

Tomi Aalto

Uudelleenrullauskoneen huoltotarpeiden kartoittaminen

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2011



## Uudelleenrullauskoneen huoltotarpeiden kartoittaminen

Aalto Tomi

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Huhtikuu 2012

Ohjaajat: Elonen Ake ja Pulkkinen Petteri

Sivumäärä: 32

Liitteitä: -

Asiasanat: uudelleenrullaus, toimintavarmuus, tuottavuus

---

### *Tiivistelmä:*

*Opinnäytetyön aiheena oli mielenkiintoinen ja haastava muutostyön toteutusajatelma, jonka pohjalta toivottavasti tullaan suunnittelemaan paperikoneen uudelleenrullauskoneen aukirullauksen hydraulikkakonekäytön korvaamiinen invertterikäytöllä, kiinnirullauksen tasavirtakäyttöjen uudistaminen ABB:n DCS tasavirtaohjauksella. Työn kantavana ajatus oli, että saataisiin uudelleenrullauskoneen (URK) toimintavarmuus korkeammalle tasolle ja näin saavutettaisiin merkittäviä säästöjä, koska korjaustunnit voitaisiin kohdentaa muualle tuotannossa. Näin ollen voitaisiin vähäistä kunnossapitomiehitystä kohdistaa muihin kunnossapidollisiin töihin. Luonnollisesti työn ja mahdollisen tehtävän korjauksen ohjenuorana on, että käytettäisiin mahdollisimman paljon jo olemassa olevia koneiden osia, jolloin varastossa ei tarvittaisi uusia nimikkeitä eikä lisää hyllytilaa tarvittaisi.*

## Maintenance survey of the rewinder

Aalto Tomi

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electric Engineering

April 2012

Supervisors: Elonen Ake, Pulkkinen Petteri

Number of pages: 32

Appendices: -

Keywords: rewinder, usability, maintenance

---

*The subject of the thesis was to survey the maintenance needs of the rewinder of the paper machine. The goal is to improve the usability and reliability of the rewinder by modernizing the hydraulic drives with frequency converters and by replacing the old DC drives of the close winding with modern ones.*

*The modernization should be carried out by using existing parts in order to meet the economical needs. As a result of this thesis the usability of the rewinder is lifted to another level and maintenance will be easier.*

## SISÄLLYS

1	ALKUSANAT.....	5
2	JOHDANTO.....	6
3	LÄHTÖKOHTA .....	8
3.1	Aukirullaus.....	9
3.1.1	Hydrauliikkakoneikko .....	10
3.1.2	Aukirullausmoottorit .....	11
3.2	Kiinnirullaus .....	12
4	MUUT MUUTOKSET.....	13
4.1	Johteet 13	
4.1.1	Painotelan johteet .....	13
4.1.2	Rullausakselin johteet .....	14
4.2	Painotelan ja rullausakselin johteiden kisko .....	15
4.3	Reunanauhatorvien kiinnitykset .....	16
4.4	Leikkausterät.....	17
4.5	Kiinnirullaus .....	18
4.5.1	Kiinnirullaustelojen laakerit.....	18
4.5.2	Kiinnirullauksen jarrulaitteisto.....	19
5	KÄYTTÖJEN VAIHTAMINEN .....	20
5.1	Kiinnirullaustelasto .....	20
5.2	Aukirullaus.....	22
5.3	Valvomoliittymä .....	26
5.4	Terien käytöt .....	27
5.5	Lopputulos .....	28
6	SAAVUTETTAVAT HYÖDYT – SÄÄSTÖT .....	29
7	YHTEENVETO .....	30
8	KIITOKSET .....	31
	LÄHTEET.....	32

## 1 ALKUSANAT

Aluksi on ihan pakko todeta, etten aikonut ketään erikseen mainita koko työssä nimeltä. Onneksi asiasta ei lyöty vetoa.

Eli asiat tärkeysjärjestykseen ja tärkeimmät asiat ensiksi:

Kiitän Leviäkangas Paavaa koulussa ja koulun ulkopuolella saadusta tuesta ja tietämyksestä, jota ilman olisi moni asia jäänyt selvittämättä ja melkoisen pimentoon.

Haluan osoittaa kiitokset myös Ijäksen Jarmolle erittäin ystävällisestä ja rauhallisesta asenteesta allekirjoittanutta kohtaan sekä suunnaton kiitos asiantuntevasta, rehellisestä ja luotettavasta toiminnasta lauantaisin.

Pulkkinen Petteri. Lähes viimeisenä, mutta ei vähäisimpänä. Kiitos ihan kaikesta. Ei enää maitoisia sähköpostiviestejä yön pikku tunneilla.

Aivan erityinen kiitos kotiväelle, joiden hermoja, yöunia ja yleistä mielenrauhaa kiiwas ja pikainen opiskelu on haitannut. Tästä ei voi pyrkiä kuin rauhalliseen vanhuuteen kanssanne. Kiitos Teille kuluneista viimeisistä viikoista, jolloin olen päätoimisesti häirinnyt elämäänne.

## 2 JOHDANTO

Työn kultaisena lankana toimii ajatus paperikone 1:n uudelleenrullauskoneen, URK, käyttöjen modernisoinnista, hydrauliiikan poistosta käytöstä ja toimivan runkorakenteen elinkaaren jatkamisesta. Lisäksi mielenkiintoa asian tutkimiseen lisäsi mahdollisuus käyttää jo olemassa olevien laitteiden osia ja näin ollen vähentää varastoitavien nimikkeiden määrää tehtaan keskusvarastolla.

Kuultuani jo työsuhteeni aikana kokeneemmilta URK:n ajohenkilöiltä /1/, että toimivassa laitteessa on ollut melko lailla ongelmia aukirullauksen kanssa, tulin tarttuneeksi tähän ajatukseen. Ajatusta siivitti vielä Kuumic-ohjauslaitteiston olemassa olo ja se, ettei kyseiselle laitteistolle ole olemassa korvaavaa tuotetta. Tuossa kohdassa mennään niin sanotusti veitsi kurkulla.

Nyt tietysti saatetaan kuitenkin ihmetellä ajatusta vanhan tuotantolaitteen kunnostamisesta. Mutta oikeasti; kyseessä on tehtaan eniten tuotantoa ajava URK. Mielestäni hyviä syitä korjaukseen ovat ainakin pieni koko, helppo käytettävyys (varauksin) ja yksinkertainen tekniikka, mistä johtuen sopivan kokoisien rullien ollessa kyseessä voidaan uudelleenrullauskoneella ajaa melko runsaastikin rullia tuotantoon vuoron aikana. Edellyttäen, että ajoon sopivia aihioita olisi välivarastossa.

Kuitenkin, kun pidetään mielessä laitteen sijoituspaikka hankalassa, melko ahtaassa paikassa, huomataan, ettei laitteella ole mitään järkeä ajaa jatkuvasti isoja rullia. Isoiksi rulliksi laskisin joko halkaisijaltaan yli 1200 millimetriä tai leveydeltään yli 1500 millimetriä olevat rullat. Isommallakin leveydellä (maksimi noin 1800 millimetriä läpiajolla ja noin 2000 millimetriä leikkauksella) voidaan rullia ajaa, mutta asian mielekkyydestä voidaan olla montaa mieltä. Kokeneen ajomiehen sanoja lainatakseni: ”Tämä laite on paremmin tarkoitettu metri kertaa metri rullille rakenteensa takia.” /2/

Perustelisin äskeisen väitteeni hankalalla sijoituksella rullan alas laskun sekä kääntökiekon vaikeahkolla toiminnalla. Kyllä isompia voidaan ajaa, mutta oikeasti sen huomaa, ettei laitetta ja sijoitusta ole ajateltu isoja rullia silmällä pitäen. Isojen rulli-

en kääntäminen on liian hankalaa kankeasti toimivalla käsikäyttöisellä kääntöpöydällä, jolloin varsinkin ison rullan poisto kääntöpöydältä on todella hankalaa ja raskasta. Kelkan, jonka varassa rulla pitäisi olla poistettavissa, toiminta on hyvinkin kankeaa. Lieneekö syynä johteiden kuluneisuus, likaisuus tai liian iso taakka, en ota kantaa. Työntäminen on isoilla rullilla joka tapauksessa raskasta.

Nykyisin, kun vielä uusi rullien käsittelytietojärjestelmä aiheuttaa ongelmia samaan ongelmien soppaan omalaatuisten käyttöongelmien kanssa, niin onhan siinä tuotannolla ja kunnossapidolla haasteita.

### 3 LÄHTÖKOHTA

Jostain syystä pitkän aikaa liitosten teon yhteydessä on tullut siirtymää, välillä enemmän, välillä vähemmän. Osa siirtymistä on taatusti ollut jo siinä hylkäyksen rajamailla, mutta ei se siitä muutu. Ongelma vain on ja pysyy. Ilmeisesti siirtymän synnyllä on jotain tekemistä kireyden heitolla.

Uudelleenrullauskoneellahan olisi tarkoitus tehdä sekundasta priimaa. Edellisellä tarkoitetaan sitä, että leikkurilla hylätyt rullat, joissa on yleensä paperikoneella syntynyt viiru - reikä, tuodaan uudelleen rullaukseen uudelleenrullauskoneelle (URK:lle). Uudelleenrullauskoneen hoitaja tarkistaa leikkurin pöytäkirjasta mahdolliset korjaukseen kelpaavat yksilöt, jotka hän noutaa työpisteeseen.

Uudelleenrullauskoneella rullasta poistetaan mahdolliset virheet, joko leikkaamalla ja läpiajamalla tai vain läpiajamalla, jolloin rullan leveys pysyy entisellään, mutta virhe poistetaan käsin lusaamalla riittävä metrimäärä paperia oikeasta kohdasta virheen poistamiseksi. Tuotannon asettamissa toleransseissa pysyen.

Juuri tuon ongelmakohdan poistamisesta aiheutuu tuo jäljempänä esiintyvä tapahtuma, joka aiheuttaa rullan leikkausprofiliin siirtymää muutamasta millimetristä noin kymmeneen millimetriin jokaisessa liitoksessa. Tuon siirtymisongelman vuoksi seuraavanlaisia huomioita ja parannusehdotuksia on tehty URK:n toiminnan tehostamiseksi ja toimintavarmuuden sekä tuotannon laadun parantamiseksi.



### 3.1 Aukirullaus

Aukirullauksen käyttöinä toimivat hydraulikkamoottorit, joilla pyöritetään päänvienti vaiheessa aluksi löysää. Ajon aikana samaisilla hydraulikkamoottoreilla hoidetaan jarrutusta, jolla taasen saavutetaan haluttu ajokireys.



**Kuva 1 - Ohessa aukirullausmoottorin ja -kelkan kuva.**

Rullan hylsystä tapahtuvaa jarrutusta hoitavat jo mainitut kaksi hydraulista moottoria, joiden keskinäinenkin jarrutusvoima tulisi olla tasapainossa, jottei aukirullaus aiheuttaisi häiriötilannetta. Viime kesänäkin oli tilanne, jossa toisen puolen jarrutus toiminto ei ollut lainkaan ”hengessä” mukana. Hydraulikkaventtiili ja magneettiventtiili olivat kuolleentuneet. Jarrutusta hoiti vain toinen puoli. Kyseinen tilanne johtaa aukirullauksessa tilanteeseen, jossa hydrauliiikan kuormituksen vääristymän vuoksi automatiikka kytkeytyy seis -moodille ja ajaa URK :n alas.

Jarrutus- / kireys-moodia hoitaa jossain hydraulikkakoneikon syövereissä propoventtiili, joka ilmeisesti saa ohjauksensa Kuumic-ohjausjärjestelmän kautta aukirullauksen antureiden avustuksella.

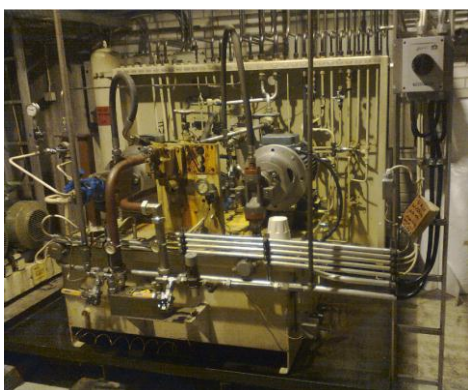
Hydrauliikan epätasapainon, laitteen väljyyden tai käyttäjän virheellisten toimien aiheuttamat siirtymät liitoksissa melkein pilaavat tuotannon. Siirtymää ilmenee myös nopeuden muutoskohdissa, joten käyttäjävirheet lienevät pois suljettuja.



**Kuva 2 - Kuumic-laitteisto**

### 3.1.1 Hydrauliikkakoneikko

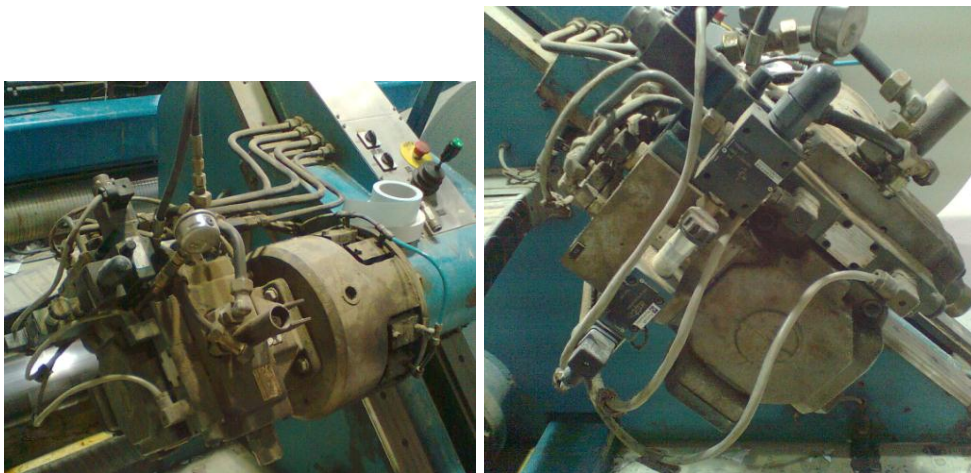
Vickers - hydrauliikkakoneikko näyttää parhaat päivät eläneeltä. Venttiileiden paikkoja on todennäköisesti muutettu tai niitä on poistettu käytöstä. Hydrauliikkakoneikko on varmasti ihan toimiva laite, mutta uudelleenrullauskoneen hydrauliikkalaitteistoon on jouduttu ajan saatossa tekemään muutoksia ja korjauksia monen eri valmistajan tuotteilla.



**Kuva 3 - Poimintoja hydrauliikkakoneikosta**

### 3.1.2 Aukirullausmoottorit

Aukirullausmoottorit ovat Rexroth-merkkisiä. Nähdäkseni suurin ongelma aukirullauksen tasapainoon saattamisessa on säätämisen ongelmallisuus. Säättöön vaikuttaa monta toisistaan riippumatonta tekijää, jotka kaikki kuitenkin vaikuttavat lopputulokseen, kuten esimerkiksi hydraulikkakoneikon ja aukirullausmoottoreiden ohivirtaukset, aukirullauspukkien linjaukset toisiinsa nähden sekä muu fyysinen kunto. Lisäksi epäilen myös mahdollisten epäpuhtauksien vaikuttavan laitteiston toimintaan mahdollisesta suodatuksesta huolimatta. Viittaan tuolla väitöksellä entiseen Kajaanin pakkaamoon, jossa oli suodatuksen kanssa ongelmia.



**Kuva 4 - Ohessa kuvia aukirullausmoottorista**



**Kuva 5 - Hydraulikan ohjauskortteja**

### 3.2 Kiinnirullaus

Kiinnirullaustelojen pyöritystä hoidetaan nykyisin kahdella 33 kW tasavirtamoottorilla, joiden sähkökäytöt ovat 60 - 70 – luvun analogiatekniikkaa ja näin ollen aikansa elänyttä. Tasavirtaohjausyksikkö on toteutettu muutamalla erillisellä piirilevyllä. Joitain piirilevyjä lojuu kaapissa, mutta laitteiston toiminnan turvaamiseksi ei ole olemassa minkäänlaista oikeata varaosa paikkaa. Kaapissa olevista laitteiston piirustuksista löysin vuosiluvut 1970 ja 1971, jotka hyvinkin kertovat, minkä aikakauden laitteistosta on kyse.

Molemmilla teloilla on omat pyöritysmoottorit. Telojen pyörityksiä ei ole mekaanisesti yhdistetty toisiinsa. Oletettavasti sen vuoksi, että saadaan molemmille teloille eri kireysmomentit, jolloin kiinnirullattavan rullan kireys pysyy kunnossa, kun molempien telojen nopeuksia voidaan säätää hieman toisistaan poikkeavaksi.



**Kuva 6 - Kiinnirullaustelasto, käytöt ja jarrut**

## 4 MUUT MUUTOKSET

### 4.1 Johteet

Kaipaisivat jonkinlaisia kunnostustoimenpiteitä, koska todennäköisesti ovat jääneet vähemmälle huomiolle muun korjauksen ja kunnossapidon ohessa.

#### 4.1.1 Painotelan johteet

Itse painotela on vielä aivan varmasti toimiva laite, kunhan vain laakerit ja muut pienet osat tarkistettaisiin ja tarvittaessa vaihdettaisiin. Mitä tulee painotelan johteisiin ja niiden kiinnittymiseen raamin kiskoon, olisi mielestäni välykset syytä tarkistaa, näyttäisivät olevan runsaasti kuluneet.

Näillä toimilla saataisiin laitteiston toimintavarmuutta ja luotettavuutta lisättyä huomattavasti. Saattaisi jopa isohalkaisijaisten rullien huojunta ja keinunta loppua kiinnirullauksessa. Kaikkein tärkeimpänä etuna olisivat tietysti lisääntyneet käyttövuodet ja vähentyneet häiriöt tuotannossa.



**Kuva 7 - Painotelan johteet ja kiinnitykset**

#### 4.1.2 Rullausakselin johteet

Rullausakselin johteet on kiinnitetty samaan kiskoon, kuin painotelan johteet. Myös rullausakselin johteet kannattaisi kunnostaa samalla kuin painotelan johteet, jotta saavutettaisiin paras mahdollinen hyöty suoritetuista uusinnosta. Epäilisin selvittävän vain pienillä koneistustoimenpiteillä, joilla johde saataisiin taas tiukkaan sovitukseen johdinkiskoon.



**Kuva 8 - Rullausakselin johteet.**

#### 4.2 Painotelan ja rullausakselin johteiden kisko

Kisko on kiinnitetty pulteilla raamiin tai runkoon, joten sen kunnostaminen tai vaihto olisi todella helppoa.

Kiskojen ja johteiden väliset toleranssit olisi erittäin helppoa tarkistaa ja tarvittaessa jompikumpi vaihtaa tai vain toisesta koneistaa pois, jotta haluttu tiukkuus saavutetaisiin.



**Kuva 9 - Painotelan ja rullausakselin johde**

### 4.3 Reunanauhatorvien kiinnitykset

Reunanauhatorvien kiinnitysten kiristysruuveihin olisi ehkä syytä ajatella jonkinlais- ta parannusta. Nykyisellään kiristysruuveihin on melko vaikeahkoa tai hankalaa käyttää, koska kiristimenä on vain pieni pyörötangon pätkä, joka on saranoitu tapilla ruuviin. Ehkä jo kiristysruuvien kannan kokoa tai rakennetta muuttamalla saataisiin pieni mutta riittävä parannus aikaiseksi.

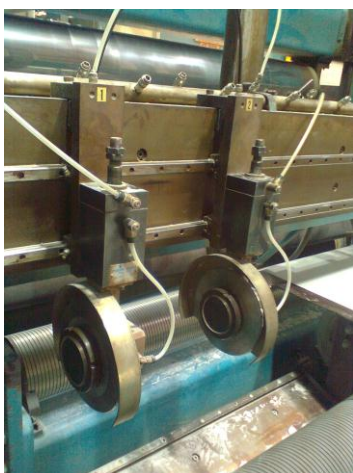


**Kuva 10 - Reunanauhatorvien kiinnitys**



#### 4.4 Leikkausterät

Leikkausterien kiinnitys on aivan toimiva ja riittävän tukeva nykyisellään, jolloin toimivat pukit ja kiinnitykset voisi antaa olla juuri näin. Korkeintaan paineilmaliittimien toiminta tulisi tarkistaa. Ainakin aiemmin paineilmaputkessa on ollut runsaasti rikkiäisiä pikaliittimiä, joiden vuoksi terien sijoittaminen on ollut välillä haasteellista.



**Kuva 11 - Yläterät ja niiden kiinnitys**



**Kuva 12 – Reunanauhaleikkaus**

Kuvan 12 oikeassa reunassa näkyvä palkki tunnistaa paperiradan kireyden ja siirtää ko. tiedon Kuumicille.

#### 4.5 Kiinnirullaus

Kiinnirullaustelojen asennustavasta, läheisyydestä, johtuen isohalkaisijaiset rullat huojuvat ajon aikana melko inhottavan näköisesti. Vaikuttaisi äkkiseltään, että silloin aikojen alussa, kun kyseinen laite on suunniteltu ja rakennettu, ei varmasti ollut ajatuksissa ajaa noin isolla halkaisijalla olevia rullia.



**Kuva 13 - Kiinnirullaustelojen kantavuuspisteen muutos vs. halkaisija**

##### 4.5.1 Kiinnirullaustelojen laakerit

Kyseiseen projektiin pitäisi sisällyttää myös kiinnirullaustelaston laakereiden ja tiivisteiden tarkistaminen ja tarvittaessa vaihtaminen. Kannattaisi myös ehkä tarkistaa telojen linjaus toisiinsa nähden. Näillä toimenpiteillä varmistettaisiin tuotannon häiriötön jatkuminen.



**Kuva 14 - Kiinnirullaustelat ja laakeripukki lähemmin**

#### 4.5.2 Kiinnirullauksen jarrulaitteisto

Todennäköisesti toinen toimisylinteri on taas jumissa, koska se näyttää olevan kerännyt sylinterin varren täyteen karstaa.

Luonnollisesti, jos remontti tehtäisiin, jäisi kiinnirullauksen jarrulaitteisto pois käytöstä. Taas olisi joitain huonosti hallittavia huoltokohteita vähemmän.



**Kuva 15 - Kiinnirullauksen jarrulaitteistoa**

## 5 KÄYTTÖJEN VAIHTAMINEN

Käyttöjen vaihtaminen olisi todennäköisesti haastava, mutta äärimmäisen mielenkiintoinen projekti, joka toteutuessaan parantaisi URK 1:n toimivuutta, säätämistä ja ajamista todella paljon, väheksymättä mitenkään säästyvää rahaa ja kunnossapidon aikaa sekä unohtamatta lisääntyvää työturvallisuutta.

### 5.1 Kiinnirullaustelasto

Nykyisten kolmen siivouskomeron kokoisen ohjauskaapin tilalle voitaisiin seinään pultata taajuusmuuttajien vaatimat sirot ja pienet kiinnityskiskot ja johdot voitaisiin asentaa vanhojen johtojen tilalle.



**Kuva 16 - Vanhat käytöt**



**Kuva 17 - Uudenlaiset käytöt**

Laitteiston johdotus-, taajuusmuuttajan asennus- ja käyttöönottoissa voitaisiin käyttää firman omia ammattitaitoisia sähkömiehiä työssä. Heiltä löytyisi riittävät resurssit homman toteuttamiseksi. Varsinkin jos työtä voisi tehdä ”täyte”-hommana ajan kanssa muiden kunnossapitotöiden ohessa.

Tietysti olisi mahdollista tehdä osa muutostyöstä kesän aikaan ja näin saada mielekästä tekemistä kyvykkäille ja halukkaille kesätyöntekijöille. Kannattaisi huomioida tämäkin asia.

Melkein vastaavan kokoisella laitteella, URK 41:llä kiinnirullaushihnoilla on kaksi 100 kW moottoria. Olettaisin selvittävän pienemmillä moottoreilla URK 1:llä, koska yhtä isoja rullia ja yhtä nopeasti ei voida ajaa rakenteellisten erojen vuoksi. Oletuksena sopiva kokoluokka saattaisi pyöriä jossain 30 - 80 kW huiteilla. Mitoitusvaiheessa joku paremmin asiaan perehtynyt määrittelee momenttitarpeet ja myös näin ollen tarvittavat moottoritehot.

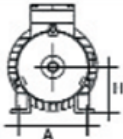
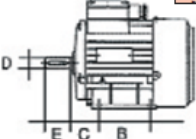
**BEVI** Sähkömoottorit ovat IEC-julkaisujen IEC 72-DIN 42673 ja IEC 34-6 mukaisia. Rakenne on B3. Koteloituluokaltaan IP55 olevana moottori voidaan asentaa märkiin tiloihin. Eristysluokka F=155°C. Lyhenteet: kW = teho, In A= nimellisvirta ampeerina.

**3-vaihemoottorit 1500 r/min eli 4-napaiset.**

SM 22'	22	40	48	180	279	279	110	121	182	5	958,00	938,00
SM 30'	30	54	55	200	318	305	110	133	245	2	1420,00	1390,00
SM 37'	37	66	60	225	356	286	140	149	258	2	1630,00	1590,00
SM 45'	45	79	60	225	356	286	140	149	290	2	1850,00	1799,00
SM 55'	55	100	65	250	406	349	140	168	388	2	2160,00	2098,00
SM 75'	75	136	75	280	457	368	140	190	510	2	2920,00	2850,00
SM 90'	90	158	75	280	457	419	140	190	606	2	3180,00	3100,00
SM 110'	110	192	75	280	457	419	140	190	665	2	4890,00	4800,00

**3-vaihemoottorit 3000 r/min eli 2-napaiset.**

tunnus	kW	In A	D	H	A	B	E	C	moottorin mittatiedot mm:nä			
SM 22 N'	22	40	48	180	279	241	110	121	165	2	1020,00	998,00
SM 30 N'	30	53	55	200	318	305	110	133	218	2	1520,00	1490,00
SM 37 N'	37	64	55	200	318	305	110	133	230	2	1690,00	1640,00
SM 45 N'	45	78	55	225	356	311	110	149	280	2	2030,00	1970,00
SM 55 N'	55	97	60	250	406	349	140	168	365	2	2230,00	2160,00
SM 75 N'	75	130	65	280	457	368	140	190	495	2	2980,00	2910,00
SM 90 N'	90	154	65	280	457	419	140	190	565	2	3080,00	2998,00
									paino	pakk	< pakk	≥ pakk
									kg/kpl	kpl	€/kpl	€/kpl

**Kuva 18 - 3-vaihemoottoreiden teknisiä tietoja /3/**

Moottorit eivät tarvitsisi oikeastaan yhtään lisää tilaa muutenkin ahtaasta työympäristöstä, koska vanhan kiinnirullauksen jarrulaitteisto jäisi pois käytöstä ja näin ollen lisääntynyt lattiatila jäisi moottoreiden ja ehkä tarvittavan vaihteiston tilalle käyttöön. Poistuvat jäähdytysilmakanavat tuovat lisätilaa ja avaruuden tunnetta työympäristöön.

Tarvittavat taajuusmuuttajat olisi hyvä sijoittaa vanhojen käyttöjen paikalle, vanhojen kaappien tilalle tai vanhoihin kaappeihin, niin haluttaessa. Ikävä kyllä hinta politiikasta en voi sanoa mitään, koska hinta itselle ja yhtiölle ovat aivan varmasti ihan eri planeetalta. Oletettavasti yhtiö käyttäisi ABB:n valmisteita, kuten joka paikassa muuallakin, joiden hinnoista en pääse selvytyteen mitenkään. Tämän kokoluokan taajuusmuuttajien hinnat ovat kuitenkin niin pieniä, ettei se ole mitenkään määräävä tekijä tämänlaisessa projektissa.

#### **A1000 sarjan taajuusmuuttajat erittäin vaativiin teollisuuskäyttöihin.**

Kotelointiluokka IP20 ( 30, 37, 45 ja 55 kW mallit IP00 ). Syöttöjännite 380 - 480 V +10 %.

tunnus	max kW		virta A		mitat mm			paino	pakk	< pakk	≥ pakk
	raskas/kevyt	raskas/kevyt	lev.	kor.	syv.	kg/kpl	kpl	€/kpl	€/kpl		
TM 22 A 3'	22/30	45/58	254	465	258	23,0	2	2170,00	2150,00		
TM 30 A 3'	30/37	60/72	279	515	258	27,0	2	2480,00	2460,00		
TM 37 A 3'	37/45	75/88	329	630	258	39,0	2	2960,00	2940,00		
TM 45 A 3'	45/55	91/103	329	630	258	39,0	2	3110,00	3090,00		
TM 55 A 3'	55/75	112/139	329	730	283	45,0	2	3660,00	3640,00		

#### **Kuva 19 - Ohessa typistetty lainaus taajuusmuuttajista /3/**

### 5.2 Aukirullaus

Aukirullauksen kelkoista hydraulikka härpäkkeet poistamalla saisi vanhoja läpivientejä hyödynnettyksi sähkökäyttöjen vaatimien johdotusten kulkureitteinä. Alakerrassa selvittäisiin pienellä kaapelihyllyllä, jolla aukirullauksen muutoksen vaatimat johdotukset saataisiin hoidetuksi.

Ikävä kyllä aivan tarkkoja tai varmoja tietoja tarvittavista moottoreiden ja taajuusmuuttajien kokoluokista en voi antaa, koska en niitä osaa laskea. Jonkinlaista osviittaa voidaan hakea / lainata URK 41:stä /4/. Asian tiimoilta käytiin keskusteluja erään

Rauman yksikön edustajan kanssa /5/, mutta kohteliaasti edelleen kieltäydyn kunnista laskukaavojen esittämiseen. Jos korjaustoimenpiteitä aloitetaan, laitteiston toimittajalla on varmasti omanlaisensa laskenta ohjelma riittävien ja tarpeeksi tarkkojen tehojen laskemiseksi. Häneltä /5/ tosin voisin tähän lainata erästä ideaa painon laskemisen avuksi aukirullauspukkien moottoreita valittaessa. Valittaisiin alumiinirunkoiset moottorit, jolloin taas saataisiin pukkeja kuluttavaa vääntöä pienennetyksi, koska painoa olisi vähemmän.

URK 41:ssä on molemmilla puolilla 50 kW:n moottori hoitamassa alun aukirullausta ja ajon jarrutusta /4/.

Jälleen koko- ja nopeusrajoitteiden vuoksi olettaisin, ettei ihan yhtä isoja moottoreita tarvita, jolloin ne olisi helpompia sijoittaa aukirullauspukkiin. Kylmän viileästi veikatun koko luokka olisi ehkä 25 – 50 kW.

Ajatuksena olisi ehdottaa kahtakin erilaista sijoitusvaihtoehtoa:

Olettaisin joko kierrosten tai ”momentin” rajoittavan tätä vaihtoehtoa, mutta mielestäni tämä olisi ehkä paras vaihtoehto. Tässä ensimmäisessä vaihtoehdossa moottori sijoitettaisiin suoraan nykyisten hydraulikkalaitteiden sijoille. Rakenne pysyisi lähes entisenlaisena, todennäköisesti painopiste siirtyisi vain lähemmäksi pukkia, jolloin vääntävä tai kuluttava kuormitus sivusiirtoon sivusiirron aikana vähenisi. Taas saataisiin eräs korjauksen kohde pienemmälle remontin tarpeelle. Tälläkin hetkellä /6/ hoitopuolen aukirullauspukin siirtomoottorin kulmavaihteesta on öljyt lattialla. Töröttävät letkut ja putket sekä paineistettu öljy poistuisivat, jolloin taas ympäristön siisteystaso parantuisi. Työtapaturma-asiat ovat nykyään erittäin tärkeitä ja ne on otettava huomioon kaikessa suunnittelussa.

Hinnasto /3/, josta tietoa olen projektiin hakenut, kertoo ,että tarpeen vaatiessa on olemassa sähkömoottoreita laippakiinnityksellä aina 95 kW:n asti. Eli oletettavasti tarpeeksi tehokkaita moottoreita suoraan pukkiin asennettavaksi olisi saatavilla. Varmasti jostain muualta voisi saada eri hintaan olevia moottoreita, mutta esimerkiksi nämä kelpaavat. Jälleen on todettava, että tehtaan hinta on aivan varmasti eri, kuin maallikon hankintahinta.



**Sähkömoottorit B5-laipalla** ovat IEC-julkaisujen IEC 72-DIN 42673 ja IEC 34-6 mukaisia. Kotelointiluokaltaan IP55 olevana moottori voidaan asentaa märkiin tiloihin. Eristysluokka F=155°C. Lyhenteet: kW = teho, In A= nimellisvirta ampeereina. Laippamoottorin varustettuna tassuilla hinta on 15% lisää tämän sivun hintoihin, sen tunnus on B5 sijaan B35.

**3-vaihemoottorit B5-laipalla 1500 r/min eli 4-napaiset.**

tunnus	moottorin mittatiedot mm:nä							paino kg/kpl	pakk kpl	< pakk €/kpl	≥ pakk €/kpl
	kW	In A	D	H	Ø	L	E				
SM 22B5'	22	40	48	180	300	740	110	182	5	1090,00	1070,00
SM 30B5'	30	54	55	200	350	770	110	245	5	1598,00	1570,00
SM 37B5'	37	66	60	225	400	820	140	258	5	1870,00	1820,00
SM 45B5'	45	79	60	225	400	845	140	290	5	2095,00	2040,00
SM 55B5'	55	100	65	250	500	910	140	388	5	2440,00	2380,00
SM 75B5'	75	136	75	280	500	985	140	510	5	3340,00	3270,00
SM 90B5'	90	158	75	280	500	1035	140	606	5	3630,00	3550,00
SM 110B5'	110	192	75	280	500	1035	140	665	5	5380,00	5280,00

**3-vaihemoottorit B5-laipalla 3000 r/min eli 2-napaiset.**

tunnus	moottorin mittatiedot mm:nä							paino kg/kpl	pakk kpl	< pakk €/kpl	≥ pakk €/kpl
	kW	In A	D	H	Ø	L	E				
SM 22NB5'	22	40	48	180	300	740	110	165	5	1160,00	1140,00
SM 30NB5'	30	53	55	200	350	770	110	218	5	1698,00	1670,00
SM 37NB5'	37	64	55	200	350	770	110	230	5	1920,00	1870,00
SM 45NB5'	45	78	55	225	400	820	110	280	5	2330,00	2270,00
SM 55NB5'	55	97	60	250	500	910	140	365	5	2540,00	2480,00
SM 75NB5'	75	130	65	280	500	985	140	495	5	3410,00	3330,00
SM 90NB5'	90	154	65	280	500	1035	140	565	5	3500,00	3420,00

**Laippataulukko** Taulukossa on esitetty laipan reikien ristimita eri standardilaipoille.

runkokoko = moottorin mitta H	laipan reikien ristimitat mm			akselin Ø mm D	Huom. B14A = B14C2 B14B = B14C1
	B5	B14A	B14B		
63	115	75	100	11	
71	130	85	115	14	
80	165	100	130	19	
90	165	115	130	24	
100	215	130	165	28	
112	215	130	165	28	
132	265	165	-	38	
160	300	-	-	42	
180	300	-	-	48	
200	350	-	-	55	
225	400	-	-	55 / 60	
250	500	-	-	60 / 65	
280	500	-	-	65 / 75	

Tilatessasi laippamoottorin lisää tassumoottorin tunnuksen perään tarvitsemasi laipan tyyppin. Esim. jos tarvitset 1,5 kW 1000 r/min laippamoottorin, jonka laipanreikien ristimita on 215 mm, saat sen tilaustunnuksella SM 1,5 H B5 ( hintaan 217x1,15=249,55 )

**Kuva 20 - Lainaukset laipallisten moottoreiden tiedoista /3/**

Toisena vaihtoehtona voisi yrittää sijoittaa moottori jotenkin aukirullauspukin päälle ja siirtää siitä voimahihnan kanssa rullausakseliin (kuten URK 41:ssä). Mielestäni tämä ei ole kovin hyvä vaihtoehto, koska moottori periaatteessa olisi sijoitettava tuuletin puoli kohti rullaa ja näin aiheutettaisiin työn vaikeutumista käyttäjälle ahtauden muodossa.

Lisäksi tulisi ottaa huomioon mahdolliset ongelmat ilmavirtausten muodossa. Ehkä tulisi myös miettiä muutostyön määrää verrattuna suoraan sopimiseen laipan kanssa.



Päälle asentamisessa olisi taatusti enemmän muutostyötä, kuin asentamalla sovituslaipalla tai koneistetulla kappaleella suoraan vanhoihin paikkoihin. Lisäksi pukkien siirto- / ajokahvat sijaitsevat jo pukin päällä. Sopivuus on varmistettava, jos moottori olisi pukin päällä. Pukkien ja rullauskarojen ajaminen tulisi ainakin käyttäjän kannalta huomattavasti vaikeammaksi. Kaiken muun ohessa mielestäni on otettava huomioon mahdolliset vaarakohdat, jotka hinnakäyttö toisi tullessaan, kaikesta suojauksesta huolimatta. Työturvallisuuteenhan tulee kiinnittää enenemässä määrin huomiota koko ajan.

Mikäli moottori sijoitettaisiin ”tuuletuspuoli” ulospäin, tulisi asennuksesta paitsi koomisen näköinen, myös painopistettä ulospäin siirtävä asennus, joka taas aiheuttaisi ylimääräisiä rasituksia aukirullauspukkeihin painopisteen siirtymisenä.

### 5.3 Valvomoliittymä

Nykyisen laitteiston toiminnan kuvauksen voisivat tehdä laitetta käyttävät henkilöt yhdessä kunnossapitohenkilöstön kanssa. Tämän pohjalta osaston automaatioasentaja /6/ tekisi operointisivut ja tarvittavat ohjelmat Honeywell - prosessin ohjausjärjestelmään.

Sähkökäyttöjä ohjattaisiin näin etänä käyttöliittymän kautta PC:ltä tai nopeuksia voitaisiin säätää vanhasta potikasta. Internetistä löytyi eräiltä sivuilta pienellä avustuksella /3/ edukkaita i/o -kortteja ratkaisun mahdolliseen muutokseen, jos niin halutaan tai jos sellaisia tarvitaan.

Kireystiedolla ei ole kuin kaksi tietoa: PK1 ja PK3. Käyttöliittymässä olisi vain valinta täppi jompaakumpaa paperilaatua varten. Miksi tehdä uudesta ohjaussysteemistä tässä kohdassa vanhaa vaikeampaa käyttää? Oletettavasti nykyisellä valintapyörällä säädetään juuri jonkinlaista aukirullauksen propon rajoitustehoa tai toimintanopeutta, jotta saavutetaan haluttu radan kireys. Täpin alle voisi ilmeisesti asettaa jonkin peruskireystiedon, jota voisi halutessaan ”hienosäätää” johonkin suuntaan.

Lisäksi reunanauha valintakin voitaisiin niin haluttaessa siirtää pulpetista PC:lle samalla periaatteella: pieni täppi vain jommassakummassa valinnassa. Valvomossa ja uudelleenrullauskoneen viereiseen seinään hyvin näkyvään paikkaan, esimerkiksi seinään, voisi lisätä merkkivalon ilmaisemaan valittua reunanauha valintaa, jolloin ainakin pienennettäisiin vahingon mahdollisuutta. 100 prosenttisestihan sitä ei voida poistaa millään. Toisaalta, miksi siirtää reunanauhan valintaa käyttöliittymään, koska nykyisellään tehdään tietoinen valinta jompaankumpaan operaattorin toimesta, merkkivaloa kannattaisi harkita kuitenkin joka tapauksessa.

Loppukaneettina käyttöliittymän muutokseen pieni ajatusleikki - kannattaako käyttöliittymää muuttaa ollenkaan ulkopulpetista pois, ellei ole aivan pakko? Tehdään tarvittavat muutokset jo laitteiston rakenteita muutettaessa sillä ajatuksella, ettei tarvitsisi muuttaa laisinkaan kyseistä pulpettia URK:n vieressä. Näin käytettävyys pysyisi nykyisellään, vain muutaman napin kääntämisen vaativalla tasolla, jolloin käyttö pysyisi nopeana ja yksinkertaisena. Tarvitaan vain pieni lisäys, pulpetin ulkopuolelle

asennetaan reunanauhan suunnan merkkivalot. URK 3:lla on juuri suoritettu vastaavanlainen uudistus, tarkoitan siis aukirullauskäyttöjen ja käyttöliittymän vaihtoa. Siellä käytössä oleva uusi käyttöliittymä on aivan perusteltu, koska laitteen vanha käyttöliittymä oli tullut tiensä päähän.

#### 5.4 Terien käytöt

Vanhat terämoottorit ovat ainakin ihan toimivat laitteet ja ovathan jo valmiiksi sopivat kiinnityskiskoihin. Olettaisin, ettei niille tarvitsisi välttämättä tehdä yhtään mitään muuta, kuin ottaa uudelleen ajoin.

Nopeustieto tulee logiikalta tietona, johon lisätään terien rataa nopeamman pyörimisen edellyttämät 5-10 prosenttia. Tällä tiedolla ohjataan terien käyttöjen taajuusmuuttajaa. Yhdellä taajuusmuuttajalla voidaan käyttää kaikkia URK:n terämoottoreita. Läpirullauksessa terämoottorit otetaan kytkimestä, joka löytyy ohjauspulpetista, pois käytöstä. Todennäköisesti tämänkin toiminnon voisi siirtää täpin taakse uuteen valvomoliittymään. Toisaalta käyttöliittymä pysyisi selkeämpänä, kun terä toiminnon jättäisi pulpettiin. Teriähän kuitenkin siirretään manuaalisesti kiskoilla, joten ylös / alas – toimintoakin hoidettaisiin edelleen manuaalisesti.

On todennäköistä, että vanhat terämoottorit kävisivät ihan hyvin paristakin syystä:

Ensinnäkin, moottorit sopivat jo olemassa oleviin kiskoihin.

Toiseksi: Terien syöttö lienee, tarpeen vaatiessa, helppo uudistaa jo olemassa oleviin johtoihin, tosin terien käytön taajuusmuuttajan ohjausta pitäisi vain muuttaa.

## 5.5 Lopputulos

Rohkenisin väittää, että käyttöönottovaiheen jälkeen olisi käytössä taas toimiva laitteisto, jolla pärjättäisiin tehtaalla monia vuosia (...vuosi kymmeniä...?). Paransi kerralla URK:n ohjaus- ja käyttötapahumat menneisyydestä nykyisyyteen.

Ohessa laskisin positiivisiin lopputuloksiin myös säätämisen ja käytettävyyden helpouden, jolla on kuitenkin melkoinen vaikutus niin käyttö- kuin huoltohenkilökunnan toimintaan.

Sähkökäyttöjen ohjauksen muuttaminen, huoltaminen ja ylläpitäminen olisivat taastusti huomattavasti helpompia, kuin niiden laitteiden, jotka juuri nyt ovat käytössä.

## 6 SAAVUTETTAVAT HYÖDYT – SÄÄSTÖT

Taloudellisesti merkittävin säästö tulisi todennäköisesti huoltotöiden vähentymisenä, kunhan laitteisto vain saadaan ensin käyttöön ja alkukankeudet siistittyä pois.

Saavutettavia hyötyjä olen jo hieman sivunnut. Tässä tutkielmateelmässä on tuotu joitain, hyviäkin ja kannattavia, korjaus ja uusinta ehdotuksia julki, jotka tekemällä voitaisiin turvata edes käyvien ja toimivien laitteiden toiminta. Tarpeen vaatiessa olisi vähäiset voimavarat kohdistettavissa akuutteihin huolto ja korjaustoimiin.

Öljyn poistaminen käytöistä vähentäisi myös työpaikkatapaturmien mahdollisuutta, koska tunnetustihan öljy on aika liukasta pinnoitetun lattian päällä, kuten jotkut henkilöt ehkä jopa kokemuksestakin tietävät. Lisäksi päästäisiin eroon mahdollisesta paineistetun öljyn aiheuttamasta vaaratekijästä.

Tasavirtamoottoreiden jatkuvasta huoltotyöstä päästäisiin myös eroon. Esimerkiksi hiilien vaihdot.

Säästöiksi olisi huomioitava tasavirtamoottoreiden tarvitseman jäähdytysilman tarpeen loppuminen. Jonkinlainen puhallinmoottori jäisi pois käytöstä. Taas yksi huolto kohde vähemmän sekä säästävä vaikutus sähkön käyttöön. Lisäksi puhalluskanavat voisi purkaa pois. Näin saatavaa tilaa voisi hyödyntää tuleviin projekteihin.

Saattaisi myös olla niin, ettei koko taajuusmuuttajakäyttö systeemi maksaisi edes niin paljoa, kuin uudet hydraulikkamoottorit aukirullaukseen. SAP:n mukaan hinta liikkuisi noin 4000 /9/ euron paikkeilla kappale. Puhumattakaan toimitusajoista, jotka ovat tällä hetkellä jossain 4 – 6:n kuukauden /10/ paikkeilla. Moista aikaa tuskin kannattaa URK:a seisottaa hydraulikkamoottorin pettäessä. Tästä johtuen saattaisi olla helpompaa ja nopeampaa saattaa URK uudelleen tuotantoon, jos käytössä olisivat taajuusmuuttajat, eivätkä nyt käytössä olevat hydraulikkamoottorit.

Taajuusmuuttajanhan voi vaihtaa melkein kuka vain (alan ammattilainen), varastosta tuoden ja vaihtaen. Parametrit voi kopioida vanhasta paneelistä uuteen käyttöön. Ole-

tuksena, että Rauman tehtaan keskusvarastolta löytynee melko laaja kirjo ABB:n taa-juusmuuttajia valmiina.

Eduiksi tai säästöiksi kuuluisi laskea myös varastointitilan ja varastossa olevan tuotenimike kohtaisen arvon väheneminen.

## 7 YHTEENVETO

Tämä oli kaiken kaikkiaan erittäin haastava, mielenkiintoinen ja monipuolinen projekti, joka uhkasi lähteä rönsyilemään liikaa heti kättelyssä. Olettaisinkin työstä kuitenkin olevan apua URK 1:n korjausta / uudistamista / kunnostamista työlistalle sovitettaessa. Kuitenkin melkoisen pienillä kustannuksilla saavutettaisiin valtava hyöty tuotannon turvaamisessa ja laitteiston kuntoa kohotettaessa käytettävissä olevien resursien puitteissa.

Hyötyinä olisi nähtävissä käytön luotettavuuden ja huollon helpottumisena. Lisäksi URK 1:n käytöt ja toimivuus saatettaisiin aivan uudelle tasolle, jolloin huolloissakin voitaisiin hyödyntää jo olemassa olevia komponentteja. Myös säätämisen ja vianhaku helpottuisi oleellisesti.

## 8 KIITOKSET

Lopuksi on ihan pakko, vaikkei ehkä saisikaan, kehua ja kiittää eräitä henkilöitä erittäin suuresta avusta. Kaiken lisäksi he auttoivat ihan vapaaehtoisesti, omien kiereidensä (työperäisten) ohella.

Kiitos Elonen Ake – Valtavalla vaatimattomuudella ja ammattitaidolla varustettu raudanluja ammattilainen. Lisäksi häntä on kiittäminen tästä aiheesta, jonka vuoksi tätä teelmää on väännettynä tämänkin verran.

Kiitos Rantasen Olaville kaikesta automaatiota koskevasta informaatiosta. Muuhunkin kuin tähän teelmään liittyen.

Kiitos Tuominen Henry ja Blomster Kimmo – Taajuusmuuttaja Hakkerit, joilta sain tarvittavaa taustatietoa pienelläkin kysymyksellä välillä jopa liikaakin.

Kiitos Lehto Mika hydraulisista kommentteista ja informaatiosta.

Kiitos Siitosen Miikalle logiikka neuvoista.

## LÄHTEET

- /1/ Lammi Timo, Uusitorppa Raija. Vuosien 1997 – 2009 välisenä aikana.*
- /2/ Kokenut ajohenkilö, Timo Lammi. Keskustelut työn ohessa 2008.*
- /3/ Finnpartia sähkötukku , hinnasto 24*
- /4/ Viittaukset URK 41:n tietoihin jotka on Blomsterin valtavalla avustuksella kaivettu SAP:sta. Kesätyön 2011 aikana.*
- /5/ Ahonen Mikko. Maaliskuu 2012.*
- /6/ Kesä 2011.*
- /7/ Viittaus Rantasen Olaviin. Kesän 2011 aikana*
- /8/ Kouluelektroniikasta löytyneet tiedot Blomsterin avustuksella. Kesätyön 2011 aikana.*
- /9/ Blomsterin avustuksella löydettyä tietoa. Kesän 2011 aikana.*
- /10/ Lehdon Mikalta kuultua tietoa kesällä 2011.*