

Mikko Näppä

Sanomalan jälkikäsittelylaitteiston tyhjäkäynnin sähkönkulutus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

16.4.2014

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Mikko Näppä Sanomalan jälkikäsittelylaitteiston tyhjäkäynnin sähkönkulutus 35 sivua + 4 liitettä 16.4.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Koneautomaatio
Ohjaaja(t)	Lehtori Heikki Paavilainen, Tuotantopäällikkö Janne Räihä.
<p>Insinöörityössä selvitettiin mittausten ja tarkastelun avulla Sanomala Oy:n jälkikäsittelylaitteiston ylimääräistä sähkönkulutusta. Tavoitteena oli selvittää jälkikäsittelyssä käytettävien koneiden tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen määrä sekä muodostaa annettujen sähkösopimustietojen avulla ylimääräiselle sähkönkulutukselle kustannusarvio. Tarkoituksena oli myös miettiä mahdollisia keinoja tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen minimoimiseksi.</p> <p>Tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen määrää mitattiin konekohtaisesti asianmukaisilla mittausvälineillä ja päivittäisen tyhjäkäynnin kestoa arvioitiin tarkkailemalla koneidenkäyttöä työpaikalla sekä haastattelemalla työntekijöitä.</p> <p>Työn lopputuloksena selvisi, että jälkikäsittelylaitteiston tyhjäkäynnistä aiheutuu yritykselle merkittäviä kustannuksia vuositasolla. Tuloksista selvisi myös, että pääasiallinen syy tyhjäkäynnin muodostumiseen ovat tuotannon työntekijöiden rutinoituneet toimintatavat työpaikalla. Tehokkain tapa vähentää ylimääräisestä sähkönkulutuksesta aiheutuvia kustannuksia olisi koneidenkäyttäjien selkeä ohjeistaminen ja toimintatapojen uudistaminen.</p>	
Avainsanat	Sanomala Oy, tyhjäkäynti, sähkönkulutus, jälkikäsittelylaitteisto

Author(s) Title Number of Pages Date	Mikko Näppä Sanomala's post processing of idle equipment electricity consumption 35 pages + 4 appendices 11 May 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Program	Mechanical engineering
Specialisation option	Automation technology
Instructor(s)	Lecturer Heikki Paavilainen Production manager Janne Räihä
<p>In this final thesis the post processing equipment's idle electricity consumption was examined by researching and metering. The main purpose was to find out the amount of the idle electricity consumption and calculate the estimate of cost with the help of given information of electric contract. The aim was also to find out any possible ways to reduce the amount of electricity consumption when idle.</p> <p>The amount of the idle electricity consumption was measured with professional tools and the length of daily idling was estimated by observing the users of the machines on the spot and by interviewing the employees.</p> <p>As a final result was found out that the idling of the post processing equipment causes major expenses to the company on an annual level. The results also showed that the main reason for the formation of idling is the machine operators' routined ways of using the equipment. The most efficient way to reduce the expenses of idle electricity consumption would be an articulate instruct of the machine operators and reformation of procedure.</p>	
Keywords	

Sisällys

Erityis sanastoa

1	Johdanto	1
2	Sanoma ja Sanomala Oy	1
2.1	Sanoma Oyj	1
2.2	Sanoma News	2
2.3	Sanomapaino	2
2.4	Sanomala Oy	3
2.4.1	Sanomalan kiinteistö	3
2.4.2	Laitteet ja järjestelmät	3
2.4.3	Sanomalan organisaatio	5
3	Painoprosessi	6
3.1	Lehden toimitus	7
3.2	Sanomalehden valmistusprosessi	7
3.2.1	Painolevyjen valmistus	7
3.2.2	Lehden painaminen	8
3.2.3	Coldset- ja Heatset-painotekniikat	10
3.2.4	Lehden valmistus	10
3.2.5	Jälkikäsittely ja postitus	11
4	Sanomalan sähkönkulutus	13
5	Sanomalan jälkikäsittelylaitteiston tyhjäkäynnin sähkönkulutus	14
5.1	Työn rajaus	14
5.2	Käytetyt mittausvälineet	15
5.2.1	TES 3050	15
5.2.2	Fluke 1730	16
5.3	Työn suoritus	17
5.3.1	Kolmivaihevirta	17
5.3.2	Sähkönkulutuksen hinnan laskeminen	18
5.3.3	Sähkönkulutuksen mittaus pääkytkimestä	19
5.3.4	Sähkönkulutuksen mittaus sähköpääkeskuksesta	20
6	Mittaustulokset	21
6.1	Koneet	22

7	Päätelmät ja pohdinta	31
8	Lähteet	34

Liitteet

Liite 1. Mitattujen koneiden tyhjäkäynnin kulutukset ja hinnat

Liite 2. Koneiden koodien suomennokset

Liite 3. LAT-AWS-OFF toiminta

Liite 4. AU-TTR/-UTR TTR- tai UTR-järjestelmässä

Erityissanastoa

Broadsheet	Yleinen suurikokoinen sanomalehtiformaatti
Jälkikäsittelylaitteisto	Kaikki laitteet painopuolen jälkeen käsitetään jälkikäsittelylaitteistoksi. Valmiiksi painetut lehdet kuljetetaan postituksen puolelle, jossa ne käsitellään kuljetusta varten.
Limivirta	Lehdet kulkevat jonossa osaksi päällekkäin.
Lähtöasema	Lehdet poimitaan painokoneen taittolaitteelta kuljettimille, naukkareille, joita pitkin valmis tuote viedään postitusosastolle jälkituotantoon.
Makulatuuri, makkeli	Huonolaatuinen painotuote. Makkelit eivät päädy asiakkaalle vaan ne hävitetään.
Naukkari	Tarttujia, jotka kuljettavat lehtiä; 1 tai 2 lehteä kerrallaan.
Neljännestaite	Lisätaite puolitaitteelle. Käytännössä lehti taitetaan kertaalleen normaalin taittolaitteen puolitaitteen lisäksi.
Niputuslinja	Valmiit lehdet käsitellään kuljetettavaan muotoon.
Offline-/online-ajo	Online-ajolla tarkoitetaan painokoneen tuotannon aikaisia tuotteiden ohjaustoimenpiteitä esimerkiksi postitusosastolla. Offline ajo voi tapahtua postitusosastolla esimerkiksi varastokeloilta, jos painokone on seisokissa.
Offset-paino	Laakapaino. Laakapainomenetelmässä painava ja ei painava pinta ovat samassa tasossa, mutta pintakemiallisten erojen seurauksena painoväri ja kostutusvesi tarttuvat eri alueille.

Postitusmoduuli	Postitusosaston osakokonaisuus, jonka laitteilla tuotteet otetaan vastaan kuljettimilta, käsitellään ajotavan mukaisesti sekä niputetaan kuljettamista varten.
Rullapukki	Rullapukeilta ohjataan lehdet painoon painamista varten.
SIS-kaappi	Sulakekaappi, joka syöttää postitusmoduulien kaikkien koneiden virrat. Käytännössä päävirtakaappi kaikille laitteille.
Tabloid	Pienempi sanomalehtiformaatti. Tabloid-sivut ovat käännetty 90° broadsheet-sivuihin nähden. Yhdelle broadsheet sivulle on asemoitu kaksi tabloid-sivua. Iltapäivälehdet ovat tyypillinen tabloid-formaatti.
Taittolaite	Painokoneen osakokonaisuus, jossa päällekkäin ohjatut paperiradat katkaistaan, taitetaan sekä tarvittaessa nidotaan. Valmis tuote vietään kuljettimilla seuraavaan tuotantovaiheeseen.
Toiminnanohjausjärjestelmä	Yrityksen tietojärjestelmä, joka yhdistää eri toimintoja. Esimerkiksi laskutus, varasto, tuotanto, henkilöstö ja kirjanpito.
TR-ST kaappi	Päävirtakaappi UTR-radoille.
Varastokela	Kela, jolle mahtuu tuhansia sivuja tuotetta. Käytetään varastointiin sekä liitteiden syöttämiseen päätuotteen väliin. Mahdollistaa joustavuutta tuotantoihin. Kelat voidaan varastoida toiselle postitusmoduulille.

Vihivaunu

Automatisoitu trukki, jolla paperirullat kuljetaan rullapukeille.

1 Johdanto

Nykyään sähkön kulutukseen kiinnitetään yhä enemmän huomiota sekä kotitalouksissa kuin myös teollisuudessa. Etenkin teollisuuden yrityksissä sähkönkulutuksen määrä voi olla todella suuri ja siihen käytetään vuosittain suuria summia rahaa. Osa sähkönkulutuksesta voi kuitenkin olla turhaa ja ylimääräistä sähkönkulutusta olisi mahdollista välttää tai ainakin vähentää. Sähkönkulutuksen säästämisestä on yritykselle taloudellista hyötyä ja samalla ympäristöpäästöjä voidaan vähentää.

Tämän insinööritoimiston tarkoituksena oli selvittää Sanomala Oy:n jälkikäsitteilylaitteiston tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen määrää sekä arvioida ylimääräisen sähkönkulutuksen hinta. Tarkoituksena oli myös miettiä mahdollisia keinoja vähentää ylimääräistä sähkönkulutusta ja näin pienentää sähkölaskun määrää.

2 Sanoma ja Sanomala Oy

Työn toimeksiantaja on Sanomala Oy. Se on osa Sanoma News liiketoimintaryhmään kuuluvaa Sanomapaino Oy:tä, jonka muodostavat viisi sanomalehtipainoa.

2.1 Sanoma Oyj

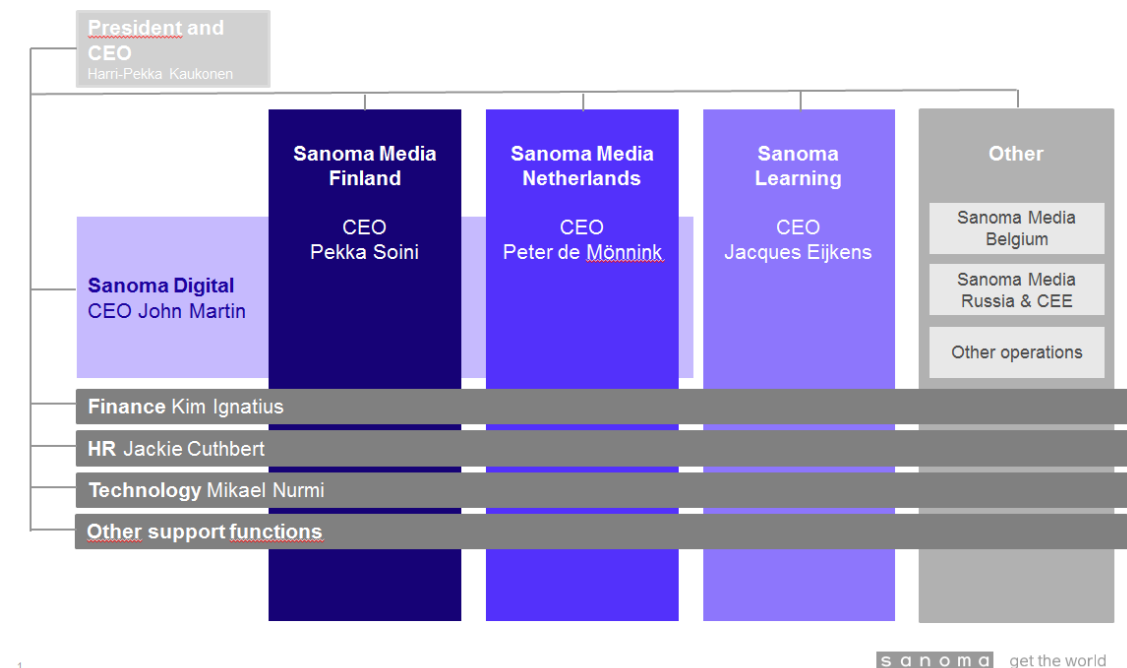
Sanoma Oyj toimii yli 20 maassa ja on Suomen suurin sekä pohjoismaiden toiseksi suurin viestintäyhtiö. Suomessa ja Hollannissa Sanoma on markkinoiden johtava, monikanavainen media-yhtiö. Sanomalalla on oppimisliiketoimintaa Suomessa, Ruotsissa, Hollannissa, Belgiassa ja Puolassa.

Sanoma Oyj on liikevaihdoltaan Euroopan 15 suurimman media-yhtiön joukossa. Vuonna 2013 konsernin liikevaihto oli 2 219 miljoonaa euroa. Sanoman osake on listattu NAS-DAQ OMX Helsingissä. (Sanoma tilinpäätös 2013.)

Yhtiön pääkonttori sijaitsee Helsingissä ja työntekijöitä Sanomassa on noin 10 000.

Sanoman organisaatio on esitetty kuvassa 1.

The Sanoma Group



Kuva 1. Sanoma Group organisaatio (intra.sanoma.com)

2.2 Sanoma News

Sanoma News on Suomen johtava sanomalehtikustantaja. Se kustantaa sekä valtakunnallisia että alueellisia lehtiä ja kuuluu maan merkittävimpiin digitaalisen median toimijoihin. Sanoma News myös tuottaa painettuja sekä digitaalisia tuotteita. (Sanoma vuosikertomus 2009, 3.)

2.3 Sanomapaino

Helsingin Sanomien lehtipaino yhtiöitettiin Sanomapainoksi vuoden 2005 alussa. Se on yksi pohjoismaiden suurimmista sanomalehtipainoista. (Sanoma WSOY vuosikertomus 2004, 21.)

Sanomapaino Oy edustaa Sanoma News liiketoimintaryhmän viittä sanomalehtipainoa, jotka ovat Sanomala Oy (Vantaa), Hämeen Paino Oy (Forssa), Savon Paino Oy (Varkaus), Lehtikanta Oy (Kouvola) sekä Saimaan Lehtipaino Oy (Lappeenranta). Työntekijöitä Sanomapainossa on noin 400. (Sanomapainon intra-sivut, Sanomapaino organisaatio.)

Sanoma osakeyhtiö rakennutti painolaitoksen Vantaalle, Martinlaaksoon vuonna 1977. Sanomalan lehtipaino avattiin 16.11.1977.

Vuoden 2005 alussa Helsingin Sanomien lehtipaino yhtiöitettiin Sanomapainoksi. Samalla syntyi Sanomala Oy, mikä on Sanomapainon suurin lehtipaino. (Sanomapainon esittelykalvot 2010.)

2.4 Sanomala Oy

2.4.1 Sanomalan kiinteistö

Sanoma osakeyhtiö rakennutti painolaitoksen Vantaalle, Martinlaaksoon vuonna 1977. Sanomalan lehtipaino avattiin 16.11.1977. Kiinteistöä laajennettiin vuonna 1985, jolloin Sanomalan tuotantolaitoksen yhteyteen valmistui toimistotalo sekä Hufvudstadsbladelle tuotantotalo, joka myytiin Hufvudstadsbladelle vuonna 2005. Paperivaraston laajennus tehtiin vuonna 1987. Postituksen tilat laajennettiin vuosina 1999 ja 2000 sekä uusi painohalli rakennettiin vuosina 2002 ja 2003. (Knuutila 2010.)

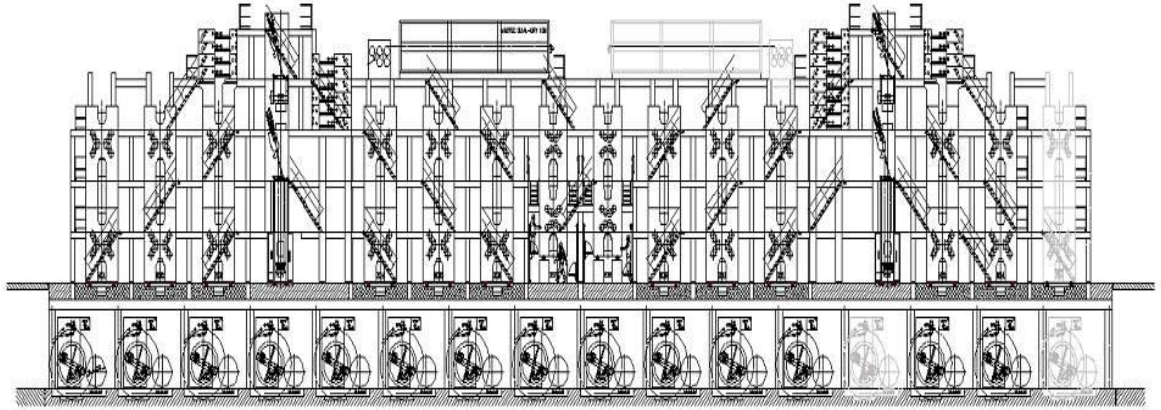
Sanomalan kerrospinta-ala on 49 541 m². Toimistotalon osuus on 5840 m² ja loput kuuluvat tuotantotaloon. Vuotuinen sähkönkulutus on noin 17 000 MWh, mistä tuotannon osuus on noin 60 %, ja loppu jakautuu tuotantotalon ja toimistotalon kiinteistöjen kesken siten, että tuotantotalon osuus on noin 34 % ja toimistotalon noin 6 %. Kiinteistön alueella työskentelee noin 350 henkilöä.

Sanomalassa kuluu vuosittain noin 50 000 tonnia sanomalehtipaperia. Tämä vastaa noin puolta Sanomapainossa käytettävästä paperimäärästä. Painoväriä Sanomalassa käytetään noin 1 000 tonnia vuodessa. (Sanomapainon esittelykalvot 2010.)

2.4.2 Laitteet ja järjestelmät

2000-luvun vaihteessa Sanomalan tuotantoprosessi uudistettiin. Jälkikäsittelylaitteisto hankittiin sveitsiläiseltä Ferag Ag:ltä vuosien 1999 ja 2000 aikana. Painokoneen toimitti vuonna 2003 Man Ag-konserniin kuulunut Man Roland, joka vuonna 2008 muuttui itsenäiseksi Manroland Ag -yhtiöksi. Samaan aikaan otettiin käyttöön myös automaattinen paperirullien käsittely. (Sanomapainon esittelykalvot 2010.)

Sanoman painokone on esitetty kuvassa 2. Sillä voidaan tuottaa kerralla kahta 48-sivuista, neliväristä painolehteä tuotantonopeudella 168 000 kpl/h. Painokone muodostuu kahdesta kaksoistaittolaitteesta, 13 painoyksiköstä sekä 14 rullapukeista.



Kuva 2. Sanomalan painokone (Sanomalan esittelykalvot 2010)

Painokoneen automaatiojärjestelmän *Printan* on toimittanut Honeywell Finland. Automaatio on integroitu saumattomasti painokoneeseen ja sitä hallinnoidaan kuuden opeointipaikan sekä PMS-hallintajärjestelmän kautta. PMS tulee sanoista Printa Management System.

Paperirulla-automaatiojärjestelmä Aurosyst muodostuu rullien esikäsittelyalueesta, rullien kuljetuksesta, painokoneelle lataamisesta ja kokonaisuutta hallinnoivasta automaatiojärjestelmästä. Rullien kuljetus tapahtuu automaatioboteilla, joita kutsutaan vihi-vaunuiksi (kuva 3). Niitä on seitsemän kappaletta ja ne suunnistavat laserin ja peilien avulla paperirullavarastosta rullapukeille.



Kuva 3. Rocla-vihivaunu

Arrow maint -kunnossapidon tietojärjestelmä on työtilausten, kirjattujen vikailmoitusten sekä laitehuollon hallintaa varten suunniteltu järjestelmä. Lisäksi se sisältää varaosahallintaan liittyviä toimintoja, kuten varaosavaraston sekä toimittajarekisterin. Arrow Maint -kunnossapitojärjestelmään kirjataan kaikkien huoltokäyntien vikatyö- tai huoltotilaukset. Tilauksessa esitetään kaikki huollot/ongelmat/viat, tehdyt huoltotoimenpiteet, käytetyt varaosat sekä kuluneet työtunnit asentajakohtaisesti. Tietojärjestelmä sijaitsee palvelimella, johon työasemat on yhdistetty koko laitoksen sisäverkon kautta. Tuotanto ilmoittaa vikatilaukset internetin kautta järjestelmään, josta kunnossapito saa ne heti käsiteltäviksi. (Arrow Maint, kunnossapitojärjestelmä 2014.)

2.4.3 Sanomalan organisaatio

Sanomalassa työskentelee noin 180 henkilöä. Työtehtävät jakaantuvat paino-, kunnossapito-, postitus ja varasto-osastoille. Kunnossapito-osasto huolehtii laitteiden, kiinteistön ja prosessin toiminnasta. Kunnossapidossa toimii noin 35 työntekijää. Työtä tehdään kolmessa vuorossa, mutta kuitenkin siten, että yövuorolaiset tekevät pelkäänsä yövuoroa.

Sanomala Oy:n toimintaa johtaa toimitusjohtaja yhdessä johtoryhmän kanssa. Johtoryhmään kuuluu toimitusjohtajan lisäksi kaksi tuotantopäällikköä ja kolme käyttöpäällikköä. Tuotantovastuu jakautuu Helsingin Sanomien tuotantoon, joka tehdään yöllä, sekä päivätuotantoon, joka sisältää Helsingin sanomien liitteiden ja muiden kustantajien lehtien sekä mainosten tuotantoa.

Sanomalan toimitusjohtajana toimii Jorma Kyrö ja tuotantopäälliköt ovat Janne Räihä sekä Markku Hernberg. (Sanomala organisaatio, 2013.)

3 Painoprosessi

Sanomalehden painoprosessiin sisältyy kolme päävaihetta, jotka ovat sivunvalmistus, painaminen ja jakelu (kuva 4). Sanomalehden valmistaminen vaatii monien eri alojen työntekijöiden yhteistyötä. Toimituksen ja painolaitoksen henkilöstön sekä postinjakajien työpanosten tuloksena valmis tuote päätyy aikanaan asiakkaalle.



Kuva 4. Sanomalehden painoprosessi (Sanomalan esittelykalvot 2010)

3.1 Lehden toimitus

Toimitus tuottaa lehden asiasisällön. Toimittajat laativat uutissisällön yhdessä kuvaajien kanssa. Sisältöä täydennetään kuvien ja grafiikkojen avulla. Valmis aineisto lähetetään toimitukseen, jossa aineisto käsitellään artikkeliksi. Seuraavaksi uutinen menee taittoon, missä taittajat asettelevat sanomalehden sivut sopiviksi. Tämän jälkeen uutiset ja ilmoitukset lähetetään painoon.

Ilmoitukset ovat merkittävä tulonlähde sanomalehdille. Ne taitetaan osaksi sanomalehden asiasisältöä.

Helsingin Sanomien, Talous Sanomien sekä Ilta-Sanomien sisältö valmistetaan Sanomatalossa, joka sijaitsee Helsingin keskustassa. Sanoma kaupunkilehtien toimitus tapahtuu Sanomalassa ja Sanoma Lehtimediaan kuuluvien lehtien toimitukset Kotkassa ja Lappeenrannassa.

Sanomalehdet tuotetaan broadsheet- ja tabloid formaateissa. Tabloid-sivut on käännetty 90° broadsheet-sivuihin nähden. Yhdelle broadsheet-sivulle on asemoitu kaksi tabloid-sivua.

Helsingin Sanomat siirtyivät Ilta-Sanomista tuttuun tabloid-formaattiin tammikuussa 2013. Ensimmäinen tabloid-mallinen Helsingin Sanomat ilmestyi tiistaina 8.1.2013. (Hooli 2013.)

3.2 Sanomalehden valmistusprosessi

Sanomalehden valmistus sisältää kolme vaihetta, jotka ovat painopinnan valmistus, itse painaminen sekä painotuotteen jälkikäsittely. Painoprosessin pääraaka-aineita ovat painolevyt, painoväri sekä paperi.

3.2.1 Painolevyjen valmistus

Sanomalan levynvalmistuksessa on viisi Creo:n toimittamaa News CTP-levyntulostinta. Suomessa laitetta edustaa Kodak Oy. Tulostuslinjoilla käytetään kahta levykokoa. Single vastaa broadsheet-sivua ja panoraama aukeamaa. Tulostus perustuu termotek-

niikkaan. Tulostimien jatkeena ovat Haase:n toimittamat VSL 65-kehityskoneet ja näiden jatkeena saksalaisen Nelan VCP2002 E+D -levyntaivuttimet. Painolevyinä käytetään Kodak Polycrome Thermalnews Gold sekä Fujin LH-NN2-fotopolymeerilevyjä.

Tulostuslinjoja on 5 kpl. Linjat 1 ja 3 tulostavat 120 levyä tunnissa ja linjat 2, 4 ja 5 tulostavat 200 levyä tunnissa. Hitaammissa tulostimissa on ainoastaan yksi laser ja nopeammissa kaksi laseria, ns. master- ja slave-laserit.

Painotuotannon alkaessa tulostetaan ensin painolevyt. Valmiit sivutiedostot lähetetään RIP:lle (Raster Image Processor), minkä jälkeen ne voidaan ohjata suoraan halutulle tulostimelle.

Kun tulostus alkaa, Preloader siirtää yksi tai kaksi rinnakkaista painolevyä tulostuspöydälle, josta ne siirtyvät tulostusrummulle. Samalla poistetaan raakalevyjen välissä olevat suojapaperit. Sanomalan tulostimet perustuvat ulkorumpu- ja termotekniikkaan.

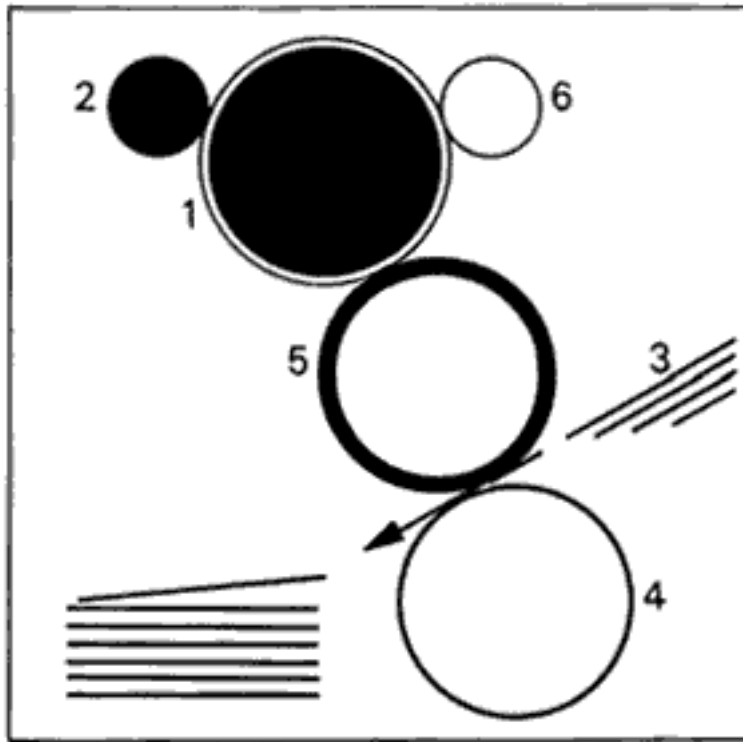
Infrapunaser valottaa kuva-aihion levyille, minkä jälkeen levy siirtyy kuljettimelle ja sitä kautta esilämmitysyksikön läpi kehityskoneeseen. Kuljettimella voidaan nähdä infrapunaserin valottama latenttikuva painolevyllä. Esilämmitysyksiköllä lisätään levyn painoskestävyyttä. Levy siirretään kehitealtaaseen, jossa painamaton alue pestään pois. Pesty painolevy siirretään vesihuuhteluun ja kumitusaltaaseen kumitettavaksi kumi-vesiseoksessa (1:1). Suojakumi estää levyä valottumasta ja lisää painoskestävyyttä.

Kehittämisen jälkeen valmiit levyt siirretään kuljettimella Nelan taivuttimelle. Taivuttimella levy kohdistetaan kamerakohdistuksessa levyn kulmissa olevien kohdistusmerkkien avulla oikeaan kohtaan. Kohdistettu levy stanssataan (painokoneen kohdistusnostojen paikat) ja kantit taivutetaan painokoneensylinterin levylukkoja varten. (Räihä & Hämäläinen 2013.)

3.2.2 Lehden painaminen

Sanomalassa lehdet painetaan Manroland Ag:n toimittamalla painolinjastolla, joka otettiin käyttöön vuonna 2003. Painolinjassa on 4 taittolaitetta, 13 painoyksikköä sekä 14 rullapukkia.

Painomenetelmä perustuu offset-menetelmään, joka on nykyisin käytetyin tapa lehtipainoissa. Offset-painatus on niin sanottu laakapainomenetelmä, jossa painoelementti, eli painolevy, on tasainen pinta, eikä siinä erotu selvästi koholla olevia kohtia, kuten kohopainomenetelmässä tai syvennyksiä, kuten syväpainomenetelmässä. Laakapainomenetelmä perustuu rasvan ja veden keskinäiseen hylkimisreaktioon. Offset-painossa painolevyn pinta valotetaan levytulostimessa sellaiseksi, että painettavat kohdat muuttuvat rasvaista painoväriä suosiviksi, mutta vettä hylkiviksi. Painamattomat kohdat taas suosivat vettä, mutta hylkivät rasvaista väriä. Termi offset on syntynyt siitä, että tässä painotekniikassa painettava aihio eli painolevy ei milloinkaan suoraan kosketa paperia vaan painolevyltä aihio siirtyy painoyksikön kumikankaalle ja vasta siitä paperille (kuva 5). Paperi on liian kova materiaali ja kuluttaisi painolevyn pinnan nopeasti rikki. (Offset painotekniikka)



Kuva 5. Offset-periaate: 1. painolevy, 2. väri, 3. paperi, 4. puristussylinteri, 5. kumisylinteri, 6. vesi. (Ferag käyttöohje 2010)

3.2.3 Coldset- ja Heatset-painotekniikat

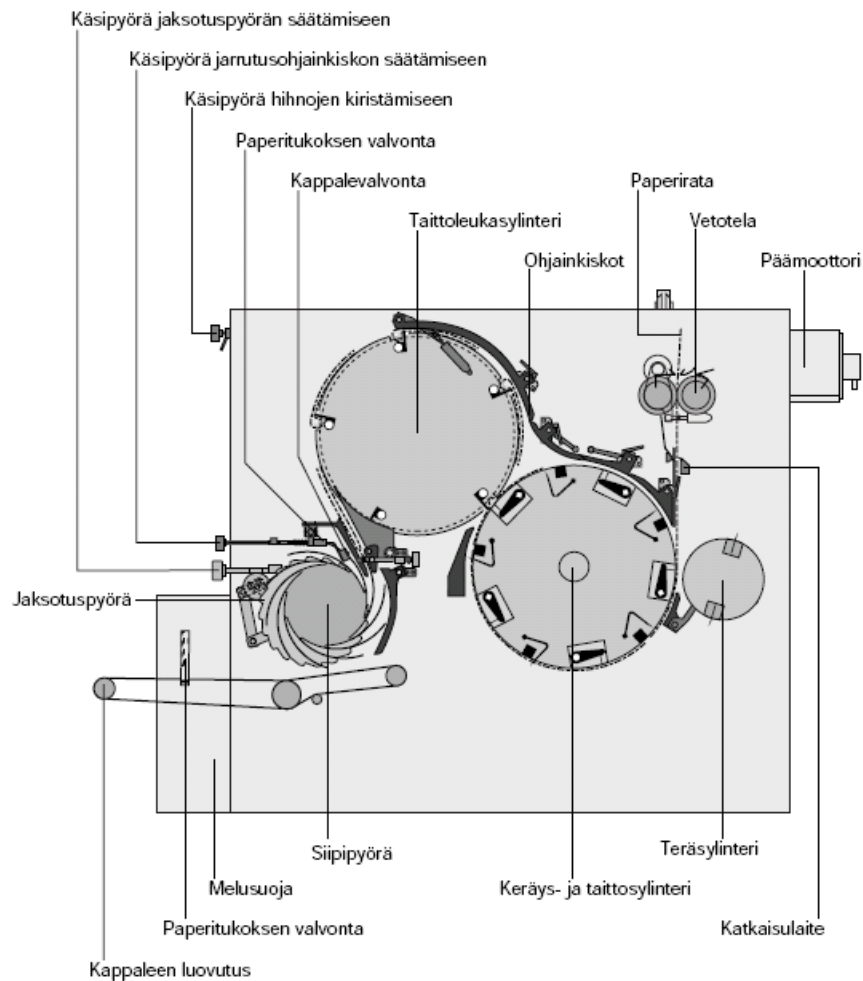
Coldset-tekniikka on Sanomapainon peruspainotekniikka, jossa paino tapahtuu päällystämättömälle paperille. Coldset-tekniikassa painovärit kuivuvat huokoiseen, karheaan paperiin imeytymällä. Päällystämätön paperi ja nopea coldset-tekniikka ovat kustannustehokas tapa tuottaa hyvin erilaisia julkaisuja.

Heatset on offset-tekniikan muoto, jossa painovärit kuivataan kuumalla ilmalla kuivajassa eli ”uunissa”. Painatus tapahtuu päällystetylle paperille, jonka pintaan muodostuu kiinteä väripinta, jonka päälle levitetään ohut silikonikerros kiillon lisäämiseksi. Heatset-painetun tuotteen etuja ovat, ettei se kellastu eikä tahraa, ja se sopii hyvin pitkäaikaisiksi tarkoitettuihin tuotteisiin. (Sanomapaino, tuotteet ja palvelut.)

3.2.4 Lehden valmistus

Lehden valmistus aloitetaan laatimalla ajo-ohjelma. Ajo-ohjelmaan määriteltävät tiedot ovat aikataulu, sivumäärät, lehden formaatti, laiteresurssit, paperiratavedot sekä sivujen osavärien sijoituspaikat painosylintereillä. Seuraavaksi rulla-automaatiojärjestelmä saa ajo-ohjelmasta tiedot, joiden perusteella vihivaunurobotit alkavat toimittamaan paperirullia rullapukeille.

Kun rullat on ladattu rullapukkien sakaroihin, paperirainat vedetään painoyksiköiden kautta taittolaitteelle. Rainat kasataan yhteen auroilla. Painajat ohjaavat ratanipun auroa vasten ohjaintelojen kautta taittosylinterille. Seuraavaksi paperi viedään katkaisusylinterille, jossa lehti katkaistaan 560 mm:n mittaan. Tämän jälkeen lehti kulkeutuu naukkarisylinterille ja siitä lähtöasemaan. Taittolaite on esitetty kuvassa 6.



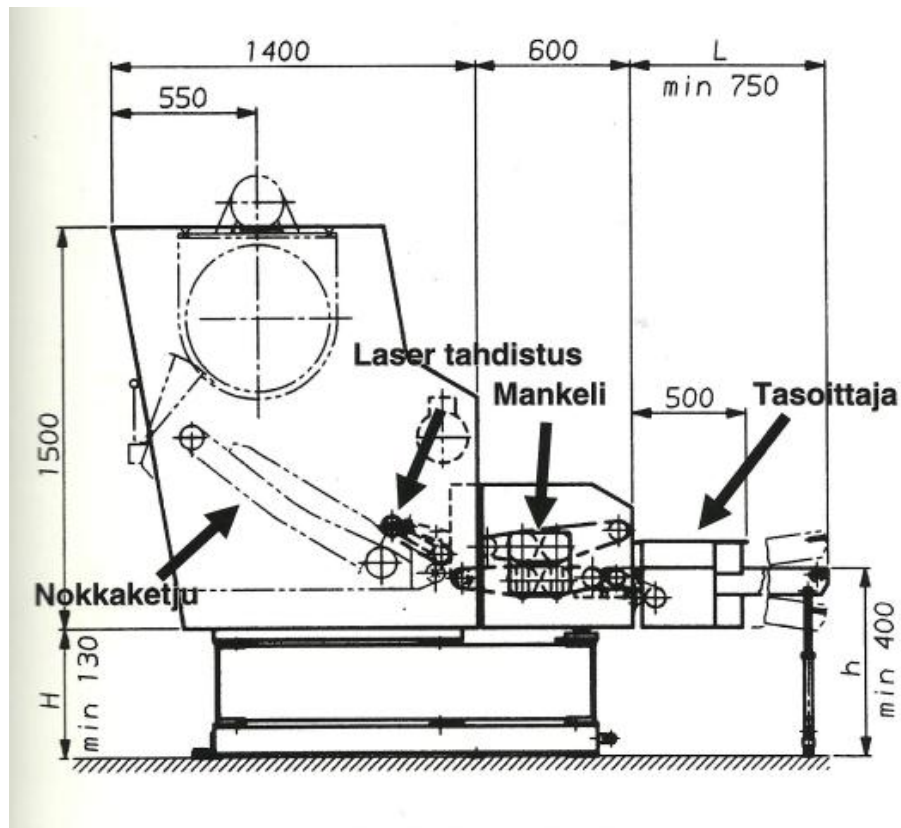
Kuva 6. 2:5:5-leukataittolaite (Man Roland Druckmaschinen Ag, Huolto käsikirja 2008)

Kun lehti vastaa laadultaan vaatimuksia, se päästetään postitukseen jälkikäsitteilyä varten.

3.2.5 Jälkikäsitteily ja postitus

Painolaitoksen postitusosastolla sijaitsevilla jälkikäsitteilylaitteilla kuljetetaan, varastoidaan, viimeistellään ja niputetaan painossa jo valmiiksi painettuja tuotteita.

Sanomalan jälkikäsitteilylaitteistona toimii sveitsiläisen Ferag Ag:n toimittama järjestelmä. UTR-lähtöasemat, joita on 4 kpl, sijaitsevat jokaisen taittolaitteen perässä. (Kuva 7.) Lähtöasema ottaa limittäisvirtana tulevat sanomalehdet vastaan, tahdistaa itsensä ja siirtää sanomalehdet kuljettimien naukkareihin. Naukkarit kuljettavat lehtiä ratoja pitkin yksi tai kaksi lehteä kerrallaan.



Kuva 7. UTR-lähtöasema (Ferag Ag huoltokäsikirja 1999)

Postitus koostuu viidestä moduulista, joissa jokaisella on mahdollista kelata lehdet varastokeloille. Kelausten jälkeen kelat varastoidaan väliaikaisesti lähelle seuraavaa työvaihetta. (Kuva 8.) Jokaisella moduulilla on myös sisäänpistorumpu, jonka avulla varastoidut lehdet voidaan liitteistää päätuotteen sisään. Useita liitteitä voidaan syöttää samanaikaisesti varastokeloilta erillisen purkuaseman (AWS) kautta. Postitusmoduulien viimeisessä käsittelyvaiheessa lopulliset tuotteet niputetaan kuljettamista varten.

Valmiit lehdet kulkeutuvat ennalta määrätyn moduulin niputuslinjastoon, jossa ne saavat tarvittaessa aluspaperin tai -kartongin sekä osoitelapun. Pakka jatkaa matkaansa kuljetushihnalla sitomakoneen lävitse, joka sitoo pakan tiiviiksi, minkä jälkeen se nousee lehtihissiä pitkin lehtinippujen lajittelijalle, joka postitusohjelman mukaisesti siirtää valmiit niput lastauslaitureilla odottaviin jakeluautoihin. Metrolehden lastaus autoihin tapahtuu käsin ja Helsingin Sanomat siirtyvät lehtinippujen lajittelijalta lastausteleskooppiä pitkin suoraan jakeluautoihin.



Kuva 8. Varastokeloja

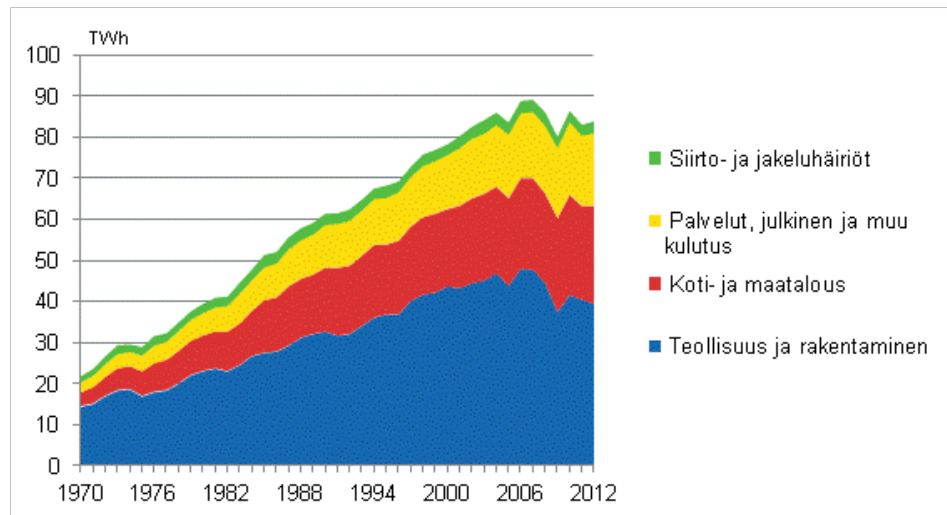
4 Sanomalan sähkönkulutus

Vuonna 2013 Sanomalan koko tontilla sijaitsevan kiinteistön sähkönkulutus oli 16 538 MWh. Toimistotalon vieressä sijaitseva HBL:n osuus tästä on noin 2000 MWh, eli Sanomalan osuus sähkönkulutuksesta on siis noin 14 500 MWh eli 14.5 GWh vuodessa. Tästä tuotantoon käytettävän sähkön määrää ei tiedetä varmuudella, mutta laskennallisesti tuotantosähkön määrä on noin 60 %. Jäljelle jäävä 40 % menee siis kiinteistön sähköihin ja siitä osa toimistotalon puolelle. Tuotantosähköä vuonna 2013 voidaan arvioida käytetyn noin 8700 MWh eli 8.7 GWh.

Sanomala maksaa sähköstä keskimääräisesti 75 €/MWh (alv 0 %). Hinta kuitenkin vaihtelee painolaitosten kesken johtuen esimerkiksi siirtoetäisyyksistä. (Knuutila 2014, haastattelu.)

Sähkönkulutus on ollut Suomessa jatkuvasti noususuhdanteinen vaikka tavoitteena on kulutuksen vähentäminen. Yritysten kannalta sähkönkulutuksen pienentämiseen panostaminen on järkevää, koska se tuo taloudellista hyötyä ja samalla ympäristöpäästöt vähenevät. (Ympäristöministeriö 2011.)

Vuonna 2012 sähkönkulutus Suomessa oli 85.2 TWh. Suurimman osan siitä vei teollisuus, joten tämän takia teollisuuden sähkönkulutuksen vähentämiselle on tarvetta. (Kuva 9.) Kuvassa 9. esiintyvä sähkönkulutuksen notkahdus vuonna 2009 selittyy maailmantalouden taantumalla. (Energian hankinta ja kulutus 2012, tilastokeskus.)



Kuva 9. Sähkönkulutus sektoreittain 1970 - 2012 (Energian hankinta ja kulutus 2012)

5 Sanomalan jälkikäsittelylaitteiston tyhjäkäynnin sähkönkulutus

5.1 Työn rajaus

Päättötyön tarkoituksena oli siis mitata Sanomalan jälkikäsittelylaitteiston tyhjäkäynnin sähkönkulutusta. Yhdessä toimeksiantajan kanssa päätettiin rajata mittaukset jälkikäsittelylaitteistoon ja jättää painopuolen sähkönkulutuksen tarkastelu kokonaan pois. Syynä tähän on se, että painokoneet eivät oikeastaan koskaan pyöri turhaan, joten ylimääräistä sähkönkulutusta ei tapahdu. Myös jälkikäsittelylaitteiston puolelta jätettiin mittaamatta sellaiset laitteet, joissa tyhjäkäyntiä ei tapahdu tai joita ei työn sujuvuuden kannalta voida sammuttaa. Näistä esimerkkeinä moduuleilla sijaitsevat tietokoneet ja ¼-taittokoneet. Kaikki työn sisältämät mittaukset rajattiin lähtöasemalta teleskooppikuljettimelle.

Sanomalan postituksen puoli koostuu viidestä moduulista, joista jokainen sisältää samat toimilaitteet. Samat laitteet kuluttavat yhtä paljon sähköä, joten ei ollut myöskään

tarpeellista käydä läpi samoja laitteita jokaiselta moduulilta vaan mittaukset suoritettiin vain yhdelle laitetypille moduulikohtaisesti.

5.2 Käytetyt mittausvälineet

Tehtyihin mittauksiin käytettiin kahta erilaista virtamittaria, jotka molemmat saatiin Sannomalta käyttööni.

5.2.1 TES 3050

Aluksi suoritettiin mittaukset TES 3050-pihtimittarilla (kuva 10). Johtuen mittarin suu-
resta koosta ja mittauskohteiden ahtaudesta, osa mittauksista oli hankalaa ja jopa
mahdotonta suorittaa tällä mittarilla.



Kuva 10. TES 3050-pihtimittari

5.2.2 Fluke 1730

Pian sain käyttööni Fluke 1730-energialloggerin (kuva 11), joka on erinomainen apuväline juuri energiankulutusta mitattaessa. Tämä on kolmivaiheinen energialloggeri, eli joka vaiheelle ja nollajohtimelle on omat pihtinsä (kuva 12). Tämän mittarin avulla mitaukset onnistuivat hankalimmissakin paikoissa. Oikein kalibroituna tämä mittari on myös erittäin tarkka. Mittarilla oli mahdollista nauhoittaa mittaustulokset ja siirtää ne myöhemmin usb:n välityksellä tietokoneelle. Tulosten lukeminen oli värinäytön takia todella helppoa.



Kuva 11. Fluke 1730-energialloggeri



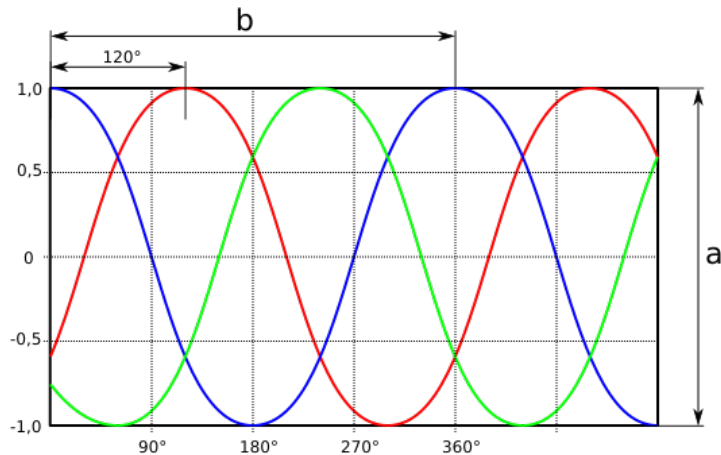
Kuva 12. Fluke 1730:n vaihepihdit

5.3 Työn suoritus

Kaikkien laitteiden sähkönkulutus mitattiin siis kolmesta vaiheesta joko suoraan laitteen pääkytkimestä tai moduuleilla sijaitsevista sähköpääkeskuksista eli SIS-sulakekaapeista.

5.3.1 Kolmivaihevirta

Kolmivaihevirta on yksi vaihtovirran muoto. Kolmessa vierekkäisessä johtimessa on sinimuotoinen, saman taajuinen ja yhtä suuri jännite. Jännitteiden välillä on $1/3$ jakson (120°) vaihe-ero, jolloin vaiheista yhteensä käytettävissä oleva teho on koko ajan yhtä suuri. Vaihejohtimien lisäksi käytössä on usein nollajohdin. Kolmivaihevirran kaavio nähtävissä kuvassa 13.



Kuva 13. Kolmivaihevirran kaavio (Brightupengineering.com)

L1=sininen

L2=punainen

L3=vihreä

Kolmea vaihetta merkitään nykyään sähköjärjestelmässä tunnuksilla L1, L2 ja L3. Aikaisemmat merkinnät vaiheille olivat R, S ja T. Vaihejohtimien värikoodi on yleensä ruskea, musta ja harmaa. Sähköjärjestelmän nollaa merkitään N:llä (tunnusväri sininen, vanhoissa asennuksissa harmaa, valkoinen tai vaalean sininen) ja suojamaata PE:llä (tunnusväri keltavihreä, vanhoissa asennuksissa punainen).

Vaiheen ja nollan välistä jännitettä kutsutaan *vaihejännitteeksi*, joka Suomen pienjänniteverkossa on 230 V ($400V/\sqrt{3}$). Vaiheiden välistä jännitettä kutsutaan *pääjännitteeksi*, joka Suomen pienjänniteverkossa on 400 V.

Kolmivaihekytkennässä vaihejännitteellä U_P ja verkon vaiheen virralla I_P saatava teho P on

$$\bullet \quad 3 \cdot U_P \cdot I_P \quad (1)$$

I_P on $\sqrt{3} \cdot I_L$ ja sähköverkon vaihejännitteen ja vaihevirran mukaan laskettu teho P on edelleen $3 \cdot U_P \cdot I_P$

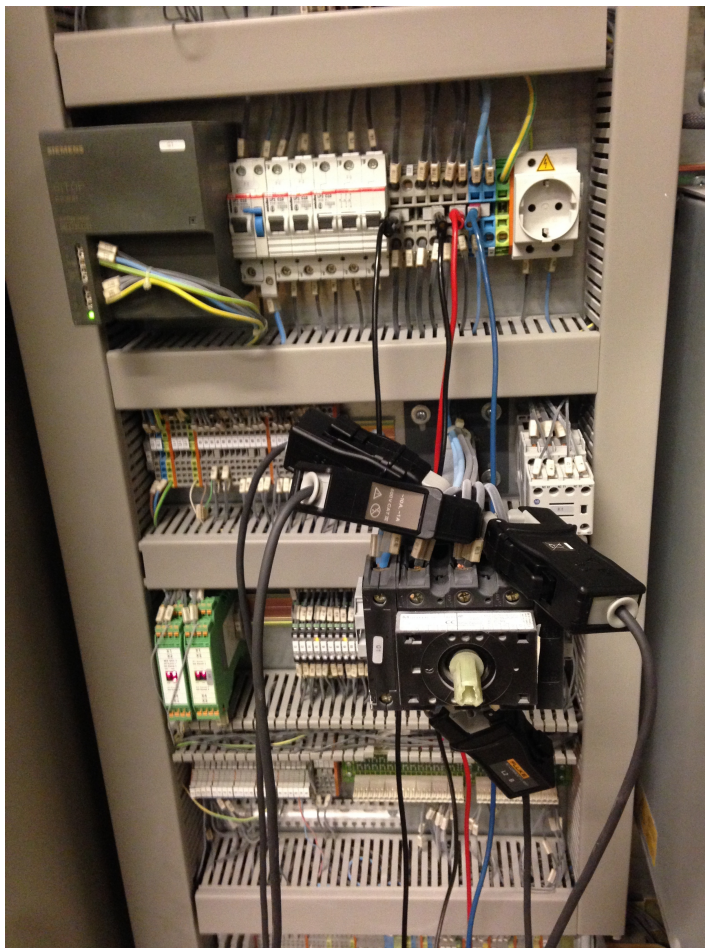
5.3.2 Sähkönkulutuksen hinnan laskeminen

Kun tiedetään sähkösopimuksen kWh hinta ja laitteen kuluttaman tehon määrä (kW) sekä kulutuksen aika (h), saadaan kulutukselle laskettua hinta kaavalla

- $\text{teho (kW)} * \text{käyttöaika (h)} * \text{sähköhinta (€/kWh)}$ (2)

5.3.3 Sähkönkulutuksen mittaus pääkytkimestä

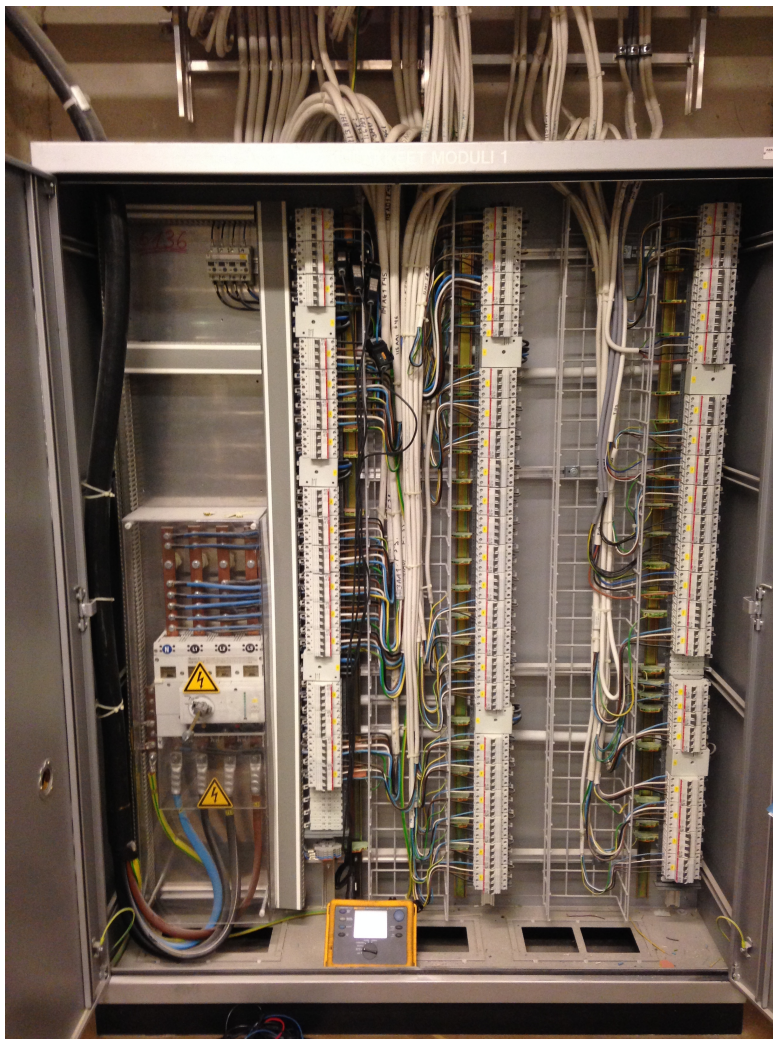
Sähkönkulutuksen mittaus pääkytkimestä mitattiin laitteen oman sähkökaapin pääkytkimen kolmivaihesyötöstä (kuva14). Mittaukset suoritettiin kytkemällä virtamittarin pihdit pääkytkimen vaiheisiin ja maadoitukseen laitteen ollessa päällä ja tulos tarkastettiin virtamittarin näytöltä. Päätötyön tarkoituksena oli myös selvittää laitteiden tyhjäkäynnin hintaa, joten tätä varten tarvittiin laitteiden kuluttaman tehon määrän. Kolmivaihekytkennässä vaihejännitteellä U_P ja verkon vaiheen virralla I_P saatava teho P on $3 \cdot U_P \cdot I_P$. (Kaava 1.)



Kuva 14. Mittaus pääkytkimestä

5.3.4 Sähkönkulutuksen mittaus sähköpääkeskuksesta

Useimpien laitteiden sähkönkulutus oli mahdollista mitata suoraan moduulien sähköpääkeskuksista eli sulakekaapeista (kuva 15). Sulakekaappi eli SIS-kaappi syöttää moduulien kaikkien koneiden sähkö. Jokaisella moduulilla on oma SIS-kaappinsa ja lisäksi matriisivaihteella omansa. Matriisivaihteella on myös jokaista moduulille kuljettavaa rataa varten omat TR-ST-kaappinsa, jotka koneiden tapaan saavat syöttönsä SIS-kaapista. TR-ST-kaappi on siis UTR-radan ohjauskaappi. (Kuula, 2014.) Tämän takia ratojen sähkönkulutus oli mahdollista mitata vain TR-ST-kaapista.



Kuva 15. Sähköpääkeskus eli SIS-kaappi

Sähkönkulutuksen mittausta sähköpääkeskuksesta oli helpompaa ja nopeampaa kuin pääkytkimestä, sillä mittapihdeille oli reilummin tilaa ja mitattavien laitteiden vaiheiden sijainnit löytyivät helposti pääsähkökeskuksen ovesta olevasta sulakekartasta (kuva 16). Itse mittausta suoritettiin samalla tavalla kuin pääkytkimestä eli kytkemällä mittarin pihdit mitattavan koneen vaiheisiin ja nollajohtimeen ja tarkastamalla mitattavat arvot.

Nr.	I _n	VERBRAUCHER CONSUMER	P
F41	32	TR-ST UTR 1	7,25 4
F42	32	TR-ST UTR 2	7,25 4
F43	32	TR-ST UTR 3	7,25 4
F44	32	TR-ST UTR 4	7,25 4
F45	32	TR-ST UTR 5	7,25 4
F46	10	UTR-AU UTR 1	1,5 4
F47	10	UTR-AU UTR 2	1,5 4
F48	10	UTR-AU UTR 3	1,5 4
F51	10	UTR-AU UTR 4	1,5 4
F52	10	UTR-AU UTR 5	1,5 4
F53	20	RLW-STE MODUL 1	1,2 4
F54	20	RLW-STE MODUL 2	1,2 4
F55	20	RLW-STE MODUL 3	1,2 4
F56	20	RLW-STE MODUL 4	1,2 4
F57	20	RLW-STE MODUL 5	1,2 4
F58	32	RES.1	11 4
F61	32	RES.2	11 4
F62	10	RES.3	2 4
F63	10	RES.4	2 4
F64	16	RES.5	3 4

Kuva 16. Sulakekartta

6 Mittaustulokset

Tässä kappaleessa käsiteltiin jokaisen päättötyötä varten mitatun koneen sähkönkulutukset erikseen sekä laskettiin niiden kuluttaman tehon määrät. Kulutettujen kilowattien ja toimeksiantajalta saatujen sähkösopimuksen hintatietojen avulla muodostettiin ylimääräiselle sähkönkulutukselle hinnan. Toimeksiantajan kanssa päätettiin, että mitattujen koneiden tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta ilmoitetaan insinööriyössä tunti-
määräisesti, eli kunkin koneen tyhjäkäynnin hinta (€/tunti). Lisäksi tarkkailtiin Sanomalla tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen kestoa päivässä konekohtaisesti, jotta saatiin suuntaa-antava arvio vuosittaiselle tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinnalle.

Mitattujen koneiden mittaustulokset ja konekohtaiset sähkönkulutuksen hinnat nähtävissä myös liitteessä 1. Koneiden koodien suomennetut lyhenteen ovat esitelty liitteessä 2.

6.1 Koneet

1. Lähtöasema

Lähtöasemat sijaitsevat taittolaitteiden perässä. Lähtöaseman sähkönkulutuksen mittaus suoritettiin painon puolella, ylätasanteella olevasta TR-ST-kaapista. Saadakseni mitattua tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen oli rataa ajettava ilman kuormaa eli tässä tapauksessa ilman lehteä.

Mittaustulokseksi tyhjäkäynnille sain 1:n A kolmella vaiheella. Vertailun vuoksi mittasin kulutuksen myös kuorman kanssa, jolloin tuloksena oli 2 A.

Kun vaihejännite (U) on 400 V ja koneen kuluttama virta (I) on 1 A, sain kulutetun tehon (P) määrän laskettua kaavalla 1. Tulokseksi sain 1 200W eli 1.2 kW.

- $3 \cdot 400V \cdot 1A = 1200W = 1.2kW$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

- $1.2 \text{ kW} \cdot 0.075 \text{ €} \cdot 1h = 0,09 \text{ €/h}$

2. W-III-Roomalaisvaihte (Lehtivirran vaihde)

W-III-vaihteella voidaan valita, ajetaanko tuote kelaukseen vai online-ajona liitteistykseen.

Vaihteen sähkönkulutus mitattiin sähköpääkeskuksen vaiheista. Ajettaessa vaihdetta ilman kuormaa saatiin mittaustulokseksi 0.4 A joka kaavalla 1 on kilowateiksi muutettuna 0.48 kW.

- $3 \cdot 400\text{V} \cdot 0.4\text{A} = 480\text{W} = 0.48\text{ kW}$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

- $0.48\text{ kW} \cdot 0.075\text{ €} \cdot 1\text{h} = 0,036\text{ €/h}$

3. H-UTR-A (Yleiskuljetin)

H-UTR-A on yleiskuljetin eli rata, josta lehti kulkee matriisivaihteelta moduuleille. Ykkösrata on pisin ja se kulkee matriisivaihteelta moduulille 1 asti koko postituspuolen läpi. Tämän kuljettimen sähkönkulutuksen mittasin tyhjäkäyntinopeudella matriisivaihteen TR-ST kaapista ja mittaustulos ilman kuormaa oli 1 A, josta kaavalla 1. saadaan

- $3 \cdot 400\text{V} \cdot 1\text{A} = 1200\text{W} = 1.2\text{kW}$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

- $1.2\text{ kW} \cdot 0.075\text{ €} \cdot 1\text{h} = 0,09\text{ €/h}$

4. H-UTR-B (Yleiskuljetin)

Yleiskuljetin UTR:ää käytetään sanomalehtipainossa tuotteiden tahdistettuun kuljetukseen. Naukkareiden avulla tapahtuvan tuotteiden kiinniottamisen ansiosta on tuotantoa mahdollista seurata koko kierron ajan, laskea varatut naukkarit ja ottaa tuotteita linjalta missä tahansa etukäteen määrättyssä vaiheessa. UTR-toimintaperiaate selitetty liitteessä 4.

H-UTR-B:n tyhjäkäyntinopeuden sähkönkulutus mitattiin moduulilla sijaitsevasta TR-ST kaapista ja tulos oli sama kuin UTR-A:n kanssa eli 1 A, josta kaavalla 1. saadaan

- $3 \cdot 400\text{V} \cdot 1\text{A} = 1200\text{W} = 1.2\text{kW}$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

- $1.2 \text{ kW} * 0.075 \text{ €} * 1 \text{ h} = 0,09 \text{ €/h}$

5. LAT-US-OFF

Offline-lat eli nipuntahdistaja. Limivirran kääntöpyörällä varustetussa nipuntahdistimessa voidaan kelattuja tuotteita työstää edelleen suoraan ilman aikaa ja tilaa vievää uudelleenkelautusta.

Lisäksi tuotteita voidaan käsin alistamalla syöttää järjestelmälle käsinalistuksen kautta. Nipuntahdistajan kuva ja toimintaperiaate selitetty liitteessä 3.

Nipuntahdistajan sähkönkulutus mitattiin sähköpääkeskuksen vaiheista.

Tuloksena oli 0.65 A, joka kaavalla 1 laskettuna on 0,78 kW.

$$3 * 400 \text{ V} * 0.65 \text{ A} = 0,78 \text{ kW}$$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

$$0.78 \text{ kW} * 0.075 \text{ €} * 1 \text{ h} = 0,058 \text{ €/h}$$

6. MSD-LAT

MSD-LAT-limivirrantahdistajan sähkönkulutukseksi mittasin 1.4 A kolmesta vaiheesta MTD-purkusaseaman ollessa pois päältä. Kaavalla 1 laskettuna tehon kulutus oli 1.68 kW.

$$3 * 1.4 \text{ A} * 400 \text{ V} = 1.68 \text{ kW}$$

Vertailun vuoksi laskin kulutuksen myös MTD-purkausaseaman ollessa päällä, jolloin kuluvien kilowattien määrä oli 2.36.

MSD-LAT:n tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

$$1.68 \text{ kW} * 0.075 \text{ €} * 1 \text{ h} = 0,126 \text{ €/h}$$

7. MTD-WAS

MTD-WAS on kelausasema, jonka avulla valmiit tuotteet voidaan säilöä kelalle myöhempää käyttöä varten. MTD-WAS-koneella kelat pystytään myös purkamaan esimerkiksi liitteistystä varten. Varastokeloja voidaan trukin avulla siirtää, jolloin tuotteita voidaan käyttää esimerkiksi liitteinä toisilla postitusmoduuleilla. Aseman sähkönkulutus tyhjäkäynnillä oli 1 A, josta kaavalla 1 saadaan

$$3*400\text{V}*1\text{A}=1200\text{W}=1.2\text{kW}$$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

$$1.2 \text{ kW} * 0.075 \text{ €} * 1 \text{ h} = 0,09 \text{ €/h}$$

8. MTD-AWS

MTD-AWS on muuten sama laite kuin yllä esitelty WAS, mutta tällä kelausasemalla ei keloja pystytä purkamaan. Mittausten perusteella myös sähkönkulutus on yhtä suurta kuin MTD-WAS koneella eli

$$3*400\text{V}*1\text{A}=1200\text{W}=1.2\text{kW}$$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

$$1.2 \text{ kW} * 0.075 \text{ €} * 1 \text{ h} = 0,09 \text{ €/h}$$

9. ASB-ZFB

ASB-ZFB lehden syöttöasema sijaitsee MTD-WAS kelausaseman perässä (kuva 17).

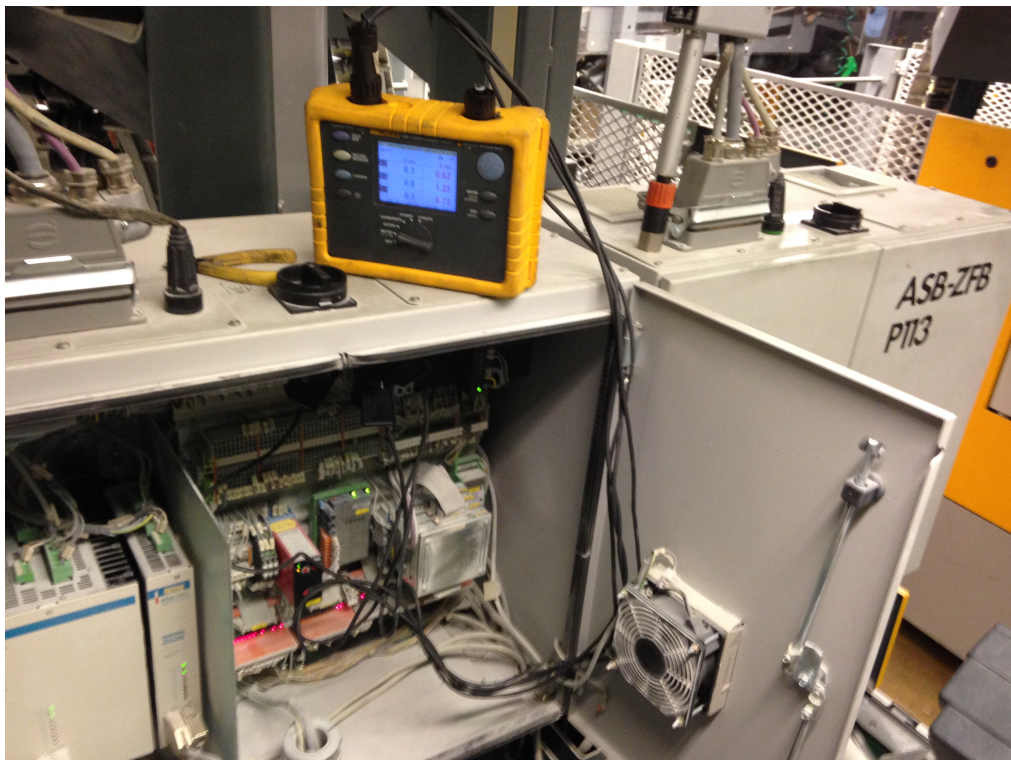
Tämä oli yksi vaativimmista mittauskohteista tilanpuutteen ja vaiheiden hankalan sijainnin takia. Mittaukset suoritettiin koneen pääkytkimen vaiheista, jotka sijaitsevat ah-

taasti koneen sähkökaapin katolla. Tyhjäkäynnin mittaustulokseksi sain 0.9 A, josta kaavalla 1 saadaan noin 1.1 kW

$$3 \cdot 400\text{V} \cdot 0.9\text{A} = 1.08 \text{ kW}$$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

$$1.08 \text{ kW} \cdot 0.075 \text{ €} \cdot 1\text{h} = 0,081 \text{ €/h}$$



Kuva 17. ASB-ZFB -ehden syöttöasema

10. ENT-WS-UTR

Limivirran luovutushihna ENT-WS-UTR ei pyöri ellei lehteä tule, joten kone ei pyöri koskaan niin sanotusti turhaan. Virran ollessa päällä tyhjäkäyntiä kuitenkin tapahtuu, joten mittaukset suoritettiin laitteen ollessa pysähtyneenä, mutta virrat kytkettynä pääl-

le. Tyhjäkäynnin sähkönkulutukseksi mitattiin 0.4 A kolmella vaiheella, joka kaavalla 1 laskettuna on 0.48 kW

$$3 \cdot 0.4 \text{ A} \cdot 400 \text{ V} = 0.48 \text{ kW}$$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

$$0.48 \text{ kW} \cdot 0.075 \text{ €} \cdot 1 \text{ h} = 0,036 \text{ €/h}$$

11. MSD-sisäänpistorumpu

Sisäänpistorummun avulla liitteet voidaan liitteistää lehtien sisään. Mittaukset suoritettiin 10 % ajonopeudella, jolloin mittaustulokseksi saatiin 1.3 A kolmesta vaiheesta. Kaavalla 1 laskettuna saadaan tehon kulutukseksi 1.56kW. Sisäänpistorummun tehonkulutus pelkästään virtojen ollessa päällä oli 0.36 kilowattia.

- $3 \cdot 1.3 \text{ A} \cdot 400 \text{ V} = 1.56 \text{ kW}$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

- $1.56 \text{ kW} \cdot 0.075 \text{ €} \cdot 1 \text{ h} = 0,117 \text{ €/h}$

12. Beumer-lehtinippujen lajittelijat

Beumer-sortteri eli lehtinippujen lajittelija sijaitsee postituslaitteiden ”perässä”. Lajittelijalle päätyvät kaikki postituksesta tulevat valmiit lehtiniput, josta ne ohjataan jälleen eteenpäin kuljetusautoihin.

Lajittelijoita on kaksi, joita kutsutaan iso- ja pikku-Beumeriksi. Lajittelijat toimivat induktiomootoreilla.

Iso Beumer kattaa postitusmoduulit 3 - 5 ja pikku Beumer postitusmoduulit 1 - 2. Beumereilla on lajittelijan lisäksi laser-, ja kameralukijat, jotka lukevat viivakoodeja ja laske-

vat nippujen määriä lajittelijalla. Lisäksi iso Beumer kattaa siirtymänippujen pudotuskui-
lun ja teleskooppikuljettimet.

Nämä lajittelijat osoittautuivat suurimmiksi virransyöjiksi postituksen alueella.

Mittaukset suoritettiin koneen pääkytkimen vaiheista. Ison Beumerin sähkönkulutus oli
huikeat 30 A kolmesta vaiheesta mitattuna. Tästä saadaan tehonkulutukseksi kaavalla
1 laskettuna 36 000 W eli 36 kW.

$$3 \cdot 400V \cdot 30A = 36kW$$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 lasket-
tuna

$$36 \text{ kW} \cdot 0.075 \text{ €} \cdot 1\text{h} = 2.7 \text{ €/h}$$

Pikku Beumerin virrankulutus oli 20 A, jolloin tehonkulutukseksi saatiin 24 kW

$$3 \cdot 400V \cdot 20A = 24kW$$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 lasket-
tuna

$$24 \text{ kW} \cdot 0.075 \text{ €} \cdot 1\text{h} = 1.8 \text{ €/h}$$

13. Postitusmoduulin niputuslinjat

Postitusmoduulin niputuslinjat ovat samanlaisia jokaisella moduulilla ja näin ollen sisäl-
tävät samat koneet. Linjastoja on 3 kpl jokaisella postitusmoduulilla. Linjastoon kuulu-
vat seuraavassa järjestyksessä Quattropack-niputuskori, ZF-QAP-sisäänsyöttöhihna,
STB-nippukuljetin, Metsi-aluskartongin antaja, Metsi-aluspaperin antaja, Cyclop Air-
Inline -sitomakone, Cyclop NS3 -sitomakone, laserprintteri, osoitelapun valmistuslaite
ja lehtihissi Nerak. (Kuva 18.)

Lehden tullessa rataa pitkin Quattropack-niputuskori muodostaa lehdestä tietyn kokoi-
sen nipun ja pudottaa sen syöttöhihnalle. Pakka etenee kuljettimella ja saa alleen joko

aluspaperin tai aluskartongin. Printteri tulostaa pakan päälle osoitepaperin, minkä jälkeen kaksi peräkkäistä sitomakonetta sitovat pakan tiukaksi muovinauhan avulla. Tämän jälkeen valmis pakka jatkaa matkaansa Nerak-lehtihissille, jonka kautta se kulkeutuu Beumer-lajittelijalle ja siitä taas jakeluautoihin.

Niputuslinjasto toimii niin sanotusti jonossa, ja kun lehteä tulee niputuslinjastoon, kaikkien koneiden tulee olla kytkettynä päälle, jolloin kaikki tekevät oman osansa lehtinipun aikaansaamiseksi. Näin ollen ei nähty järkeväksi mitata kaikkien koneiden sähkönkulutusta erikseen, vaan koko nippulinjaston kuluttaman sähkön määrä mitattiin suoraan pääsähkökeskuksesta, koska siihen oli mahdollisuus.

Yhden niputuslinjaston sähkönkulutus oli 5 A kaikkien koneiden ollessa toiminnassa. Näin ollen tehonkulutukseksi saadaan kaavan 1 avulla 6 kW.

$$3 \cdot 400V \cdot 5A = 6kW$$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

$$6 \text{ kW} \cdot 0.075 \text{ €} \cdot 1 \text{ h} = 0.45 \text{ €/h}$$

Mittasin testausmielessä sähkönkulutuksen myös, kun kaikki postitusmoduulin 3 linjastoa olivat toiminnassa. Tällöin sähkönkulutus oli 13.5 A, josta tehonkulutukseksi saadaan 16.2 kW.



Kuva 18. Niputuslinjasto

14. UTR-AB

Jokaisella postitusmoduulilla on kaksi UTR-AB pääteasemaa (kuva 19). Valmis tuote yliajetaan pääteasemille, jos esimerkiksi niputuskori on epäkunnossa. Pääteasemalle joutuessaan tuotteet kerätään käsin jatkokäsittelyä varten.



Kuva 19. UTR-AB-pääteasema

Ensimmäisen pääteaseman radan tyhjäkäyntinopeuden sähkönkulutus mitattiin postitusmoduulin TR-ST-kaapista ja tulokseksi saatiin 1.4 A. Tästä saadaan tehonkulutukseksi kaavalla 1 noin 1.7 kW.

$$3 \cdot 400V \cdot 1.4A = 1.68kW$$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

$$1.68 \text{ kW} \cdot 0.075 \text{ €} \cdot 1h = 0.126 \text{ €/h}$$

Toisen matriisivaihteelta lähtevän UTR-radon sähkönkulutus piti mitata matriisivaihteen TR-ST-kaapista. Tämä rata on hieman pidempi, joten sähkönkulutuskin oli hieman suurempi. Mittaustulokseksi sain 1.7 A, josta tehonkulutukseksi kaavalla 1 saadaan 2 kW

$$3 \cdot 400V \cdot 1.7A = 2.04 \text{ kW}$$

Koneen tunnissa kuluttaman tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta on kaavalla 2 laskettuna

$$2.04kW \cdot 0.075 \text{ €} \cdot 1h = 0.153 \text{ €/h}$$

7 Päätelmät ja pohdinta

Insinööriyössä perehdyttiin Sanomala Oy:n jälkikäsitteilylaitteiston tyhjäkäynnin sähkönkulutukseen, jolle laskettiin tuntikohtainen hinta annettujen sähkösoimustietojen mukaan. Työssä selvitettiin myös ylimääräisen sähkönkulutuksen syitä ja arvioitiin, montako tuntia koneet suunnilleen kuluttavat turhaan sähköä päivässä.

Tarkkailemalla selvitettiin, että pääosa tyhjäkäynnin sähkönkulutuksesta syntyy tuotannon työntekijöiden toimesta. He kytkevät työvuoroon tullessaan koneet toimintavalmiuteen, vaikka tuotantoa ei olisi vielä pitkään aikaan tulossa, eikä koneita näin ollen tarvitsisi vielä käynnistää. Koneita ei myöskään tarvitse lämmitellä ennen tuotannon aloittamista, ja useimpien koneiden käyttöönotto kestää noin 1 - 5 minuuttia. Koneille ei myöskään aiheutuisi ylimääräistä kulutusta, vaikka niitä käynnistettäisiin ja sammutet-

taisiin useammin. Päinvastoin, koneissa on paljon liikkuvia eli kuluvia osia. Esimerkiksi ratojen laakeroinnit ja ketjukäytöt kuluvat ratojen pyöriessä turhaan, joten koneiden tyhjäkäytön voidaan katsoa lisäävän myös kunnossapidon työtehtäviä sekä korjauskustannuksia.

Kun tuotannon työntekijöiden päivävuoro alkaa seitsemältä, he heti töihin tullessaan tarkistavat, mitä koneita alkavassa työvuorossa tullaan käyttämään ja kytkevät koneet käyttövalmiuteen. Tuotantoa seurattessa huomattiin myös, että lähes poikkeuksetta koneet jätetään päälle, kun tuotanto loppuu tai tulee tauko.

Yleensä tuotanto alkaa kello 9 - 11 välisenä aikana, mutta toisinaan tuotanto saattaa alkaa vasta iltapäivällä kello 13 - 14 välillä. Tuotannon tauot mukaan lukien koneet pyörivät päivittäin turhaan vähintäänkin kolme h sekä päivävuoron, että yövuoron (8,5 h) aikana. Riippuen tuotannon määrästä ja päivästä koneet saattavat pyöriä tyhjäkäynnillä jopa seitsemän h vuoron aikana. Päivä- ja iltavuoron lisäksi tyhjäkäyntiä tapahtuu myös yövuoron aikana, joka alkaa kello 19, ja loppuu kun Helsingin Sanomat ovat painettu, yleensä kello 2 - 4 välisenä aikana. Yövuorossa ollessani huomasin, että samoin kuin päivävuorossa, koneenkäyttäjät kytkevät laitteet päälle heti vuoron alettua. Lähes poikkeuksetta yövuorossa pyörivät sisäänpistorummut ja Beumerin lajittelijat huolimatta siitä, käytetäänkö koneita vai ei.

Kaikki postitusmoduulien koneet eivät kuitenkaan ole samanaikaisesti päällä, mutta yleisesti voidaan sanoa, että kun koneet kytketään toimintavalmiuteen, niin radat pyörivät, jolloin myös niputuslinjastot ovat käyttövalmiina.

Osa insinööriyön tavoitteesta oli miettiä keinoja jälkikäsittelylaitteiston ylimääräisen sähkönkulutuksen vähentämiseen. Haastattelujen perusteella selvisi, että minkäänlaisia aikalukkoja tai käynnistysenestomekanismeja ei koneisiin ole mahdollista asentaa, koska postitusmoduulien koneiden käyttötarpeet määräytyvät päivittäisen tarpeen mukaan. Mikäli tällaisia uudistuksia koneisiin tehtäisiin, ne vaatisivat myös suuren rahallisen panostuksen.

Järkevin ratkaisu koneiden tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen vähentämiseksi olisi tuotannon työntekijöiden selkeä ohjeistus, jotta koneita ei turhaan laitettaisi päälle tai jätettäisi pyörimään tarpeettomasti. Selvitettiin myös, että jälkikäsittelylaitteistot ehdittäisiin kytkeä toimintavalmiuteen sen jälkeen, kun tieto tuotannon aloittamisesta on saatu.

Päivittäisen tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hintaa oli mahdotonta laskea tarkasti, sillä tyhjäkäynnin käytön määrä vaihtelee päivittäin muun muassa tuotannon määrän ja tuotannossa käytettävien koneiden mukaan. Lähes identtiset laitteet omaavia postitusmoduuleita on viisi kappaletta. Jos tuotantoa on paljon, voivat kaikki moduulit olla yhtäaikaista käytössä, mutta yleensä ainakin yksi tai useampi postitusmoduuli on pois käytöstä. Keskimääräisesti voidaan laskea, että yksi kelattava tuote varaa kaksi postitusmoduulia käyttöönsä ja kolmas postitusmoduuli on yleensä varalla.

Päivävuorossa ja iltavuorossa tyhjäkäynnin keskimääräinen kesto on noin 3 - 4 tuntia/vuoro. Yövuorolla puolestaan noin 2 - 3 tuntia, mutta yövuorossa tyhjäkäyntiä tapahtuu enemmän muun muassa sisäänpistorummuilla ja Beumerin-lajittelijoilla, joista etenkin lajittelija kuluttaa huomattavasti enemmän sähköä kuin muut jälkikäsitteilyn laitteistot yhteensä.

Laskujeni perusteella selvitin, että jos kaikkien postitusmoduulien mitatut laitteet kävisivät yhtä aikaa yhden tunnin tyhjäkäynnillä, niin ylimääräisen sähkönkulutuksen hinta olisi annettujen sähkösopimustietojen perusteella 20 €/h (Liite 1.) Jos laskettaisiin kaikkien koneiden pyörivän tyhjäkäynnillä 10 h vuorokaudessa, niin tyhjäkäynnin sähkönkulutuksen hinta olisi 200 € päivässä. Koko viikon tyhjäkäynnin sähkönkulutukselle tulisi näin ollen hintaa 1400 €. Nämä luvut eivät kuitenkaan vastaa todellisuutta, koska harvoin kaikki mitaamani koneet ovat käynnissä samaan aikaan ja myös tyhjäkäynnin päivittäinen kesto vaihtelee. Myös usein vaikka koneet ovatkin turhaan päällä ne eivät pyöri. Ylimääräistä sähkönkulutusta kuitenkin tapahtuu vaikka kone ei pyörikään, mutta kulutus on tällöin hieman pienempää. Oma varovainen hinta-arvioni on kolmasosa tästä summasta eli noin 467 € viikossa. Tämän arvion perusteella koko vuoden tyhjäkäynnin sähkönkulutukselle tulisi hintaa 24 284 €.

Vaikka yllä oleva summa onkin vain suuntaa-antava, käy silti selväksi, että koneiden tyhjäkäynneistä aiheutuu vuosittain huomattavat kulut yritykselle. On hyvä huomioida, että näitä kuluja olisi mahdollista pienentää huomattavasti ohjeistamalla koneenkäyttäjiä kiinnittämään huomiota koneiden turhaan pyörittämiseen.

8 Lähteet

Arrow Maint, kunnossapitojärjestelmä. Verkkodokumentti
<http://www.arroweng.fi/fi/cases/sanomala/>. Luettu 13.2.2014

Ferag Ag huoltokäsikirja. 1999.

Ferag Ag koulutuskäsikirja. 2001.

Ferag Ag projektiesitys. 1998.

Fluke medialokkeri. Verkkodokumentti
<http://www.fluke.com/fluke/fifi/sahkonlaatutyokalut/kolmivaiheinen/fluke-1730-basic.htm?PID=77325>. Luettu 16.2.2014

Heatset / coldset painotekniikat. Verkkodokumentti.
http://www.sanomapaino.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=141&Itemid=77. Luettu 13.1.2014

Hooli, Niku. 2013
http://yle.fi/uutiset/mita_painettu_sanomalehti_merkitsee_sinulle/6441492. Luettu 13.1.2014

Janne Räihä & Jari Hämäläinen Levynvalmistuksen uudistaminen. Sanomala Oy 2012.
Luettu 23.3.2014

Knuutila, Kari 2010. Kiinteistöhuoltopäällikkö. Sanoma media Finland, Vantaa
23.3.2014. Haastattelu

Kuula, Jan 2014 Helsinki. Kunnossapidon työntekijä. Sanomala Oy. Haastattelu
13.1.2014

Man Roland Druckmaschinen Ag Huolto-käsikirja 2008.

Offset painotekniikka. Verkkodokumentti. http://www.unigranfia.fi/fi/aineisto-ohjeet/painotekniikan_perusteita/. Luettu 6.1.2014

Pullinen, Jussi 2013 Helsinki. Tabloid hesari. Verkkodokumentti.
<http://www.hs.fi/kotimaa/a1305634466168>. Luettu 6.1.2014

Sanoma tilinpäätös, 2013.

Sanoma vuosikertomus 2009, 3.

Sanoma vuositulo, 2013. Verkkodokumentti.

http://sanoma.com/sites/default/files/reports/sanoma_vuositulo_2013.pdf. Luettu 6.1.2014

Sanomapaino, tuotteet ja palvelut, 2012.

Sanoma's report 2013. Verkkodokumentti.

http://sanoma.com/sites/default/files/reports/sanoma_financial_statements_2013.pdf. Luettu 6.12.2013

Sanoman esittelykalvot, lokakuu 2010. Sanoma, Helsinki. Luettu 6.1.2014

Sanomapainon johtoryhmä, 2014. <http://intra.sanoma.com/business/FI/>. Luettu 6.1.2014

SanomaWSOY vuosikertomus 2004,21.

Stek, sähköturvallisuuden edistämiskeskus. Verkkodokumentti.

http://www.stek.fi/sahkon_kaytto_kotona/mita_sahkolaitteet_kuluttavat/fi_FI/mita_ovat_voltti_ampeeri_kilowattitunti/. Luettu 1.12.2013

Three-phase electric power. Verkkodokumentti.

<http://www.worldstandards.eu/electricity/three-phase-electric-power/>. Luettu 14.2.2014

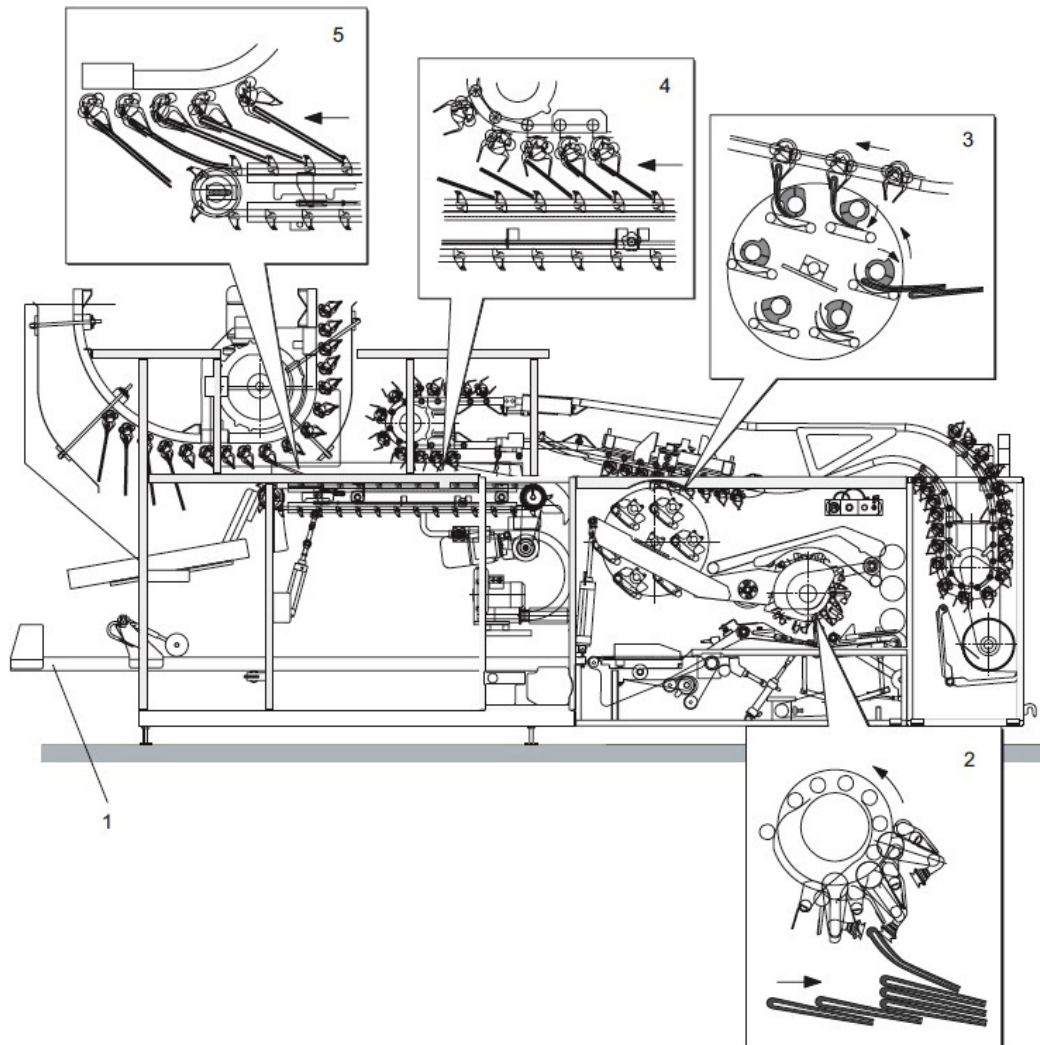
Mitattujen koneiden tyhjäkäynnin kulutukset ja hinnat

Kone	Koneiden määrä (kpl)	Virrankulutus (A)	Tehonkulutus (kW)	Rahallinen määrä (€/h)	Yhteensä (€/h)
Lähtöasema	4	1	1,2	0,09	0,36
W-III-vaihde	5	0,4	0,5	0,036	0,18
H-UTR-A	5	1,0	1,2	0,09	0,45
H-UTR-B	5	1,0	1,2	0,09	0,45
LAT-US-OFF	5	0,7	0,8	0,058	0,29
MSD-LAT	15	1,4	1,7	0,126	1,89
MTD-WAS	28	1,0	1,2	0,09	2,52
MTD-AWS	30	1,0	1,2	0,09	2,7
ASB-ZFB	28	0,9	1,1	0,081	2,268
ENT-WS-UTR	10	0,4	0,5	0,036	0,36
MSD-RUMPU	5	1,3	1,6	0,117	0,585
ISO-BEUMER	1	30,0	36,0	2,7	2,7
PIKKU-BEUMER	1	20,0	24,0	1,80	1,8
NIPUTUSLINJA	5	5,0	6,0	0,45	2,25
UTR-AB-1	5	1,4	1,7	0,126	0,63
UTR-AB-2	5	1,7	2,0	0,153	0,765
Yhteensä	157	68	80,14	6,133	20,198

Koneiden koodien suomennotukset

Koodi	English	Suomi
AU	Forwarding station	Luovutusasema
ALS	Release control	Irroituskontrolli
AWS	Unwinding station	Purkuasema
ENT	Extraction	Poisto
LAT	Stack pacer	Nipuntahdistin
MTD	Multiserdrum	Sisäänpistorumpu, liitelaite
MTD	Multidisc	Multidisc
SFO	Steam fold	Neljännestaittolaite
UEG	Transfer	Siirtoyksikkö
WAS	Winding/Unwinding station	Kelaus-/purkuasema

Liite 3. LAT-AWS-OFF toiminta (Ferag käyttöohje 2010)



lat_off_67

Tuotteita syötetään purkausasemalta lähtien (1). Erilaisia limivälejä ja aukkoja limivirrassa voidaan työstää LAT:ssa.

Tuotteet otetaan vastaan vastaanottopyörän (2) avulla ja ne johdetaan limivirran kääntöpyörään.

Tuotteet siirretään limivirran kääntöpyörän kiihdyttimien kautta oikeassa asennossa edelleen välikiertoketjuun (3). Välikiertoketjusta tuotteet siirtyvät edelleen tahdistinhihnalle (4).

Tahdistinhihna siirtää tuotteet vaihetarkasti UTR-ketjuun (5).

Liite 4. AU-TTR/-UTR TTR- tai UTR-järjestelmässä (Ferag käyttöohje 2010)

Esimerkkinä kaaviossa on esitetty UTR-järjestelmä. TTR-järjestelmä on periaatteessa samanlainen.

Vastaanottoasema (1) ottaa rotaatiosta limittäisvirtana tulevat tuotteet vastaan, tahdistaa ja siirtää ne edelleen ketjun naukkareihin. Tuotantotavasta riippuen yhdessä naukkarissa kuljetetaan joko yksi (1:1-tuotanto) tai kaksi (2:2-tuotanto) tuotetta.

Yhdessä linjassa voidaan käyttää jopa neljää silmukoitua vastaanottoasemaa, jolloin kuitenkin vain yksi asema kerrallaan voi ottaa tuotteita vastaan (ks. kuva 2). Muut asemat kytketään tällöin läpisyöttökäytölle.

