](http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcssystemmanager/fieldbus/rtethernet/tcrtethernet_intro.htm&id=12237)

Breginski, P. 2011. MainSys demonstration. Teamviewer-esitys. 9.12.2011. Tampere.

Dengel, E. Director Customer Oriented Service. 2012. Data acquisition from Ferag equipment, Alma Manu Tampere. Sähköpostiviesti. [eduard.dengel@wrh-marketing.com](mailto:eduard.dengel@wrh-marketing.com). Luettu 21.5.2012.

Dengel, E. Director Customer Oriented Service. 2012. More questions considering Ferag equipment. Sähköpostiviesti. [eduard.dengel@wrh-marketing.com](mailto:eduard.dengel@wrh-marketing.com). Luettu 22.5.2012.

EtherCAT Technology Group. EtherCAT Technology Group. Luettu 10.5.2012.  
[http://www.ethercat.org/en/tech\\_group.html](http://www.ethercat.org/en/tech_group.html)

- EtherCAT Techonolgy Group. 23.12.2011. EtherCAT Techonolgy Group. Luettu 6.5.2012. <http://www.ethercat.org/en/ethercat.html>
- Ferag AG. 2010. Käyttöohje JetFeeder. Käyttöohje. Päivitetty 23.11.2010. Luettu 2.4.2012.
- Ferag AG. 2009. Käyttöohje - Aluspaperin syöttö. Käyttöohje. Päivitetty 10.12.2009. Luettu 2.4.2012.
- Ferag AG. 2011. Käyttöohje SmartStrap. Käyttöohje. Päivitetty 10.2.2011. Luettu 3.4.2012.
- Ferag AG. 2010. Käyttöohje - Vastaanottoasema. Käyttöohje. Päivitetty 14.6.2010. Luettu 20.4. 2012.
- Ferag AG. 2011. Käyttöohje StreamStitch. Käyttöohje. Päivitetty 22.8.2011. Luettu 28.4.2012.
- Ferag AG. 2010. Instruction Manual Trimming Drum. Käyttöohje. Päivitetty 25.11.2010. Luettu 3.5.2012.
- Ferag AG.2002. Käyttöohje MultiSertDrum. Käyttöohje. Päivitetty 15.10.2002. Luettu 7.4.2012.
- Ferag AG. 2011. Käyttöohje MultiDisc. Käyttöohje. Päivitetty 6.4.2011. Luettu 10.4.2012.
- Ferag AG. 2011. Käyttöohje StreamFold. Käyttöohje. Päivitetty 1.2.2011. Luettu 15.5.2012.
- Ferag AG. 2011. MultiStack Instruction Manual. Käyttöohje. Päivitetty 26.1.2011. Luettu 20.5.2011.
- Ferag AG. 2011. Technical Description Beckhoff Technology. Käyttöohje. Luettu 20.5.2012.
- Ferag AG. 2010. Trimming Drum Instruction Manual. Käyttöohje. Päivitetty 25.11.2012. Luettu 21.5.2012.
- GBIS mbH. 2009. User Manual MainSys. Käyttöohje. Luettu 30.11.2011
- Heinonen, R. 2011. Alma Median uuden painokoneen toimittaa manroland. Julkaistu 31.3.2011. Luettu 27.12.2011. [http://www.almamedia.fi/tiedote?cm\\_print\\_version=1&tiedote=518669&event=1303448515&now=1301559794&daysleft=22](http://www.almamedia.fi/tiedote?cm_print_version=1&tiedote=518669&event=1303448515&now=1301559794&daysleft=22)
- IEEE Computer Society. 2008. IEEE 802.3-2008 Part 3: CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications. Julkaistu 28.12.2008. Luettu 17.4.2012. [http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.3-2008\\_section1.pdf](http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.3-2008_section1.pdf)
- Kustannus Oy Aamulehti. 2011. Aamulehti - Yritystiedot - Historia. Luettu 27.12.2011. <http://www2.aamulehti.fi/yritystiedot/yritystiedot/alasivu.shtml/historia/?100833>



Kustannus Oy Aamulehti. 2011. Näin syntyy Aamulehti. Luettu 27.12.2011. [http://www2.aamulehti.fi/yritystiedot/yritystiedot/alasivu.shtml/nain\\_syntyy\\_aamulehti/lehtipainoalma\\_manu\\_oy?100831](http://www2.aamulehti.fi/yritystiedot/yritystiedot/alasivu.shtml/nain_syntyy_aamulehti/lehtipainoalma_manu_oy?100831)

Kozierok, C. 2005. TCP/IP Services and Client/Server Operation. Päivitetty 20.9.2005. Luettu 24.5.2012. [http://www.tcpipguide.com/free/t\\_TCPIPServicesandClientServerOperation-2.htm](http://www.tcpipguide.com/free/t_TCPIPServicesandClientServerOperation-2.htm)

Nieppola, M. & Viluksela, P. 2005. Graafisen tekniikan perusteet. Luettu 18.4.2012.

Manroland AG. 2011.

Manroland web systems. 2012.

Pietilä, J. 2011. Elämästä ihmiselle - 130-vuotiaan Aamulehden historia. 1. PAINOS. Hämeenlinna: Kunnallisneuvos C. V. Åkerlundin säätiö.

PSK Standardisointiyhdistys ry. 2011. PSK 6201. Päivitetty 15.8.2011. Luettu 4.1.2012

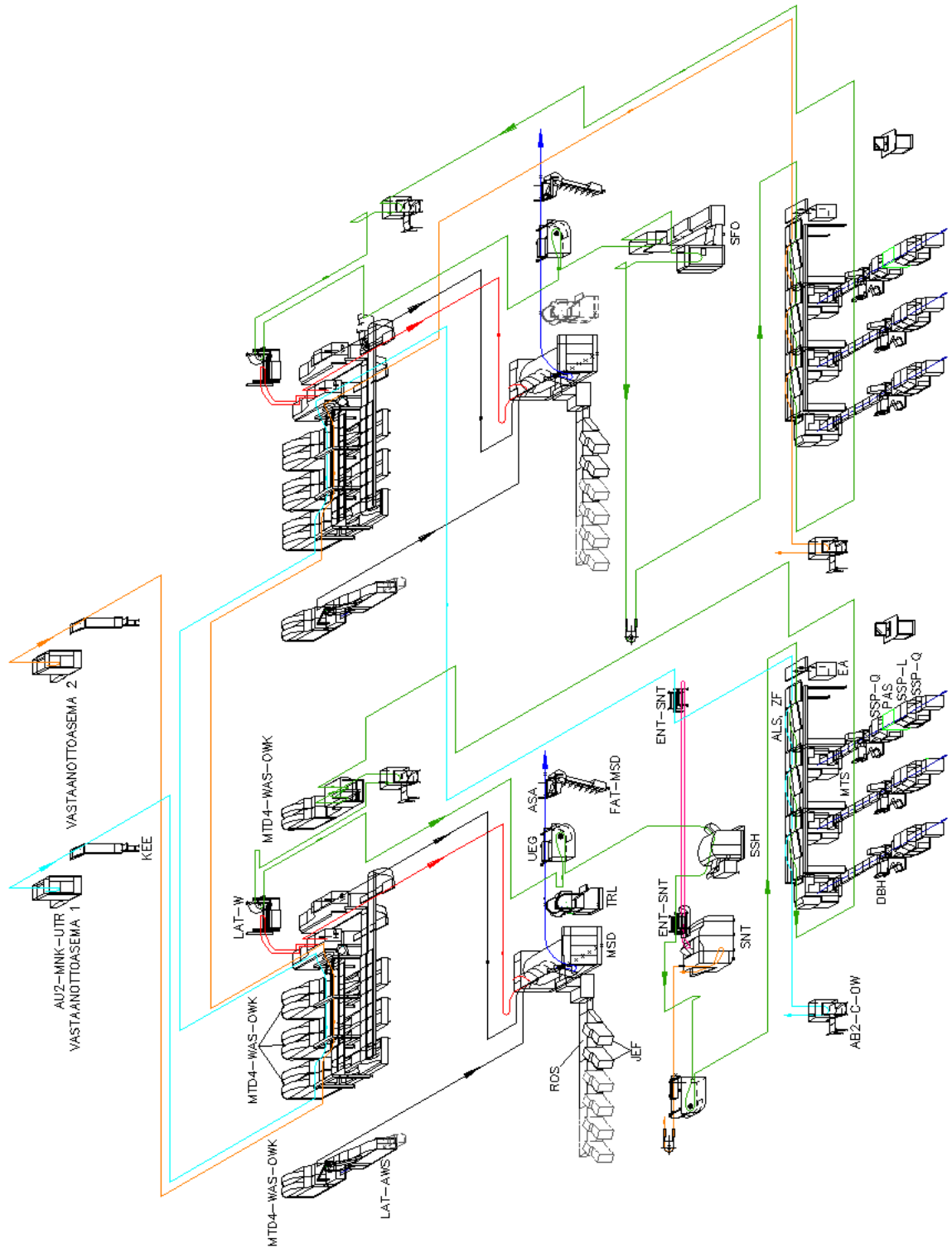
PSK Standardisointiyhdistys ry. 2010. PSK 7501. Päivitetty 16.9.2010. Luettu 4.1.2012

Rostan, M. 2011. Industrial Ethernet Technology Comparison. Julkaistu 8/2011. Luettu 28. 4.2012. <http://www.ethercat.org/en/publications.html>

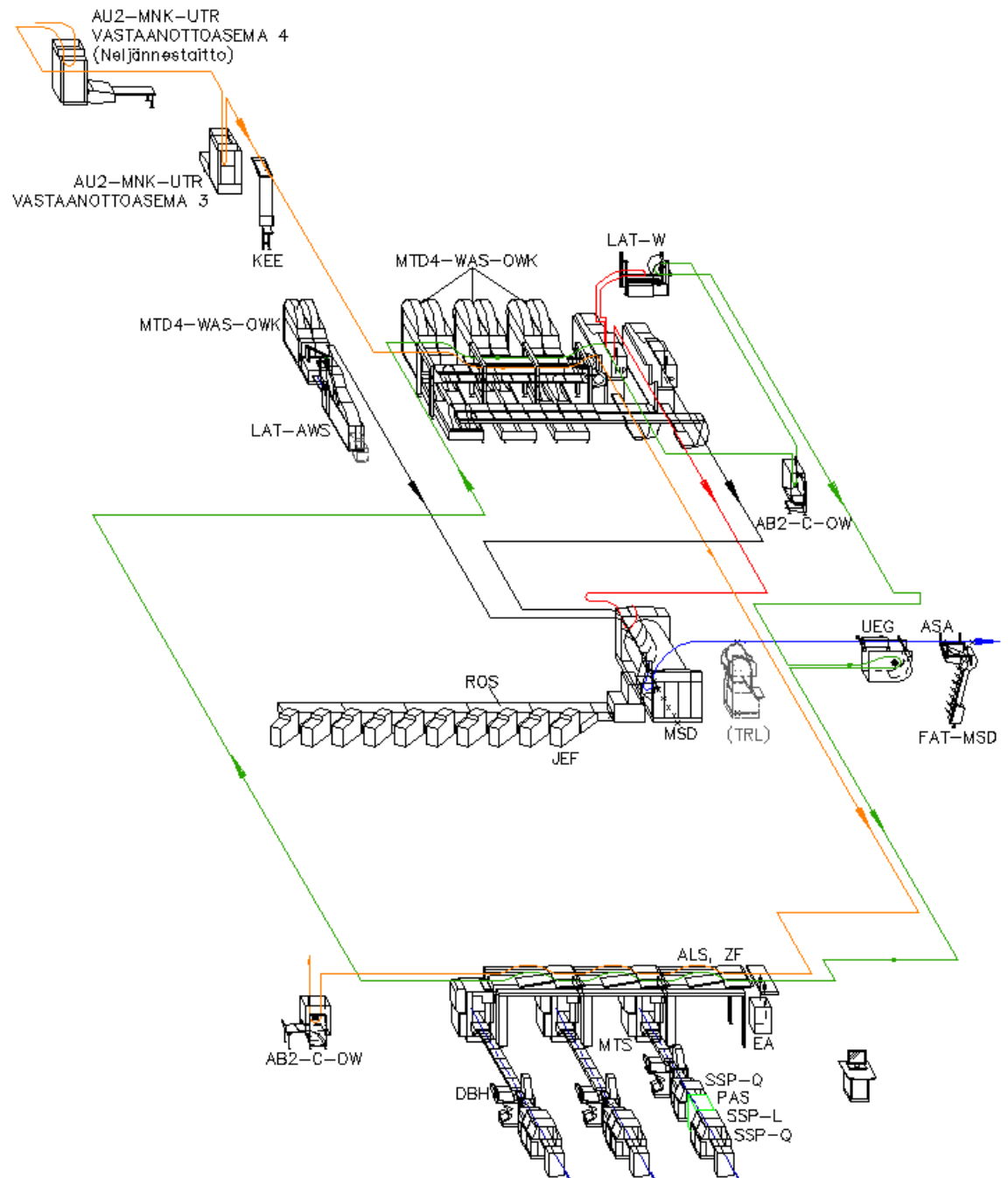
Schwarz M. & Boercsoek, J. 2008. Advances of OPC Client Server Architectures for Maintenance Strategies – a Research and Development Area not only for Industries. WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS AND CONTROL 3/2008, 202-204. Luettu 3.3.2012. <http://www.wseas.us/e-library/transactions/control/2008/25-802N.pdf>

## LIITTEET

Liite 1. Postitusmoduulien 1 ja 2 virtauskaavio laiteyhenteineen  
(Ferag AG, 2012, muokattu)



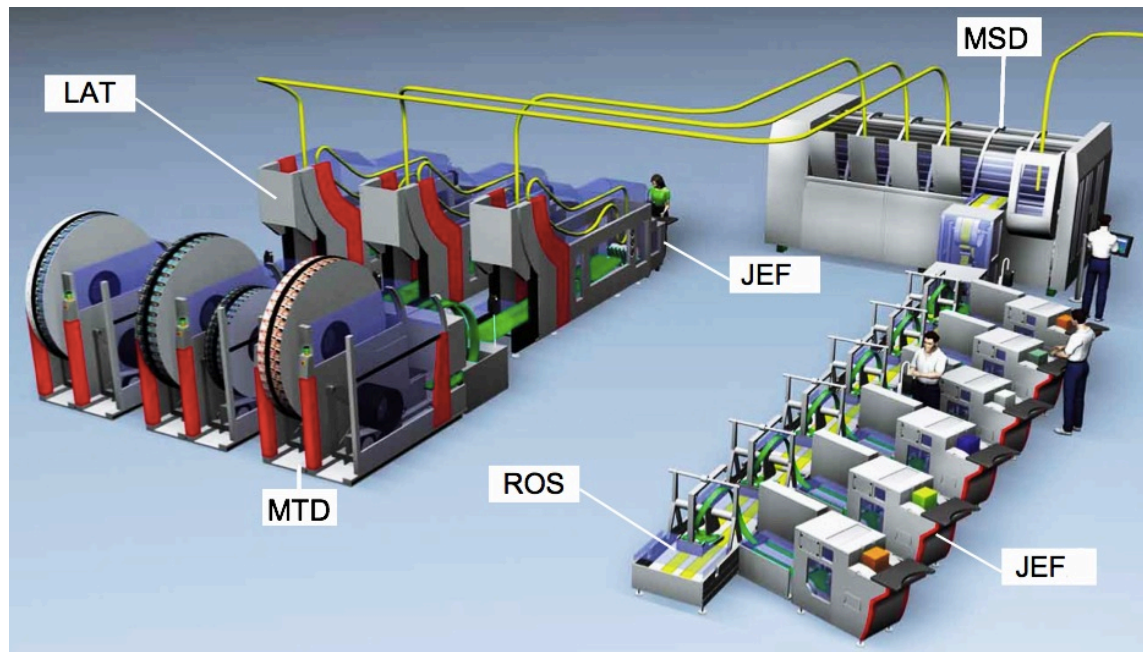
Liite 2. Postitusmoduuli 3:n virtauskaavio laitelyhenteineen  
(Ferag AG, 2012, muokattu)



## Liite 3. Kooste postituslaitteiden lyhenteiden selitteistä

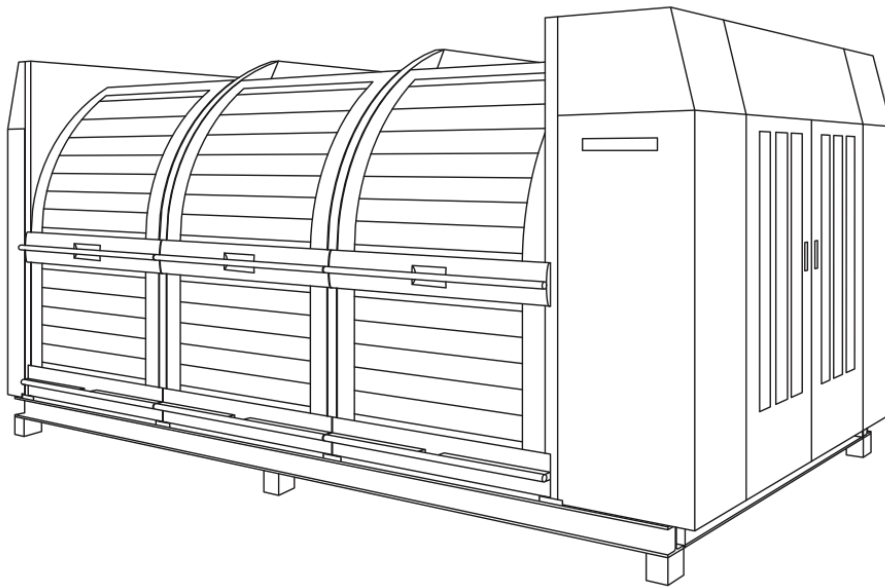
Koodi	English	Suomi
AB	Delivery station	Luovutusasema
ALS	Release control	Irrotuskontrolli
ASA	Release device	Irrotuslaite
AU	Forwarding station	Luovutusasema
AWS	Unwinding station	Purkuasema
C	Compact	Kiinteä
DBH	Topsheet production	Päällylappu-/nippulapputuotanto
ENT	Extraction	Poisto
EP	Final product	Lopullinen tuote
FAT	Incomplete copy conveyor	Virhearokin poiskuljetus
FöRI		Kuljetussuunta
HP	Main product	Päätuote
JEF	JetFeeder	JetFeeder-käsialistin
KEE	Check copy extraction	Näytekappaleen otto
KPZ	Underwrapper	Aluspaperikone
L	Left hand version, longitudinal	Koneen vasenkätisyyskäyttö, pitkittäis-
LAT	Stack pacer	Nipuntahdistin
MNK		Nokkaketjulla varustettu
MSD	MultiSertDrum	MultiSert-Drum-liitelaite
MTD	MultiDisc	MultiDisc
MTS	MultiStack	Multistack-stakkeri
OW	Without further processing	Ilman edelleen valmistusta
OWK	Without change head	Ilman vaihtopäätä
PAS	Bundle collector	Nippukeräilijä, kimputuslaite
Q	Cross	Poikittais-
ROS	RollStream	RollStream
SFO	StreamFold	StreamFold-neljännestaittolaite
SNT	Trimming Drum	Leikkausrumpu, trimmeri
SSH	StreamStitch	Streamstitch-stiftirumpu
SSP	SmartStrap	SmartStrap-sitomakone
TRL	TriLine	Triliner-kortin liimauskone
UEG	Transfer	Siirtoyksikkö
UTR	Universal conveyor	Yleiskuljetin
VP	Preprint	Esituote, liite
W	Switch	Vaihde
WAS	Winding/Unwinding station	Kelaus-/purkuasema
ZF	Feeding	Syöttö

Liite 4. Laitteet: Liitelaitte MSD ja mahdolliset oheislaitteet  
(Ferag AG, 2010, muokattu).

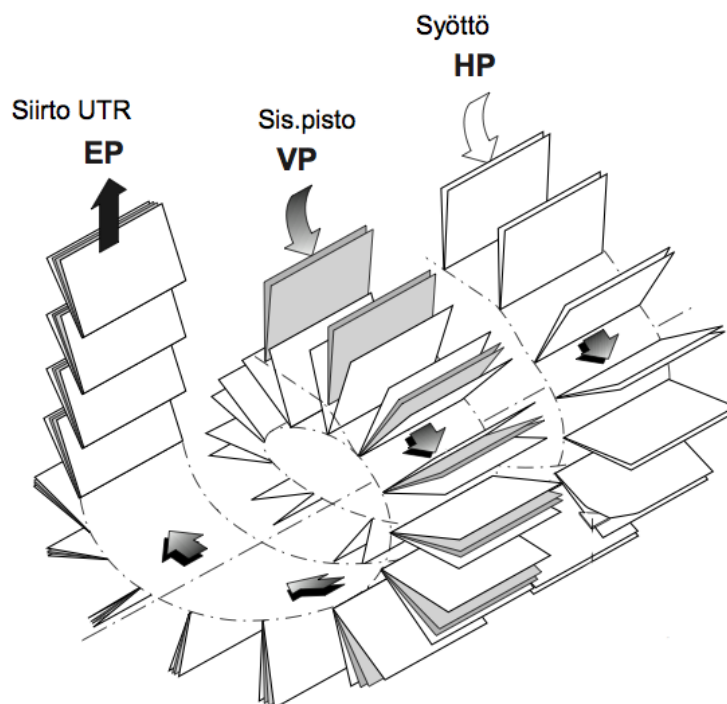


MultiSert-Drum -liitelaitte (MSD), johon voidaan syöttää liitteitä MultiDisc-laitteen (MTD) keloilta nipuntahdistimen (LAT) kautta. Nipuntahdistimeen voidaan liittää myös JetFeeder-käsialistin (JEF), jolloin nippuna käsialistimeen syötetyt tuotteet saadaan liitelaitteelle. Käsialistimia voidaan kytkeä useampi RollStream-kuljettimeen (ROS), jolloin käsialistimiin syötetyt tuotteet kerätään kuljettimella päällekkäin ja lisätään yhtenä nippuna liitelaitteella päätuotteen väliin.

Liite 5. Laite: Liitelaite MSD  
(Ferag AG, 2002, muokattu)

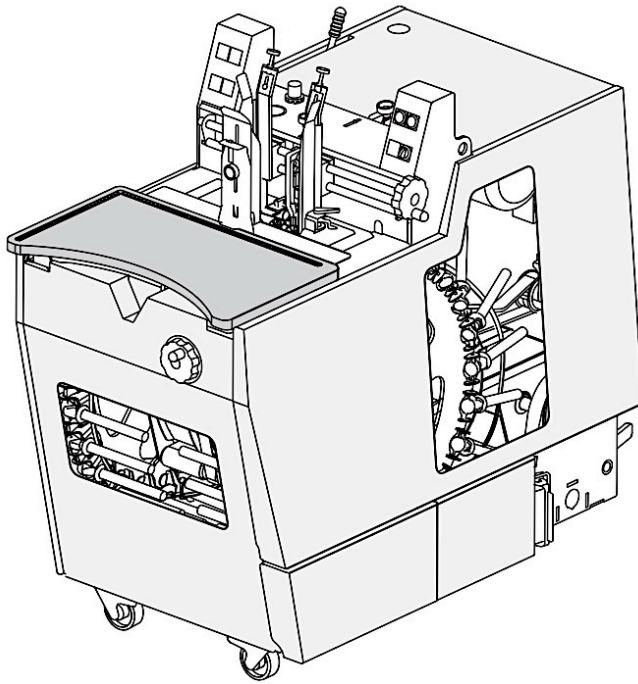


MultiSert-Drum -liitelaite (MSD), jolla päätuotteena toimivan lehden (HP) väliin voidaan syöttää useita liitteitä (VP).

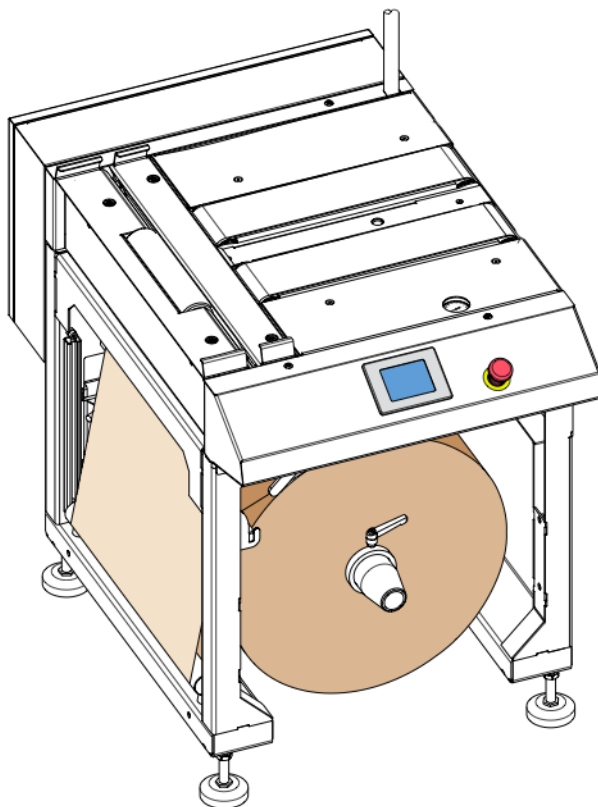


MultiSert-Drum -liitelaitteeseen (MSD) syötettyjen tuotteiden eteneminen rummussa lopulliseksi tuotteeksi (EP).

Liite 6. Laitteet: Käsialistin JEF ja aluspaperikone KPZ  
(Ferag, 2010, muokattu) (Ferag, 2009, muokattu)



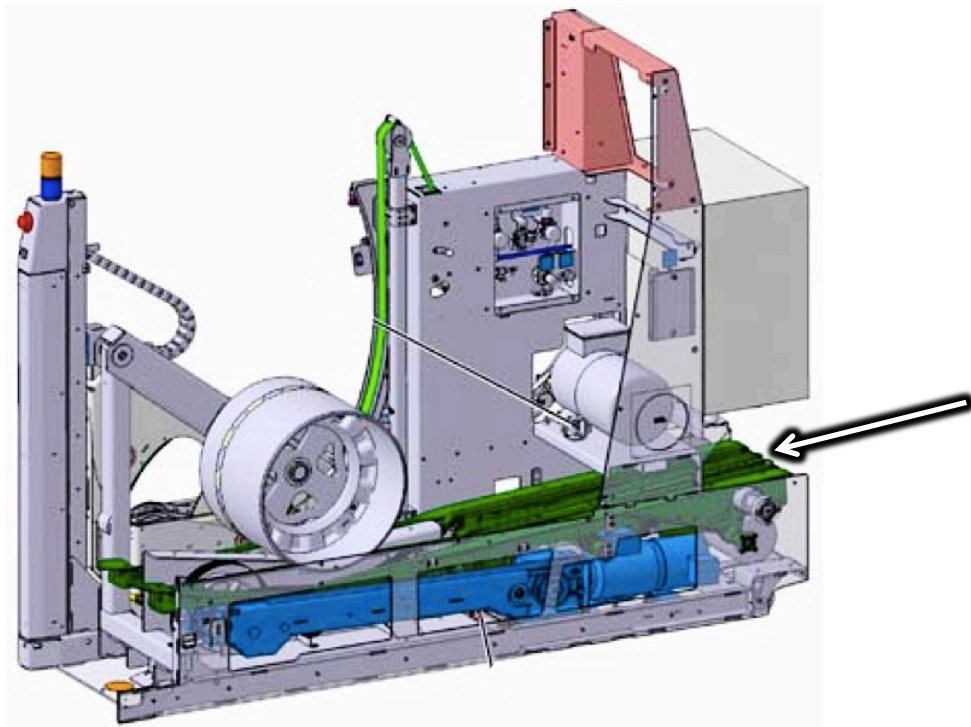
JetFeeder-käsialistin (JEF), jolla syötetystä lehtinipusta muodostetaan limivirta.



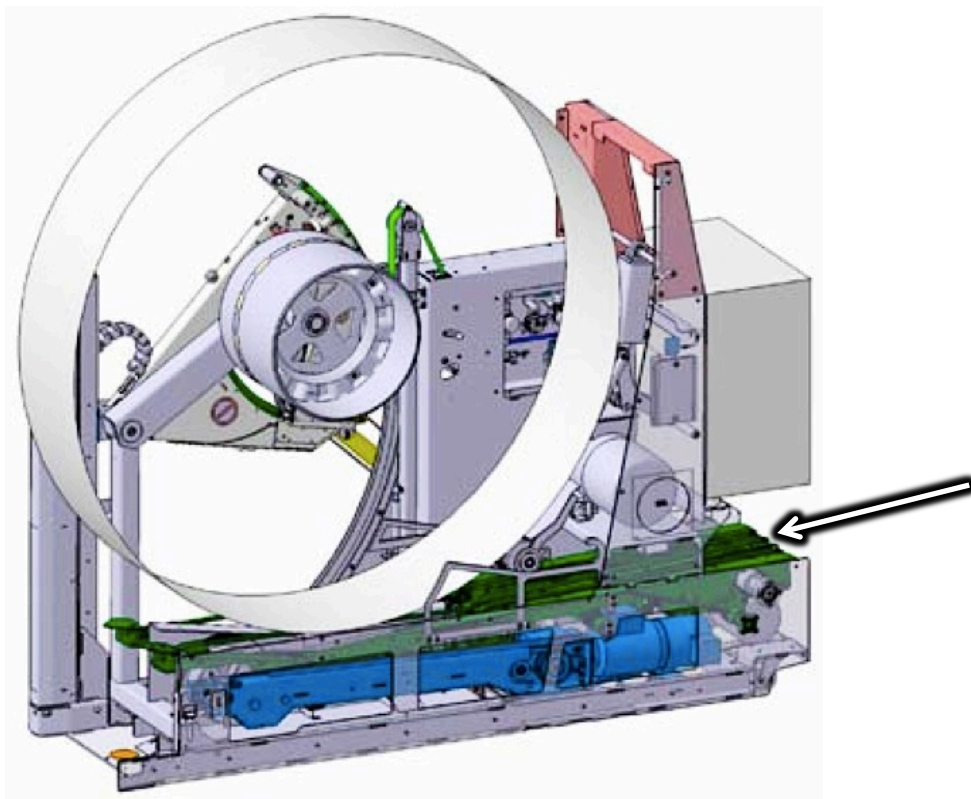
Aluspaperikone (KPZ), joka syöttää suojaavan paperin nipun alle ennen sitomista.



Liite 7. Laite: MultiDisc-laite MTD  
(Ferag AG, 2011, muokattu)



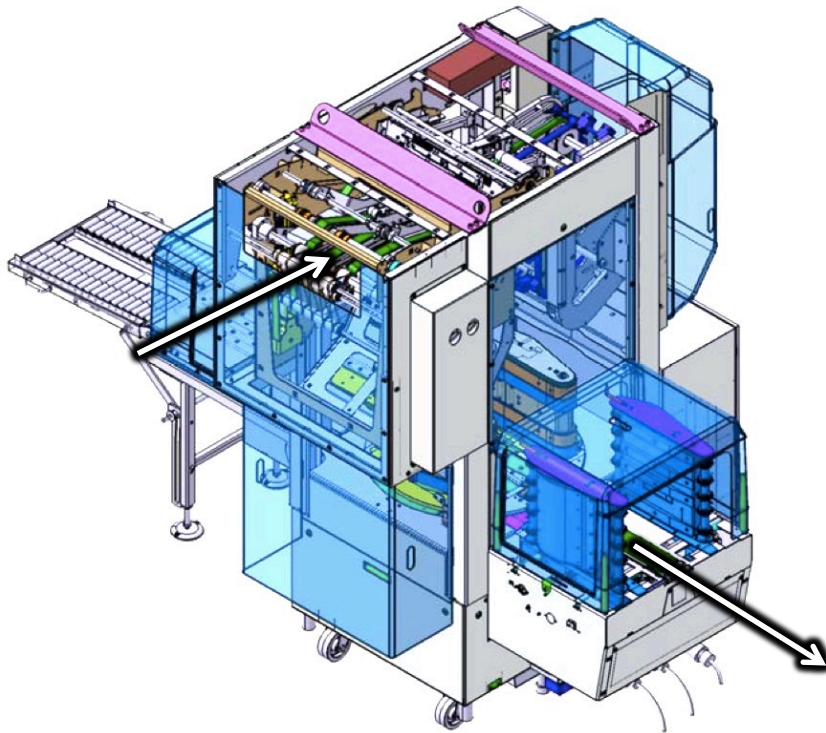
MultiDisc-laite MTD, jolla limivirtana vastaanotetut lehdet varastoidaan kelalle.



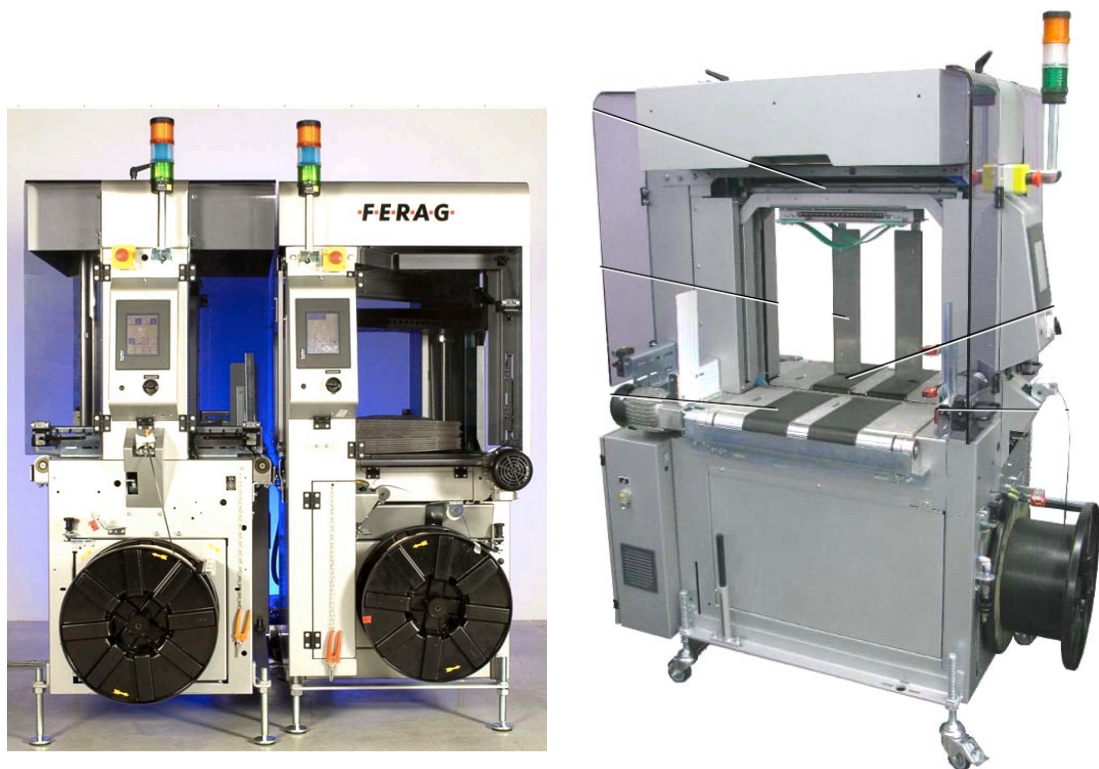
MultiDisc-laitteen (MTD) kelan äärimitat sen ollessa täysi.



Liite 8. Laitteet: Stakkeri MTS ja sitomakoneet SSP  
(Ferag AG, 2011, muokattu) (Ferag AG, 2011, muokattu)

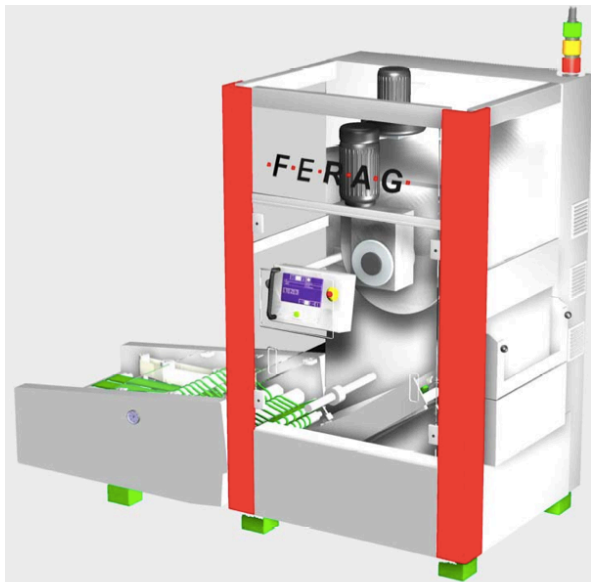


MultiStack-stakkeri (MTS), jolla limivirtana vastaanotetuista lehdistä muodostetaan nippuja.

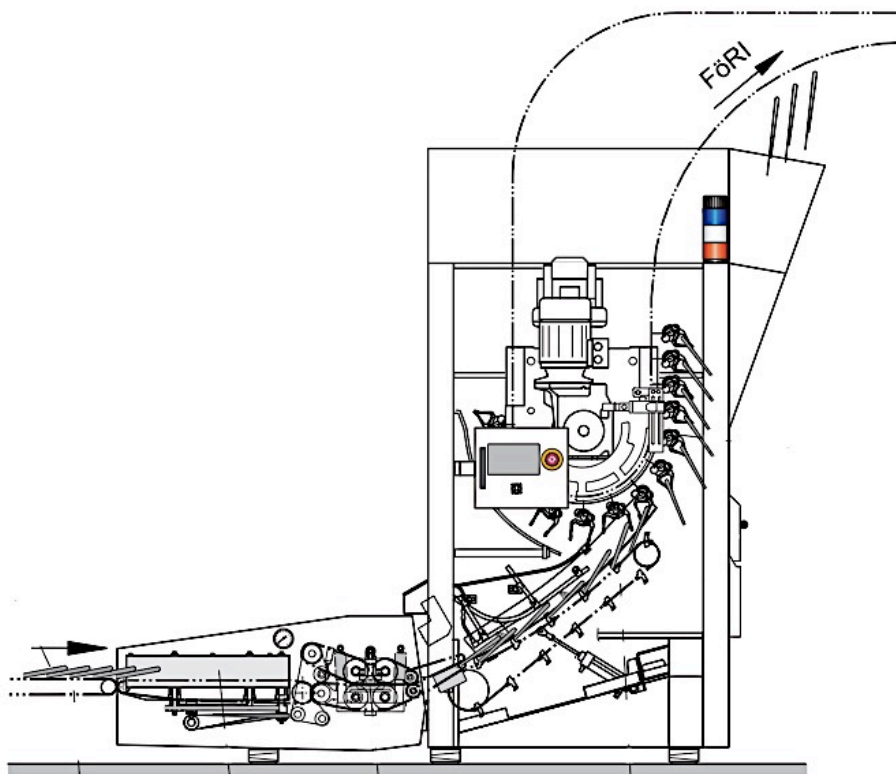


SmartStrap-sitomakoneet (SSP) nippujen sitomista varten.

Liite 9. Laite: Vastaanottoasema AU-MNK  
(Ferag AG, 2010, muokattu)



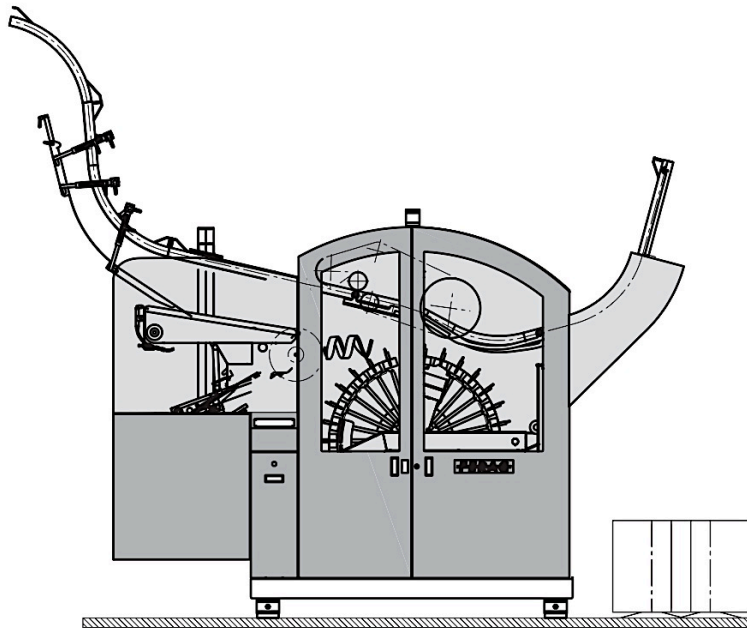
Nokkaketjullinen vastaanottoasema (AU-MNK) tuotteiden poimimiseksi painokoneen taittolaitteelta.



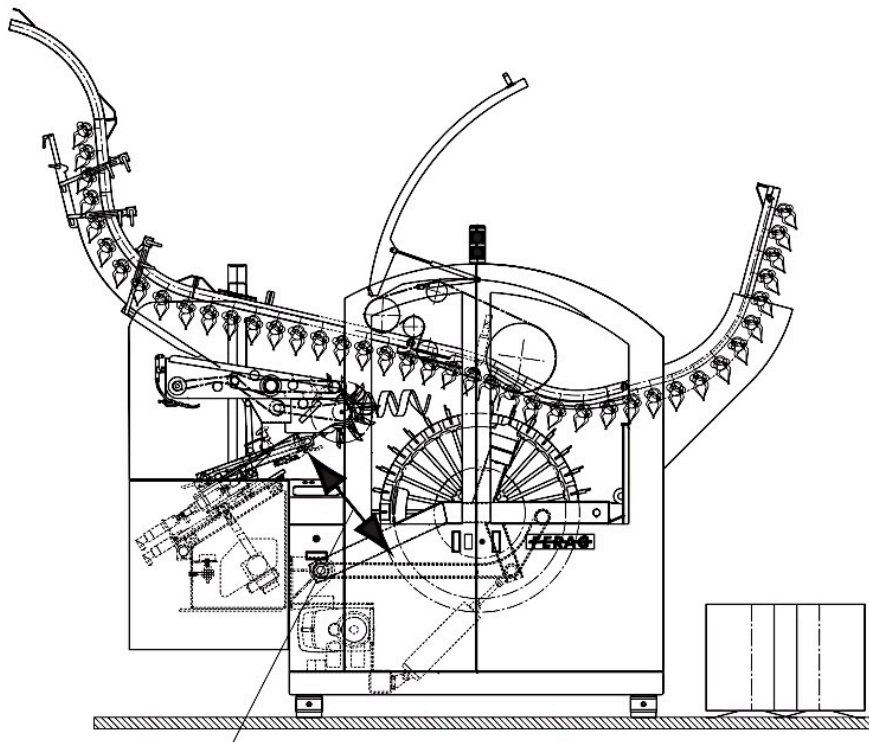
Nokkaketjullinen vastaanottoaseman (AU-MNK) toimintaperiaate: Limivirtana painokoneen taittolaitteelta vastaanotetut tuotteet poimitaan nokkaketjun tahdistamana/työntämänä kuljetinketjulle. FöRI = kuljetussuunta.

Liite 10. Laite: Stifirumpu SSH

(Ferag AG, 2011, muokattu)

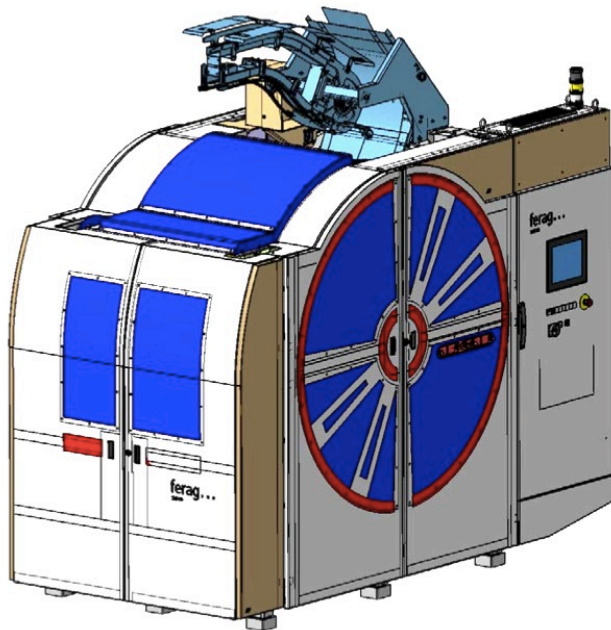


StreamStitch-stifirumpu (SSH) irtokansien nitomista varten.

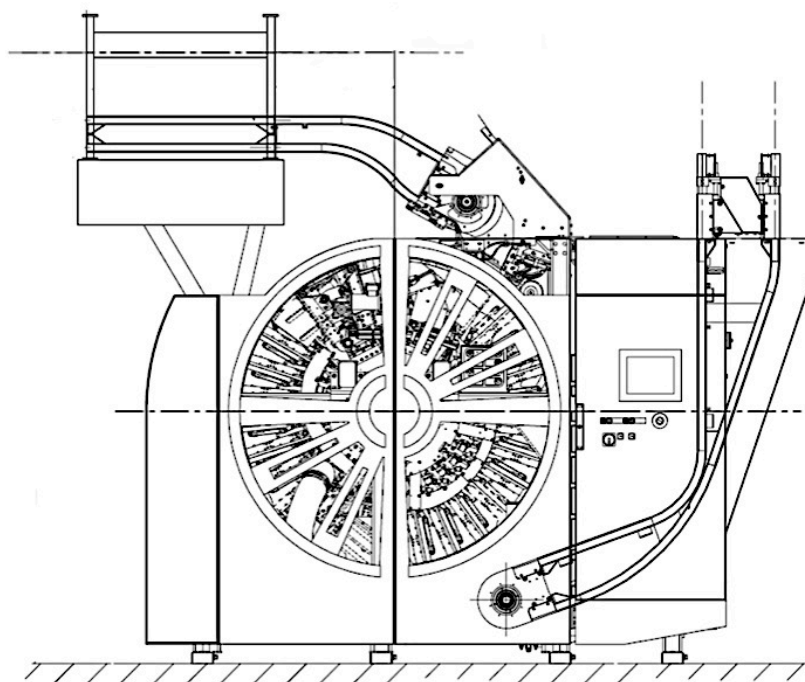


StreamStitch-stifirummun (SSH) toimintaperiaate: Ylitaitteella olevat lehdet kuljetaan kuljetinketjulla laitteeseen, jossa lehden reunat erotetaan toisistaan ja pudotetaan taskuun. Lehti on taskussa taite ulkona, sillä nidonta suoritetaan taitteen kohdalle. Vrt. lehti trimmerin taskussa.

Liite 11. Laite: Trimmeri SNT  
(Ferag AG, 2010, muokattu)



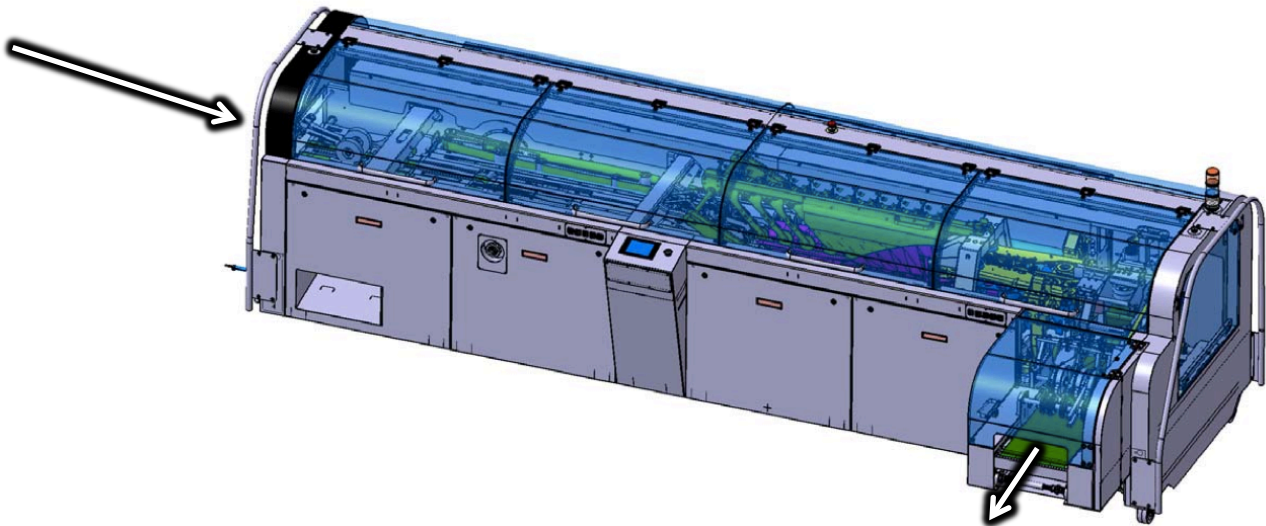
Trimming Drum -trimmeri (SNT) tuotteiden siistimistä varten.



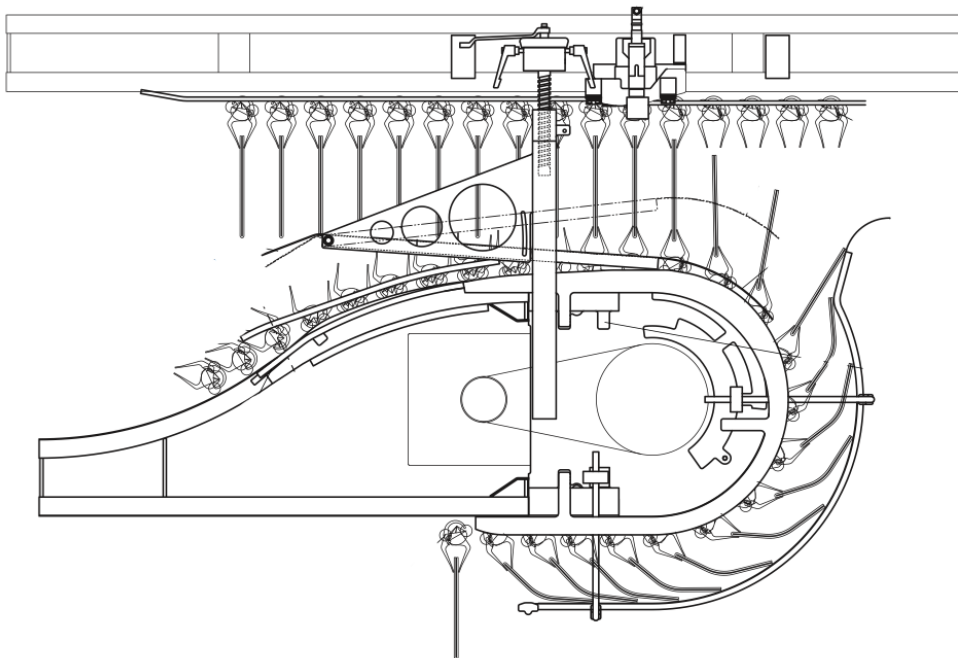
Trimming Drum -trimmerin (SNT) toimintaperiaate: Tuotteet poimitaan yläkuljettimelta pyörivän roottorin taskuihin, joissa lehti kiilautuu sivuteriä sekä yläterää vasten. Terät leikkaavat lehden reunoista osan pois siistimmän lopputuloksen saavuttamiseksi. Lehti on taskussa taite edellä, jolloin leikattavat reunat jäävät näkyviin.



Liite 12. Laitteet: Neljännestaittolaite SFO ja siirtoyksikkö UEG  
(Ferag AG, 2011, muokattu) (Ferag AG, 2002, muokattu)



StreamFold-neljännestaittolaite SFO.



Siirtoyksikkö (UEG) tuotteiden siirtämiseksi toiselle kuljetinketjulle.