



Eetu Kumpulainen

# Suunnitelma tasokalvokoneen elinkaaren pidentämisestä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinöörityö

4.2.2022

# Tiivistelmä

Tekijä: Eetu Kumpulainen  
Otsikko: Suunnitelma tasokalvokoneen elinkaaren pidentämisestä  
Sivumäärä: 23 sivua + 2 liitettä  
Aika: 4.2.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Ammatillinen pääaine: Sähkövoimatekniikka  
Ohjaajat: Lehtori Jukka Karppinen  
Kunnossapitopäällikkö Mikko Aarti

---

Insinööriyön tarkoituksena oli laatia suunnitelmat muovikalvon valmistamiseen käytettävän tasokalvokoneen elinkaaren pidentämisestä sähköisten komponenttien osalta. Koska kyseessä oli suuri kone, aihetta rajattiin hiukan käsittämään vain osa päivittämistä vaativista kohteista. Rajaus suoritettiin arvioidun kriittisyyden ja kiireellisyyden perusteella yhdessä työn teettäjän kanssa. Työn teettäjänä toimi muovituotteita valmistavan yrityksen, Wipak Oy:n Nastolan tuotantoyksikkö.

Rajattu aihe käsitti tasokalvokoneen suuttimen komponenttien uusinnan suunnittelun ja toteutuksen. Komponenttien uusinta oli kiireellisin toimenpide, sillä suuttimen sisällä kulkevat johtimet olivat haurastuneet hyvin paljon. Haurastuminen oli seurausta erittäin korkeasta ympäristön lämpötilasta. Toinen osa työtä oli laatia suunnitelmat ekstrudereiden sähkömoottoreiden ja käyttöjen uusimisesta. Tässä tavoitteena oli pienentää energiankulutusta ja huoltokustannuksia, sekä lisätä toimintavarmuutta. Lopuksi kaikki tasokalvokoneen sähkökomponentit kierrettiin läpi ja laadittiin lista komponenttien kriittisyydestä varaosasaatavuuden perusteella.

Insinööriyön lopputuloksena saatiin suunnitelmat toimenpiteistä, joilla tasokalvokoneen jäljellä olevaa käyttöaika voitaisiin lisätä. Suuttimen osalta päivitystyötä suoritettiin myös käytännössä insinööriyötä tehdessä. Näiden tulosten perusteella käytännön toimenpiteet voidaan tulevaisuudessa aloittaa.

Avainsanat: elinkaaripäivitys, tasokalvoekstruusio, ennakoiva kunnossapito

## Abstract

Author: Eetu Kumpulainen  
Title: A Plan to Extend the Life Cycle of a Cast Film Machine  
Number of Pages: 23 pages + 2 appendices  
Date: 4 February 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and automation engineering  
Professional Major: Electrical power engineering  
Supervisors: Jukka Karppinen, Senior Lecturer  
Mikko Aarti, Maintenance Manager

---

The purpose of the thesis work was to create plans for extending the life cycle of a cast film machine regarding electronic components. As this was a large machine, the topic was slightly limited to only some of the items that needed to be updated. The delineation was carried out together with the client, based on assessed criticality and urgency. The work was commissioned by the Nastola production unit of Wipak Oy, a plastic product manufacturing company.

The topic of the thesis work covered the design and implementation of rebuilding the extrusion die components of a cast film machine. This component replacement was the most urgent operation, as the wires running inside the die were very worn due to the high ambient temperature. Another part of the work was to create plans for the renewal of the extruder's electric motors and drives. The goal was to reduce energy consumption and maintenance costs and increase operational reliability. Finally, all the electrical components of the cast film machine were checked over and a list of component criticality was compiled based on the availability of spare parts.

The result is a plan for actions to extend the life of the cast film machine. The upgrade work of the die was also practically carried out during the thesis work. Based on these results, it is possible to move on to the implementation phase in the future.

Keywords: lifecycle update, cast film extrusion, preventive maintenance

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Muovikalvon valmistaminen	2
2.1	Ekstruusio	2
2.2	Tasokalvoekstruusio	5
3	Suuttimen johdotuksen uusinta	8
3.1	Suuttimen toiminta	8
3.2	Uusimista vaativat komponentit	9
3.3	Uusien komponenttien asennus	11
4	Ekstruudereiden moottorit ja taajuusmuuttajat	13
4.1	Nykyiset moottorit ja käytöt	13
4.2	Moottorityypin valinta	15
4.3	Uusien moottorien suunnittelu	17
4.4	Taajuusmuuttajien valinta uusille moottoreille	18
4.5	Tarjoukset uusista moottoreista	18
5	Kriittiset sähkökomponentit	19
6	Yhteenveto	21
	Lähteet	23

## Liitteet

Liite 1: Ekstruuderin 3 uuden moottorin esite

Liite 2: Suuttimen johdotuksien piirikaaviot

## Lyhenteet ja käsitteet

ABB: Aikaisemmin *Asea Brown Boveri* on ruotsalais-sveitsiläinen teollisuuskonserni.

Feedblock: Feedblock on tasokalvokoneen osa, jota käytetään muovikerrosten järjestämiseen oikeaan järjestykseen. Feedblockissa yhdistetään ekstruudereilta tulevat sulamuovimassat ennen suutinta.

rpm: *Revolutions per minute*. Kierrosnopeuden yksikkö

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda suunnitelmat muovikalvon valmistukseen käytetyn tasokalvokoneen elinkaaren pidentämisestä sähköisten komponenttien osalta. Työn tilaaja on Wipak Oy:n Nastolan tuotantoyksikkö. Tuotteet, joita tasokalvokoneella valmistetaan, ovat hyvälaatuisia, sekä tuotteille riittää kysyntää. Tämän takia kone haluttaisiin pitää mukana tuotannossa vielä pitkään.

Tasokalvokoneessa on paljon sähkökomponentteja, joista jo yhdenkin rikkoutuminen voi aiheuttaa tuotantokatkoksen. Tuotantokatkoja pyritään välttämään mahdollisimman paljon ennakkohuoltojen avulla. Lisäksi aiheutuneet katkokset pyritään pitämään lyhyinä huolehtimalla riittävästä varaosasaatavuudesta.

Insinööriyöhön kuuluu kolme osiota. Ajankohtaisin osio on tasokalvokoneen suuttimen johdotuksen uusinta. Johtimet ovat jatkuvasti hyvin kuumissa lämpötiloissa, ja siksi johtimien eristeet ovat tulleet käyttöikänsä päähän.

Toinen tärkeä osio on ekstrudereiden moottorien ja käyttöjen uusimisen suunnittelu. Tavoitteena on vähentää huoltokustannuksia, lisätä toimintavarmuutta, sekä säästää energiaa, päivittämällä vanhat tasavirtamoottorit nykyaikaisempaan tekniikkaan. Tästä päivityksestä on tarkoitus tehdä suunnitelmat, joiden perusteella vaihtotyö voidaan myöhemmin suorittaa.

Kolmas osio on käytössä olevien sähkökomponenttien kartoitus. Kaikki komponentit käydään läpi ja niiden osalta tehdään suunnitelmat mahdollisesta päivittämisestä, tai varaosahankinnoista laiterikkojen varalle.

Koneen komponenttien iän takia päivityssuunnitelmat ovat hyvin tärkeät. Laadituilla suunnitelmilla sekä niiden mukaisilla toimenpiteillä on tavoitteena parantaa toimintavarmuutta ja lisätä tasokalvokoneen jäljellä olevaa käyttöaikaa.

## Wihuri-konserni ja Wipak Oy

Wipak Oy on osa suomalaista Wihuri-konsernia. Wihuri-konsernilla on nykyään noin 5 000 työntekijää ja toimintaa 30 maassa. Wihurin liiketoiminta jakautuu neljälle toimialalle, joita ovat pakkausteollisuus, päivittäistavaratukkutoiminta, tekninen kauppa ja liikentotoiminta. (1.)



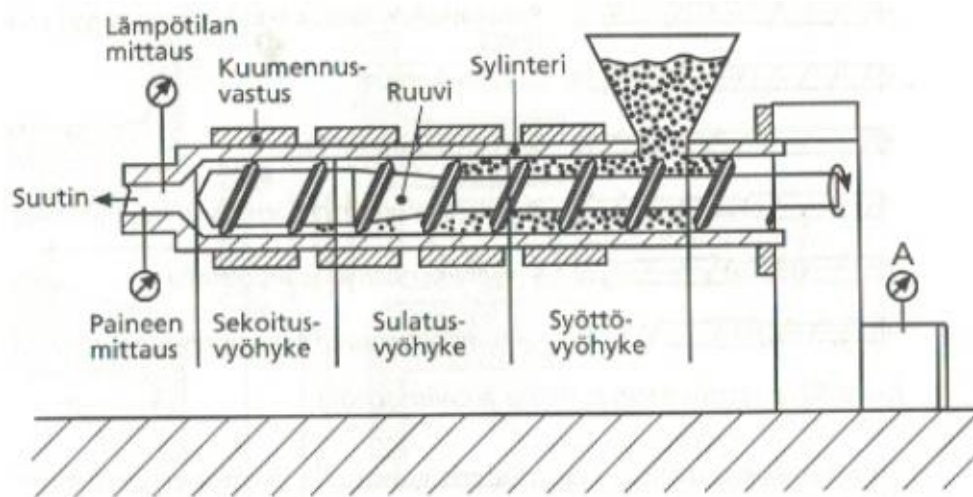
Kuva 1. Wipak Oy:n Nastolan tuotantoyksikkö (1).

Kuvassa 1 näkyvä Wipak Oy:n Nastolan yksikkö on aloittanut toimintansa vuonna 1967. Wipak Oy kuuluu Wihuri-konsernin pakkausteollisuus -toimialalle. Wipak valmistaa laadukkaita muovikalvoja sekä tuotteita, joita käytetään elintarvikepakkausissa, sairaalatarvikkeita valmistavassa teollisuudessa sekä terveydenhuollossa. (2.)

## 2 Muovikalvon valmistaminen

### 2.1 Ekstruusio

Ekstruusio eli suulakepuristus on yleisnimitys muovinvalmistusmenetelmille, jotka toimivat jatkuvatoimisesti. Suulakepuristus on kaikkein yleisin muovituotteiden valmistustapa Suomessa. Kuvassa 2 on esitetty suulakepuristimen osat. (3, s. 154.)



Kuva 2. Suulakepuristimen osat (4, s. 99).

Ekstruusiossa suulakepuristin sulattaa syöttösuppilosta tulevan granulaatin, eli muovirakeen sulaksi muovimassaksi. Sulattamiseen käytetään painetta, kitkaa ja sylinterin seinämästä johtuvaa lämpöä. Suulakepuristimessa kasvatetaan painetta, pienentämällä ruuvien kierteiden väliin jäävää tilavuutta kärkeä kohti mentäessä. Kitkaa syntyy sitä enemmän, mitä suurempi ruuvien kierrosnopeus on. Sylinterin lämpötilaa säädetään lämpövastuksilla, josta lämpö johtuu sylinterin seinämän kautta raaka-aineeseen. Ekstruuderilla pyritään tekemään mahdollisimman homogeeninen sulamuovimassa, joka johdetaan suulakkeelle, jolla massa levitetään muovikalvoksi. (3, s. 154.)





Kuva 3. Tasokalvokoneen ekstruuderit.

Kuvassa 3 on opinnäytetyössä käsiteltävän tasokalvokoneen ekstruuderit numero neljä. Keskellä kuvaa on ABB:n tasavirtamoottori, jolla ekstruuderin ruuvia pyöritetään. Kuvan oikeassa laidassa on alennusvaihde sopivan pyörimisnopeusalueen saavuttamiseksi. Kuvan vasemmassa laidassa olevan mustan peltisuojan sisällä on itse ekstruuderit.

Koekstruusio on menetelmä, jossa samaan suuttimeen syötetään kahden tai useamman ekstruuderin sulattama muovimassa. Koekstruusioilla voidaan valmistaa monikerroksisia kalvoja, joissa kullakin muovikerroksella on oma tehtävänsä. Näin saavutetaan sellaisia ominaisuuksia, joita yksikerroksisella kalvolla ei voitaisi saavuttaa. Wipakin kaikilla kalvokoneilla valmistetaan kalvoa koekstruusio menetelmällä. (4, s. 107–108.)

Koekstruusiossa eri muovikerrosten järjestämiseksi oikeaan järjestykseen käytetään feedblockia. Kullakin ekstruuderilta tuleva sulamuovimassa yhdistetään feedblockissa, jossa muovien virtaukset ohjataan haluttuun järjestykseen.

Feedblockilla saadaan muovikalvon eri kerrokset oikean paksuisiksi toisiinsa nähden, sekä kerrokset oikein järjestettyinä suuttimesta ulos. (5.)

Eri ekstruusiotyypit voidaan jaotella sen mukaan, mitä muovimassalle tapahtuu suulakkeessa ja sen jälkeen. Eri ekstruusiotyyppejä ovat:

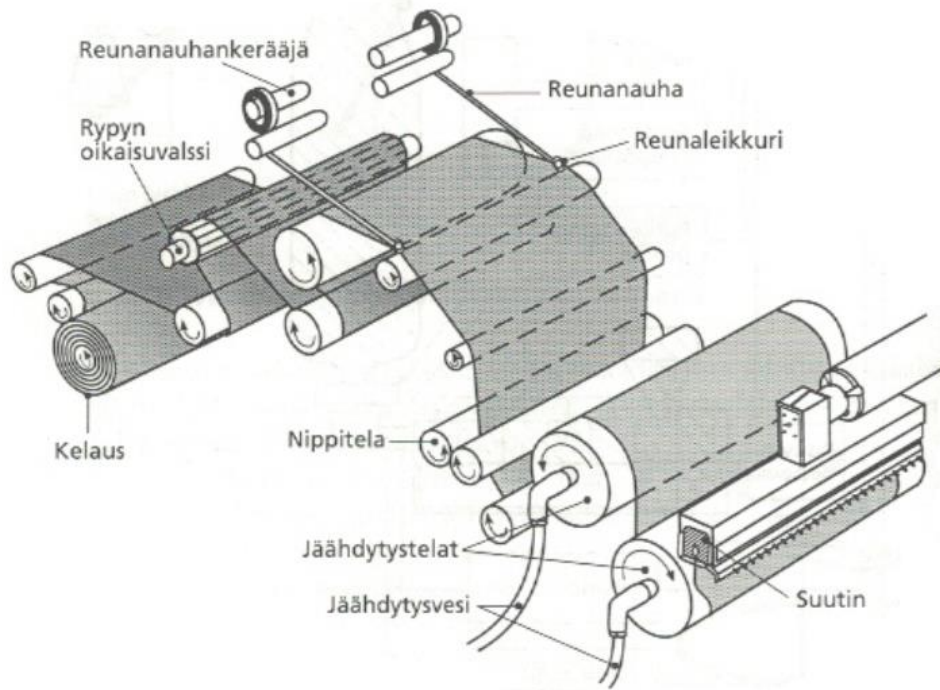
- puhalluskalvo-
- tasokalvo-
- levy-
- putki-
- profiili-
- letku-
- kaapeliekstruusio.

Wipakilla käytetyt ekstruusiomenetelmät ovat puhalluskalvo- ja tasokalvoekstruusio. (3, s. 154.)

## 2.2 Tasokalvoekstruusio

Tässä opinnäytetyössä esiintyneellä koneella valmistetaan muovikalvoa tasokalvoekstruusiomenetelmällä. Tasokalvoekstruusiossa sulamuovimassa puristetaan levysuuttimen kapean suutinraon kautta jäähdytysteloille. Jäähdytysteloilla muovimassa jähmettyy kalvoksi. Jäähdytysteloilta kalvo kulkee eteenpäin telasta pitkin. Kalvon paksuutta säädetään suuttimesta ulosvirtaavan muovin nopeudella ja telojen kehänopeudella, sekä muuttamalla suutinrakoa. Suutinrakoa voidaan muuttaa joko mekaanisesti tai lämpöruuvien avulla. (3, s. 156.)

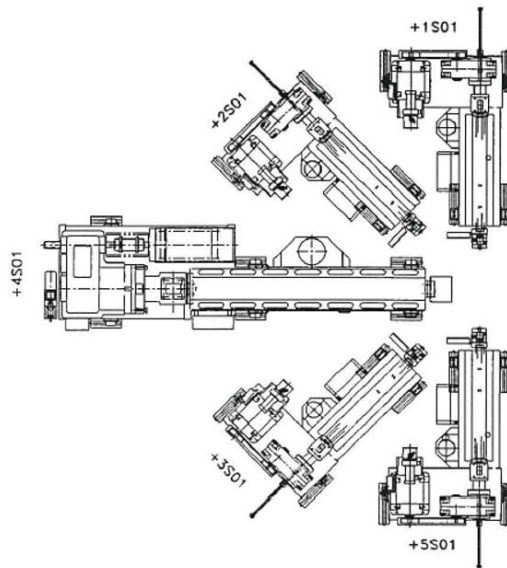
Kuvassa 4 näkyy tasokalvolaitteiston tärkeimmät osat. Ekstrudereista sulamuovimassa johdetaan suuttimelle, joka levittää sen tasaisesti jäähdytystelalle. Jäähdytysteloilta muovikalvo vedetään nippitelan avulla eteenpäin reunaleikkaukseen. Kalvosta leikataan huonolaatuinen reuna pois reunaleikkureilla. (4, s. 102–107.)



Kuva 4. Tasokalvokone (4, s. 106).

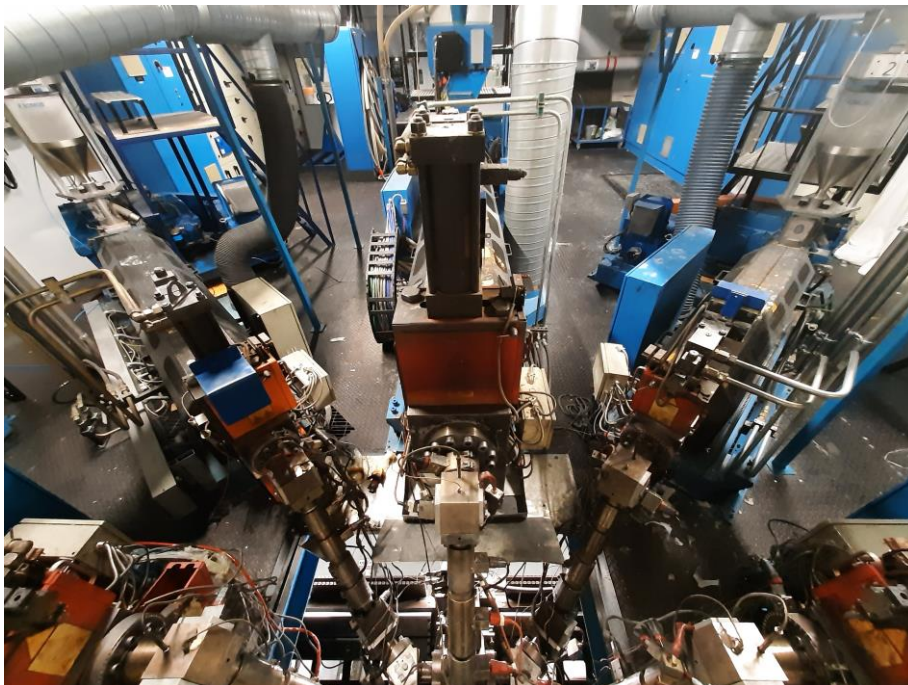
Kuvassa esitettyjen kohtien lisäksi kalvon paksuutta mitataan jatkuvasti paksuuden ja kalvon profiilin säätöä varten. Ennen kiinnirullausta on vielä ratakamera, joka valvoo laatua mahdollisten virheiden havaitsemiseksi. Lopuksi kalvo kelaan rullalle jatkojalostukseen kuljetusta varten.

Wipakin tasokalvokoneessa on viisi ekstruuderia, joten sillä voidaan valmistaa viisikerroksista muovikalvoa. Kuvassa 5 on kuvattu ekstruuderit ylhäältä päin. Kaikki viisi ekstruuderia syöttävät sulamuovimassaa keskellä olevalle suuttimelle. Kuvassa näkyy myös ekstruudereita pyörittävät moottorit sekä vaihteet.



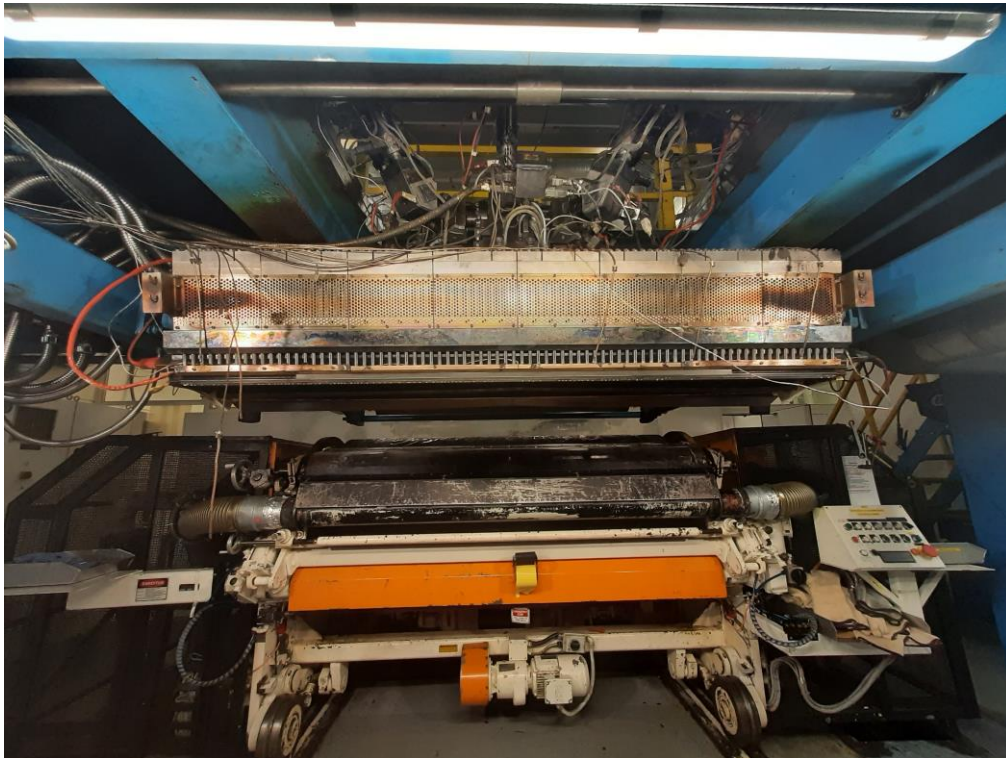
Kuva 5. Wipakin tasokalvokoneen ekstruuderit kuvattuna ylhäältä päin (6).

Ekstruuderit sijaitsevat tasolla, joka on muita koneen osia korkeammalla. Suutin, jolle ekstruudereiden syöttämä sulamuovimassa johdetaan, sijaitsee tason alapuolella.



Kuva 6. Putkitukset ekstruudereilta suuttimelle.

Kuvan 6 alareunassa näkyy ekstruudereilta tulevat putket, joilla sulamuovimassa johdetaan alempaan kerrokseen feedblockille ja siitä suuttimelle.



Kuva 7. Tasokalvokoneen suutin.

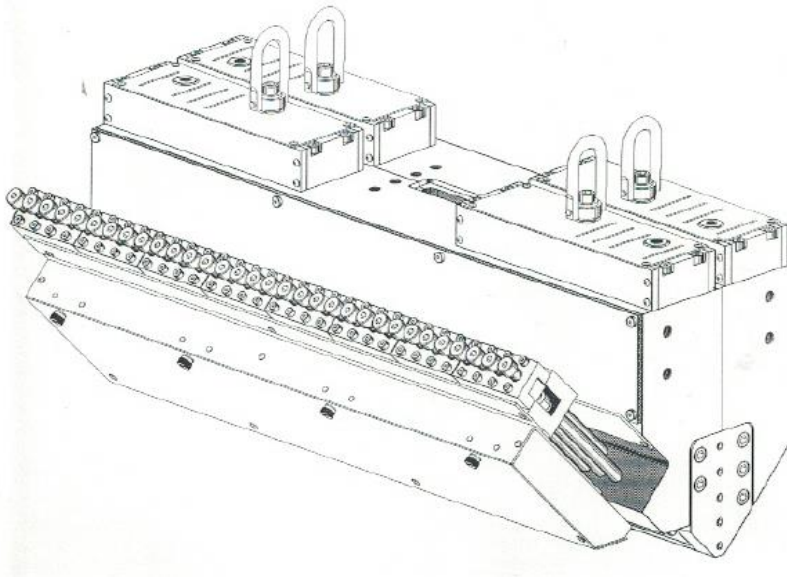
Kuvassa 7 on tasokalvokoneen suutin. Jäähdytystela, jolle suutin levittää muovikalvon, oli ajettu pois suuttimen alta kuvaa otettaessa. Koneen ollessa käynnissä, jäähdytystela on suoraan suuttimen alapuolella. Kuvan yläreunassa näkyy ylemmältä tasolta tulevat putket, joilla sulamuovimassa johdetaan suuttimelle.

### 3 Suuttimen johdotuksen uusinta

#### 3.1 Suuttimen toiminta

Suuttimen tehtävä on levittää sulamuovimassa tasaiseksi kalvoksi jäähdytystelan pinnalle. Kalvon paksuutta säädetään suuttimen huulirakoa muuttamalla. Rakoa muutetaan pulttivastusten avulla. Vastukselle johdetaan sähkövirtaa,

joka tämän seurauksena laajenee lämpölaajenemisen takia ja näin muuttaa huulirakoa. Jos huulirakoa tarvitsee kasvattaa, ohjataan vastuksille vähemmän virtaa, ja jos rakoa tarvitsee pienentää, ohjataan vastuksille enemmän virtaa. Kuvassa 8 on esitetty tasokalvokoneen suutin, jossa näkyy pulttivastukset rivissä.



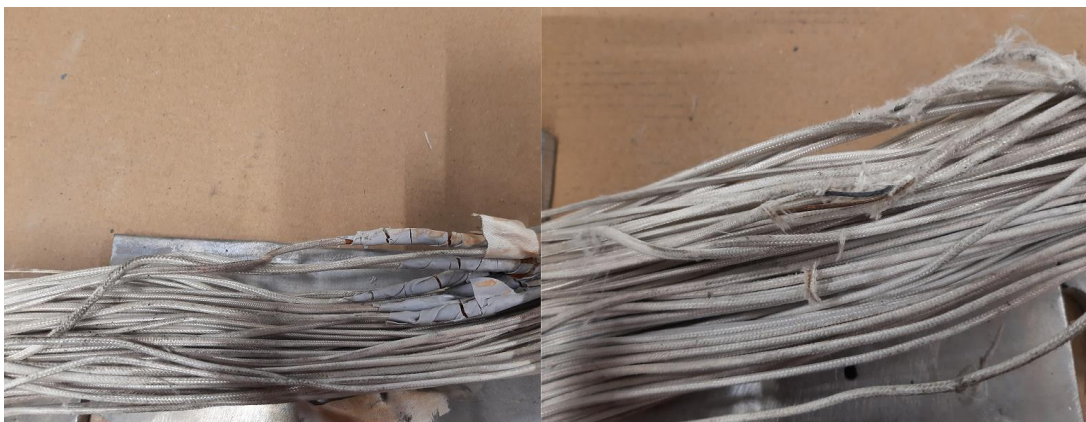
Kuva 8. Tasokalvokoneen suutin (7).

Pulttivastuksien avulla säädetään myös suuttimesta tulevan muovikalvon profiilia. Suuttimessa on 80 pulttivastusta vierekkäin. Jokaisessa pulttivastuksessa on neljä johdinta: kaksi termoparille lämpötilan mittaukseen ja kaksi vastuksen tehon syöttöä varten. Näin jokaista pulttivastusta voidaan säätää erikseen, ja sillä muuttaa kalvon profiilia.

### 3.2 Uusimista vaativat komponentit

Suuttimen korkean lämpötilan takia suuttimen sisällä kulkevien johtimien eristeet olivat muuttuneet hyvin hauraksi. Eristeiden heikentyminen oli huomattu edellisessä huoltoseisokissa. Silloin oli todettu, että johtimet tulisi vaihtaa uusiin. Johtimia oli jo vuosien saatossa jouduttu korjaamaan ja paikkaamaan hyvin

paljon. Olisikin ollut vain ajan kysymys, koska johtimien eristeet olisivat olleet niin huonossa kunnossa, ettei niitä olisi saatu enää paikattua.



Kuva 9. Vaurioituneita johtimia suuttimen sisältä.

Kuvassa 9 näkyy vaurioituneita johtimia, joita on jo jouduttu korjaamaan.

Johtimien vaihdon yhteydessä oli järkevää vaihtaa myös pulttivastukset, sillä pulttivastustenkin johtimet olivat lämmön vaikutuksesta haurastuneita. Taulukossa 1 on esitetty suuttimen kaikki vaihdettavat komponentit.

Taulukko 1. Lista suuttimen uusittavista komponenteista.

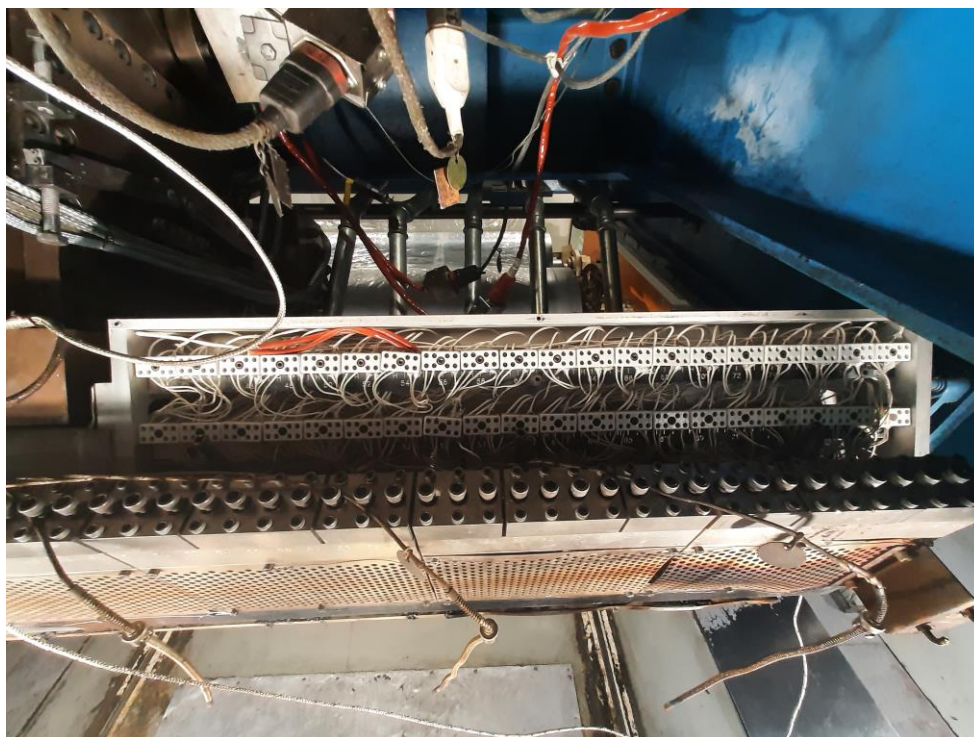
Suuttimen uusittavat komponentit		
	Osa	Määrä
1	Harting-liittimen huppu 72 napaiselle liittimelle, PG36	4 kpl
2	Puristusliitin 0,5 mm <sup>2</sup> , uros	288 kpl
3	Harting-liitin, 72 napainen, uros	8 kpl
4	Pulttivastus	80 kpl
5	Keraaminen riviliitin	80 kpl
6	Lämmönkestävä johdin, Keltavihreä, 1,5 mm <sup>2</sup>	7,5 m
7	Lämmönkestävä johdin, valkoinen, 0,5 mm <sup>2</sup>	700 m
8	Lämmönkestävä kaapeli termoparille, 0,5 mm <sup>2</sup>	350 m

Taulukkoon on kirjattu tarvittavien liittimien lukumäärät tarvikkeineen, pulttivastukset, sekä johtimet ja kaapelit.

Uusittavista komponenteista pyydettiin tarjousta suuttimen valmistajalta. Valmistajalla oli tiedot suuttimesta omissa arkistoissaan, joten varaosien tilaaminen oli helppoa. Suuttimen sarjanumeron perusteella valmistajalta saa tilattua oikean tyyppisiä varaosia kuhunkin suuttimeen. Muita komponentteja olisi saatavilla muualtakin, mutta pulttivastukset oli tilattava suoraan valmistajalta. Koko paketti tilattiin yhdestä paikasta, valmistajan antaman tarjouksen mukaisesti. Komponenttien vaihtotyö oli tarkoitus tehdä ennakkoon suunnitellun huoltoseisokin aikana.

### 3.3 Uusien komponenttien asennus

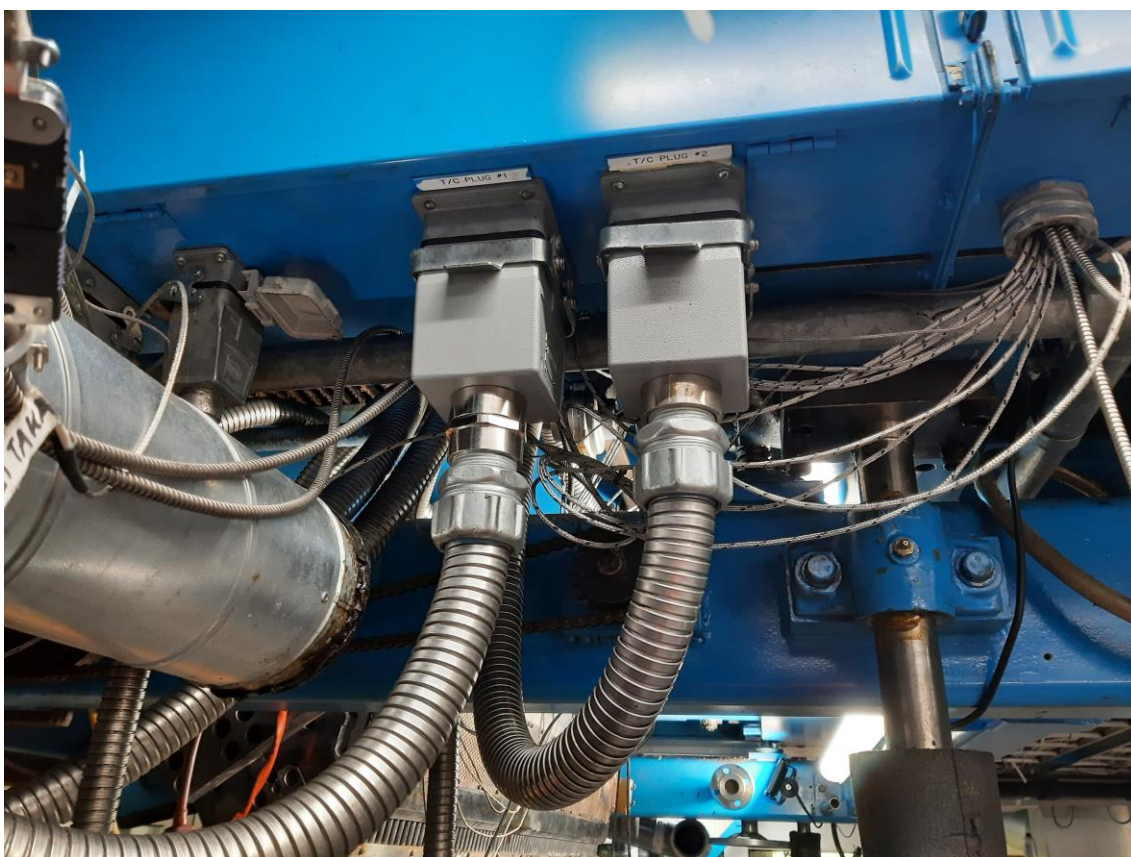
Johtimien vaihtotyö aloitettiin purkamalla vanhat johtimet ja pulttivastukset pois. Riviliitinkotelot irrotettiin suuttimesta ja vietiin sähköverstaalle työstettäviksi. Näin saavutettiin parempi työergonomia asennuksen ajaksi, kun kytkentöjä saattoi tehdä pöydän ääressä. Kuvassa 10 on riviliitinkotelo, jossa tulevat johtimet kytketään pulttivastusten johtimiin. Riviliitinkoteloita on suuttimessa kaksi vierekkäin.



Kuva 10. Suuttimen riviliitinkotelo.



Kun vanhat osat oli purettu pois, ruuvattiin koteloihin uudet keraamiset riviliittimet paikoilleen. Johtimet mitattiin ja katkaistiin oikean pituisiksi ja vedettiin suojaletkun sisälle. Toisesta päästä johtimet kytkettiin riviliittimiin ja toisesta päästä harting liittimiin, joilla suutin kytketään tasokalvokoneen muuhun sähköjärjestelmään. Kytkenät tehtiin liitteessä 2 olevien piirikaavioiden perusteella. Kytken-  
töjen jälkeen riviliitinkotelot asennettiin takaisin suuttimeen kiinni, jolloin uudet pulttivastukset voitiin asettaa omille paikoilleen ja kytkeä kiinni. Kytken-  
töjen valmistuttua, kaikkien johtimien eristysvastus mitattiin asennustesterillä. Näin varmistuttiin, ettei johtimien eristeet olleet vaurioituneet asennustöiden aikana.



Kuva 11. Paikoilleen asennetut harting-liittimet.

Kuvassa 11 on kaksi harting-liitintä, joilla suuttimen sähköt on liitetty muuhun koneen sähköjärjestelmään.

Kaikki edellä kuvatut kytkennät tehtiin samalla tavalla kuin aikaisemminkin, yhtä poikkeusta lukuun ottamatta. Aiemmin kaikki neljä suojaletkua, joiden sisällä johtimet kulkee, kiinnittyivät toisen riviliitinkotelon samaan päähän. Tämä aiheutti hyvin ahtaan tilan toiseen koteloon, joka vaikeutti tarvittavien huoltojen ja korjauksien tekemistä. Uusia johtimia asennettaessa kaksi suojaletkua siirrettiin toiseen riviliitinkoteloon suoraan, jolloin saatiin lisää tilaa tuleville huoltotoimpiteille.

Huoltoseisokissa tehdyllä työllä saatiin uusittua kaikki suuttimen kuumimmissa olosuhteissa sijaitsevat johtimet ja riviliittimet. Uudet ehjät osat vähentävät korjauksen tarvetta ja näin pidentävät koneen jäljellä olevaa käyttöaika.

## **4 Ekstruudereiden moottorit ja taajuusmuuttajat**

Hyvin merkittävä tekijä tasokalvokoneen elinkaaren kannalta ovat ekstruudereiden moottorit sekä moottoreiden käytöt. Moottorit ovat kovan kuormituksen alla hyvin suuren osan vuoden tunneista. Moottorien oikeanlainen toiminta on ehdottoman tärkeää koneen toiminnan kannalta. Tämän vuoksi opinnäytetyön yhdeksi merkittäväksi tavoitteeksi valikoitui juuri näiden moottorien uusimisen suunnittelu.

### **4.1 Nykyiset moottorit ja käytöt**

Nykyiset ekstruudereiden päämoottorit ovat tasavirtamoottoreita ja moottoreiden käytöt ovat tasavirtakäyttöjä. Moottoreista kolme ovat ABB:n valmistamia ja loput kaksi Reliancen valmistamia. Kaikki käytöt ovat ABB:n DCS501 -sarjan käyttöjä. Moottoreiden tehot ovat 43 ja 200 kilowatin välillä. Taulukossa 2 on esitetty moottoreiden tehot, pyörimisnopeudet, moottoreiden nimellisvirrat ja kunkin moottorin käyttö.

Taulukko 2. Ekstruudereiden nykyiset moottorit ja käytöt.

Ekstruuderi	Moottorin teho (kW)	Pyörimisnopeus (rpm)	Virta (A)	DC-käyttö
1	43	1643	110	DCS501-0140-2100000-140A 1Q
2	45	2100	113	DCS501-0140-2100000-140A 1Q
3	110	2100	292	DCS501B0520-51-21P2000
4	200	1800	514	DCS501-0700-2100000-700A 1Q
5	50	1482	142	DCS501-0140-2100000-140A 1Q

Moottorien vääntömomentit voitiin laskea kunkin moottorin tehon ja pyörimisnopeuden avulla. Momentti laskettiin kaavan 1 avulla:

$$T = \frac{P}{\omega} \quad (1)$$

Kaavassa momentin tunnuksena on käytetty kirjainta T yleisen käytännön mukaan sähkömoottoreista puhuttaessa, P on moottorin teho ja  $\omega$  on moottorin kulmanopeus. Kulmanopeuden yksikkönä käytetään radiaania sekunnissa. (8, s. 214.)

Kaavan 1 mukaisesti moottorien momentit saatiin laskettua, kun teho ja pyörimisnopeus tiedettiin. Esimerkiksi ekstruuderin neljä moottorin momentti oli:

$$T = \frac{200 \times 10^3 \text{ W}}{2 \times \pi \times \frac{1800 \text{ rpm}}{60 \text{ s}}} = 1061 \text{ Nm} \quad (2)$$

Samalla kaavalla laskettiin jokaisen moottorin momentti. Lasketut momentit on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Ekstruudereiden moottorien momentit.

Ekstruuderi	Moottorin momentti (Nm)
1	250
2	205
3	500
4	1061
5	322

Uusien korvaavien moottorien suunnittelua lähdettiin tekemään lähtötietojen perusteella: moottorin teho, pyörimisnopeus ja vääntömomentti.

## 4.2 Moottorityypin valinta

Uusien moottorien valinta ekstruudereille aloitettiin vertailemalla eri sähkömoottorityyppejä, sekä niiden hyviä ja huonoja puolia. Tämän vertailun perusteella valittiin konetyyppi, jonka pohjalta suunnittelutyötä jatkettiin. Vertailtavina olivat tasasähkökone, oikosulkukone, vierasmagnetoitu tahtikone, kestmagnetoitu tahtikone ja reluktanssikone. Moottorille tuli valita soveltuva taajuusmuuttaja. Taajuusmuuttaja tarvittiin moottorista riippumatta, sillä pyörimisnopeuden säädön tuli olla mahdollista.

### Tasasähkökone

Tasavirtamoottorin hyviä puolia ovat sen helppo säädettävyys pyörimisnopeuden ja vääntömomentin osalta. Nopeuden ja vääntömomentin säätö tapahtuu joko ankkurivirran avulla, tai säätämällä ankkuripiirin jännitettä. Tasavirtamoottorilla voidaan päästä tarkkoihin nopeussäätöihin, riippuen käytettävästä pulssi-anturista. (9, s. 23.)

Tasavirtamoottorin huonoihin puoliin lukeutuu sen suuri huollon tarve. Hiiliharjat ja kommutaattorit ovat kuluvia osia, jotka vaativat huoltoa säännöllisesti. Lisäksi huonona puolena on tasavirtamoottorin tarve ulkoiselle jäähdytykselle sekä nopeuden takaisinkytkennälle. Edellä mainittujen seikkojen ja korkeiden hankintakustannusten vuoksi korvaaviksi moottoreiksi ei enää harkittu tasavirtamoottoreita. (9, s. 23.)

### Epätahtikone

Epätahtikoneesta käytetään usein nimitystä induktiokone tai oikosulkumoottori. Oikosulkumoottori on kaikkein yleisin sähkökonetyyppi sen kestävyys ja yksinkertaisuuden takia. Yksinkertainen rakenne ja suuret valmistusmäärät ovat saaneet oikosulkumoottorin hinnan verrattain edulliseksi. Esimerkiksi

tasavirtamoottoriin nähden oikosulkumoottori tarvitsee hyvin vähän huoltoa. Oikosulkumoottorilla on paljon hyviä puolia, joiden ansiosta se soveltuu moneen käyttötarkoitukseen ja -kohteeseen. (10, s. 34–35.)

#### Vierasmagnetoitu tahtikone

Vierasmagnetoitu tahtikone on yleisin generaattorina käytetty sähkökone. Tahtikonetta voidaan käyttää myös moottorina, mutta yleisesti tahtikone on käytössä vasta silloin, kun tarvitaan suurta mekaanista tehoa. (9, s. 65.)

Vierasmagnetoitu tahtikone on rakenteeltaan monimutkaisempi, kuin esimerkiksi oikosulku- tai reluktanssikone. Staattorin rakenne on samankaltainen kuin oikosulkumoottorissa, mutta roottorin rakenne on hyvin erilainen. Roottorissa on ulkoisella tasasähkölähteellä magnetoitu naparakenne. Roottorin magnetoimiseen tarvittava teho voidaan siirtää pyörivään roottoriin hiiliharjakoneiston tai magnetointikoneen avulla. Kumpikin näistä rakenteista lisäävät kuitenkin moottorin monimutkaisuutta. (9, s. 65–67.)

#### Kestomagnetoitu tahtikone

Kestomagneettimateriaalien kehitys on mahdollistanut suuritehoisten kestopagneettitahtikoneiden teollisen valmistamisen. Kestomagneettitahtikoneen toimintaperiaate on esitetty jo vuonna 1932, mutta kestopagneettimateriaalien kehitys on hidastanut tekniikan käyttöönottoa laajemmassa mittakaavassa. (9, s. 71.)

Kestomagneettimoottorit käyttävät samalla teholla vähemmän virtaa vastaaviin epätahtimoottoreihin verrattuna. Kestomagneettimoottorilla saadaan myös irti parempi nimellisteho kuin epätahtimoottorilla, sillä kestopagneettimoottori tuottaa paremman vääntömomentin. Kestomagneettimoottorilla on parempi hyötysuhde osakuormalla, eikä roottorin magnetoimisesta synny häviöitä. Edellä mainittujen seikkojen takia kestopagneettimoottorilla voidaan saavuttaa energiasäästöjä epätahtimoottoriin verrattuna. (11.)

## Reluktanssikone

Reluktanssikone on kaikista sähkömoottorityypeistä yksinkertaisin. Reluktanssikoneen hyviä puolia ovat sen roottorin yksinkertainen rakenne, suuri vääntömomentti myös pienillä kierroksilla, pieni oikosulkuvirta vikatilanteessa ja mahdollisuus käyttää myös korkeita pyörimisnopeuksia. Reluktanssikoneen huonoja puolia ovat sen huono tehokerroin sekä se, että se on vaativin konetyyppi sää-  
tötekniikkansa osalta. (9, s. 77–81.)

### 4.3 Uusien moottorien suunnittelu

Uudeksi moottorityypiksi vanhojen tasavirtamoottoreiden tilalle valittiin kesto-  
magneettimoottori. Valintakriteereinä olivat hyvä vääntömomentti myös pienillä  
kierrosnopeuksilla sekä saavutettava energiansäästöpotentiaali muihin vaihto-  
ehtoihin verrattuna.

Uuden moottorin mitoitus aloitetaan normaalisti määrittelemällä prosessin tar-  
peet. Moottorin tulee pystyä antamaan kuormituksen vaatima teho lämpene-  
mättä liikaa (10, s. 112). Prosessin tarpeet oli kuitenkin jo huomioitu aikanaan  
ensimmäisiä moottoreita mitoittaessa. Prosessi ei ole tämän jälkeen muuttunut,  
joten uusilta moottoreilta vaadittavat ominaisuudet ovat samat kuin vanhoillakin  
moottoreilla.

Ekstruuderikäytön kuormitustyyppi on vakiomomenttityyppinen. Se tarkoittaa,  
että momentti on vakio kaikilla kierrosnopeuksilla ja teho on suoraan verrannolli-  
nen kierroslukuun (12, s. 20). Tarvittava teho siis kasvaa kierrosnopeuden kas-  
vaessa.

Yksi tärkeä tekijä sähkökäyttöä mitoittaessa on terminen kuormitettavuus. Moot-  
torin riittävästä jäähtymisestä on huolehdittava myös matalilla kierrosnopeuksilla  
ajettaessa. Sovelluksissa, joissa pyörimisnopeutta muutetaan, moottorilla tulee  
usein olla erillinen jäähdytys. Moottorin oma puhallin pyörii samaa nopeutta  
moottorin pyörimisnopeuden kanssa, eikä se aina riitä jäähdytykseksi.

Suunnitteilla oleviin moottoreihin valittiin jäähdytyspuhaltimet omalla puhallinmoottorillaan, koska ekstruudereita käytetään myös matalilla kierrosnopeuksilla. (12, s. 23.)

#### 4.4 Taajuusmuuttajien valinta uusille moottoreille

Taajuusmuuttajan tehon mitoitus määräytyy moottorin suurimman tarvittavan virran perusteella. Taajuusmuuttajaa ei voi juurikaan ylikuormittaa lämpenemisen takia. Ainoastaan hyvin lyhytaikainen ja satunnainen ylikuormitus on sallittua. Tämän takia taajuusmuuttajat valittiin nytkin suurimman tarvittavan virran perusteella. (9, s. 39.)

#### 4.5 Tarjoukset uusista moottoreista

Moottoreista pyydettiin tarjousta kolmelta toimittajalta vaadittavien tehojen, pyörimisnopeuksien ja vääntömomenttien perusteella. Tarjouksien moottorien soveltuvuus kohteeseen varmistettiin, jonka jälkeen valittiin vaihtoehdoista paras tarjous. Yksi uusien moottorien esitteistä on tämän työn liitteessä 1. Valituksi tullut toimittaja tarjosi hyviä moottoreita sekä lisäksi laadukasta teknistä tukea asennusvaihetta varten. Myös tekninen tuki oli merkittävä tekijä valinnassa, sillä sen avulla asennukset onnistuvat aikanaan sujuvammin.

Kuhunkin tarjoukseen sisältyi myös uudet, tarjotuille moottoreille soveltuvat taajuusmuuttajat. Valitut taajuusmuuttajat olivat mitoitettu asianmukaisesti kullekin moottorille soveltuvaksi.

Uusien kestmagnetoitujen tahtimoottorien runkokoko muuttui vanhoihin tasavirtamoottoreihin verrattuna, joka vaatii muutoksia moottoripedille. Tarvittavat muutokset suunnitellaan ja toteutetaan tarpeen mukaan, nyt kun korvaavien moottorien mitat ovat tiedossa. Tämän suunnittelutyön tekee mekaniikkasuunnittelija, joten se rajautui tämän insinööriyön ulkopuolelle.

## 5 Kriittiset sähkökomponentit

Osa tasokalvokoneen sähkökomponenteista on jo yli 20 vuotta vanhoja. Osa komponenteista on uusittu ajan saatossa, mutta vanhojakin osia on jäljellä. Käytössä olevien komponenttien korvaaminen samanlaisilla ei ole monessa kohdassa mahdollista, sillä vanhimmat osat ovat jo poistuneet markkinoilta. Komponenttien korkean iän takia tuli suunnitella korvaavia tuotteita ja tarkastella olemassa olevien varaosien tilannetta toimintavarmuuden parantamiseksi.

Koneen nykytilanteen kartoittamiseksi kaikki sähkökaapit kierrettiin läpi ja kerättiin tiedot käytössä olevista komponenteista. Sulakkeet, riviliittimet, kontaktorit ja muut vastaavat passiiviset komponentit jätettiin jo tässä vaiheessa huomiotta. Ne olivat edelleen helposti korvattavissa uusilla vastaavilla, yksinkertaisuutensa takia. Sähkökaapeista löytyi huomattava määrä siemensin S5- ja S7-sarjan ohjelmoitavien logiikkojen osia, puolijohdekontaktoreita, sekä joitakin taajuusmuuttajia.

Suuttimen ja ekstruuderien lämmitysvastuksien lämmitystehoa säädetään puolijohdekontaktoreilla. Nämä puolijohdekontaktorit ovat poistuneet markkinoilta, mutta tehtaan omassa varaosavarastossa niitä oli vielä muutamia jäljellä. Taulukossa 4 on määrät käytössä sekä varastossa olevista puolijohdekontaktoreista kunkin kokoluokan osalta.

Taulukko 4. Käytössä olevat puolijohdekontaktorit, sekä varaosamäärät.

Valmistaja	Tunnus	Komponentin kuvaus	Käytössä (kpl)	Varastossa (kpl)
Eurotherm	451/081/13/37/10/00	Puolijohdekontaktori 15A, 240V	4	13
Eurotherm	451/082/13/37/96/00	Puolijohdekontaktori 25A, 240V	33	13
Eurotherm	451/082/28/37/96/00	Puolijohdekontaktori 25A, 440V	24	9
Eurotherm	451/083/28/37/96/00	Puolijohdekontaktori 40A, 440V	25	9

Puolijohdekontaktorit eivät vielä ole kriittisiä komponentteja hyvän varaosavaraston ansiosta. Myöhemmin varaston tyhjentäessä tulee kuitenkin ajankohtaiseksi uusien korvaavien komponenttien etsintä ja sovittaminen paikalleen.



Puolijohdekontaktorien valikoima on onneksi melko laaja ja monelta valmistajalta löytyy potentiaalisia korvaaja vaihtoehtoja.

Yksi kriittinen komponentti oli TDK-Lamban valmistama teholähde, joita oli kolme kappaletta syöttämässä logiikkakomponentteja. Kyseistä tuotetta ei ole enää saatavilla. Teholähteen erikoisena ominaisuutena oli kolme eri ulostuloa jännitetasoille 5 V, 12 V ja 24 V tasasähköä. Samat jännitetasot voidaan kuitenkin saavuttaa myös erillisillä teholähteillä, mikäli vanhat osat hajoavat. Wipakin omassakin varaosavarastossa oli erillisiä teholähteitä kyseisillä jännitetasoilla.

Taulukossa 5 on esitetty ne tasokalvokoneessa käytössä olevat taajuusmuuttajat ja tasavirtakäytöt, joita on ikänsä takia heikommin saatavilla. Kuten taulukosta ilmenee, tilanne on onneksi melko hyvä. Omassa varastossa oli yhden varakappaleet neljää käyttöä, jotka soveltuvat sekä opinnäytetyössä käsiteltyyn tasokalvokoneeseen, sekä osassa tapauksista, myös johonkin toiseen Wipakin koneeseen. Kahta taajuusmuuttajaa ei ollut tarkasteluhetkellä varastossa, mutta saatavuus tarkastettiin eräältä varaosatoimittajalta.

Taulukko 5. Listaus tasokalvokoneen käyttöjen varaosasaatavuudesta.

Valmistaja	Tuotetunnus	Tasokalvokoneessa käytössä oleva määrä (kpl)	Omassa varaosavarastossa oleva määrä (kpl)
ABB	ACS550-01-05A4-4+B055	1	1
ABB	ACS401000932	1	1
ABB	ACS301-1P6-3	1	Saatavilla varaosatoimittajalta
ABB	ACS301-2P7-3	1	Saatavilla varaosatoimittajalta
ABB	DCS502-0050-51-2100000	5	1
ABB	DCS502-0025-51-2100000	1	1

Edellä mainittujen komponenttien lisäksi yksi iso kriittisten sähkökomponenttien ryhmä oli ohjelmoitavien logiikkojen osat. Käytössä olevia Siemensin S7 -sarjan logiikkaosia on saatavilla hyvin varaosina. Siemensin S5 -sarjan osien valmistus on lopetettu ja virallinen varaosatuki päättynyt. Kyseessä on tuotesarja, joka on

aikanaan ollut erittäin suosittu, joten varaosiakin vielä suhteellisen hyvin saatavilla usealta varaosatoimittajalta. Wipakin omassakin varaosavarastossa oli monelle komponentille suoraan varaosa saatavilla.

Kokonaisuudessaan varaosakartoituksen pohjalta voitiin todeta, että tilanne on toistaiseksi melko hyvä. Komponenttikanta kuitenkin vaatii jatkossa asteittaista uusimista, jonka suunnittelu on mahdollista tehdyn kartoituksen pohjalta. Käytössä olevista komponenteista sekä niiden varaosasaatavuudesta jäi Wipakin käyttöön Excel-taulukko. Taulukkoon oli koottu yhteensä noin 130 käytössä olevaa komponenttia.

## **6 Yhteenveto**

Työn tärkeimpänä tavoitteena oli jatkaa tasokalvokoneen jäljellä olevaa käyttöaikaa. Elinkaaren pidentämisessä onnistuttiin suunnitelmien mukaisesti. Pyrkimyksenä oli luoda suunnitelmat ekstrudereiden moottorien ja käyttöjen uusimisesta tulevaa modernisointia varten. Toinen tavoite oli suuttimen haurastuneiden komponenttien uusinta, toimintavarmuuden takaamiseksi jatkossakin. Lisäksi tavoitteena oli luoda katsaus tasokalvokoneen nykyiseen sähkökomponenttikantaan sekä komponenttien kriittisyyteen varaosasaatavuuden näkökulmasta.

Kaikkein ajankohtaisin tavoite, suuttimen komponenttien uusinta, saavutettiin työn aikana. Uusilla johtimilla ja liittimillä taataan varmempi toiminta, kovissa käyttöolosuhteissa. Lisäksi pieni muutos suojaletkujen läpivientien sijainnissa riviliitinkoteloilla tulee helpottamaan huoltotoimenpiteitä jatkossa.

Ekstrudereiden uusien moottorien ja käyttöjen suunnittelu eteni aina tuotteiden ja toimittajan valintaan saakka. Suunnitelman pohjalta on luonteva jatkaa modernisoinnin eteenpäin viemistä seuraavan tai seuraavien huoltoseisokkien aikana.

Viimeinen tavoite käytössä olevien sähkökomponenttien listan laatimisesta saatiin myös suoritettua suunnitellusti. Tästä listasta oli hyötyä välittömästi tasokalvokoneen varaosatilanteen kartoittamisessa. Listaa tullaan hyödyntämään jatkossakin samassa tarkoituksessa. Lista jää yrityksen käyttöön ja sitä on helppo täydentää ja muokata tarpeen mukaan, sillä pohja on luotu valmiiksi.

Insinööriyttä tehdessä sain paljon käytännön kokemusta monesta opintojen aikana opitusta asiasta. Sain harjoitusta projektityöskentelystä, suunnittelusta ja johtamisesta pienessä mittakaavassa. Teollisuuden sähköjärjestelmät ja ennakkoiva kunnossapito tulivat entistä tutummiksi. Lisäksi opin paljon uusia asioita muovikalvon valmistamisesta, sekä prosessiteollisuudesta. Uskonkin olevani valmiimpi insinöörin työtehtäviin kuin aiemmin saadun harjoituksen ansiosta.

Lopuksi voidaan todeta, että työ oli onnistunut, sillä kaikki asetetut tavoitteet saavutettiin. Työn suorittamisesta oli merkittävästi hyötyä työn teettäjälle. Tulevaisuuteen jäi vielä ekstruudereiden moottorien ja käyttöjen uusinta käytännössä. Jos työtä haluaisi jatkaa, niin päivitettäviä moottoreita ja käyttöjä on tasokalvokoneessa useita jäljellä. Varaosasaatavuuden ja kriittisyyden seuraaminen on myös aihe, joka vaatii jatkuvaa tarkastelua. Työtä vanhemmassa linjassa löytyy kyllä pitkäksi aikaa, mutta nyt kriittisimmiksi tehtäviksi arvioidut toimet on suoritettu ja jäljellä olevaa käyttöaikaa pidennetty.

## Lähteet

- 1 Tietoa meistä. 2021. Verkkoaineisto. Wihuri Oy. <wihuri.fi/tietoa-meista>. Luettu 10.11.2021.
- 2 Wipak Eurooppa. 2021. Verkkoaineisto. Wipak Oy. <wipak.com/fi/units/eu/fi>. Luettu 10.11.2021.
- 3 Järvinen, Pasi. 2017. Muovit ja muovituotteiden valmistus. Porvoo: Muovifakta Oy.
- 4 Kurri, Veijo; Malen, Timo; Sandell, Risto & Virtanen, Matti. 1999. Muovitekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus.
- 5 Feedblock. 2016. Verkkoaineisto. ScienceDirect. <sciencedirect.com/topics/engineering/feedblock>. Luettu 22.12.2021.
- 6 Location, Electrical. 1996. Kaaviokuva numero 661992. Davis-Standard Corporation.
- 7 Eoch -suulake. 1997. Ohjekäsikirja. The Cloeren Company.
- 8 Inkinen, Pentti & Tuohi, Jukka. 1999. Momentti 1 insinöörifysiikka. Helsinki: Otava.
- 9 Hietalahti, Lauri. 2012. Säädettyt sähkömoottorikäytöt. Tampere: Amk-Kustannus Oy, Tammertekniikka.
- 10 Hietalahti, Lauri. 2013. Teollisuuden sähkökäytöt. Tampere: Amk-Kustannus Oy, Tammertekniikka.
- 11 Kestomagneettikoneet lisäävät prosessin tehoa ja vähentävät energiakuluja. 2010. Verkkoaineisto. Vem motors Finland. <https://www.vem.fi/uutiset/kestomagneettikoneet-lisaavat-prosessin-tehoa-ja-vahentavat-energia-kuluja/>. Luettu 23.11.2021.
- 12 Sähkökäytön mitoitus. 2001. Tekninen opas nro 7. ABB Industry Oy.

## Ekstruuderin 3 uuden moottorin esite

Tässä esimerkkinä ekstruuderille kolme suunnitellun uuden moottorin esite.

Muutkin moottorit ovat samaa sarjaa, mutta eri kokoisia.



Data sheet

N° :

Permanent Magnet Motors with options	
3000 LSRPM 225ST2 110kW B3 400V	
IC416A ; Axial forced ventilation Z30400V 3ph 150W ; Incremental encoder UVW 5/30V 1024pts TTL - UVW ; Insulated ball bearing at the front (IB) ; Insulated bearing on the back (IB) with shaft grounding ring (SGR) at the front ;	

**Utilisation :** Environment Current ; Ambiance Non corrosive ; Finition - ; Zone Non specific ; Variable speed applications ; Ambient temperature - 16 +40 °C ; Maximum altitude 1000 m.

**Motor characteristics :** Aluminium alloy housing ; Cast iron DE endshield ; Cast iron NDE endshield.



Motor characteristics			
Protection type	-	Application	Variable speed applications
Generation code	LS2	Main voltage (V)	400
Efficiency class		Connection	DY
Number of network phases	3	Motor winding (V)	400VY
Number of speed	Variable speed	Rated Frequency (Hz)	200
Polarity	BP	Operation position	IM1001(IMB3)
Motor serie	LSRPM	Index of protection	IP55
Frame size (mm)	225	Index of cooling	IC416A
Length code	ST2	Insulation class	F
HS rated power (kW)	110.000	Finish	-
Rated speed (min-1)	3000	Moment of inertia J (kg.m <sup>2</sup> )	0.2400000
Maximum mechanical speed (min-1)	3000	Motor weight (kg)	195.0

Common definitions	
Paint shade	RAL3006
Paint system	la (1 polyurethane coat 20/30 microns)

Motor mechanical interface			
Mounting flange	-	Shaft material type	Steel shaft
Drive end shaft type	IEC STANDARD shaft end	Nuance of shaft material	-
Diameter DE shaft (mm)	60m6	Second shaft extension	-
Length DE shaft (mm)	140	Diameter NDE shaft (mm)	-
DE bearing mounting	Locked	Second shaft end length (mm)	-
DE bearing type	Insulated ball bearing at the front (IB)	NDE bearing type	Insulated bearing on the back (IB) with shaft grounding ring (SGR) at the front
DE bearing	6313	NDE bearing	6214
Code Type de graissage	Graisseurs		

Motor electrical interface			
Connection network type	Terminal box	Cable type	-
Connection network material	Aluminium alloy	Cable gland material	Cable gland not supplied, holes tapped with polyamide plugs
Connection network position	A	Main cable gland type	2xM63 + 1xM16 ; With plugs
Connection network orientation	Up	Principal cable gland position	Right (1)
Connection network relative position	0		

**LEROY-SOMER**

The information contained in this data sheet is for guidance only and does not form part of any contract. The accuracy cannot be guaranteed as our company have an ongoing process of development and reserve the right to change the specification of their products without notice.

Motors Leroy-Somer SAS. Siège social : Rd Marcelin Leroy, CS 18018, 16915 Angoulême Cedex 9, France. Capital social : €5 800 512 €; RCS Angoulême 338 897 258.

Control Techniques Limited. Registered Office: The Gm, Newtown, Pwysa ST19 3BE. Registered in England and Wales. Company Reg. No. 01230285.

Version V8.198



Data sheet

N°:

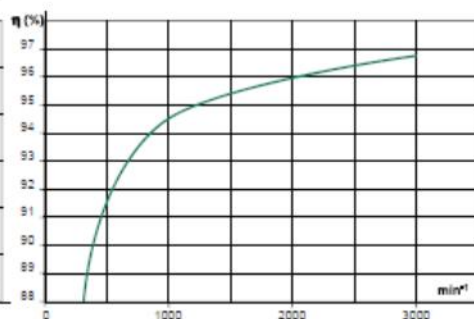
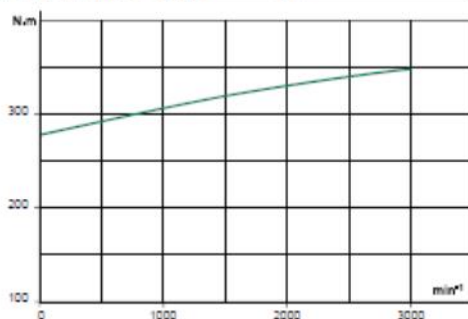
**Permanent Magnet Motors with options - 3000 LSRPM 225ST2 110kW B3 400V**

**Motor options**

Vibration level	A (35µm ; 2.2mm/s ; 3.5m/s <sup>2</sup> )	Cover	Metal cover
Balancing type	Half-key (H)	Drip proof cover option	-
Impregnation type	< 95% ; -16~40°C (T)	cooling type	Axial forced ventilation
Winding thermal protection	1 set of 3 probes PTC (winding)	Forced ventilation characteristics	230/400V 3ph 150W
Space heater	-	Encoder type	Incremental encoder U/VW
Draining plugs position	BH	Encoder characteristics	5/30V 1024pts TTL - U/VW
Nameplate material	Aluminium nameplate	Screw material	Steel screw
Endshield thermal protection	-	Adaptation for vibration sensor	-
Reinforced insulation system	-		

**Motor characteristics (supplied via drive)**

Synchron speed (min <sup>-1</sup> )	3000	Rated torque (N.m)	350.100
Rated current (A)	215.00	Maximum torque (N.m)	472.60
Maximum current (A)	311.75	Efficiency at 4/4 (IEC 60 034-2-1) of the load (%)	96.50
Minimal switching frequency (kHz)	4.00		
Sensorless switching frequency (Hz)	4.00		



**LEROY-SOMER**

The information contained in this data-sheet is for guidance only and does not form part of any contract. The accuracy cannot be guaranteed as our company have an ongoing process of development and reserve the right to change the specification of their products without notice.  
 Motoreux Leroy-Somer SAS, Siège social : Bd Marcelin Leroy, CS 100715, 16015 Angoulême Cedex 9, France. Capital social : 65 800 512 €, RCS Angoulême 338 567 258.  
 Control Techniques Limited, Registered Office: The Girs, Newbarn, Pkeys 5178 386; Registered in England and Wales. Company Reg. No. 01239886.

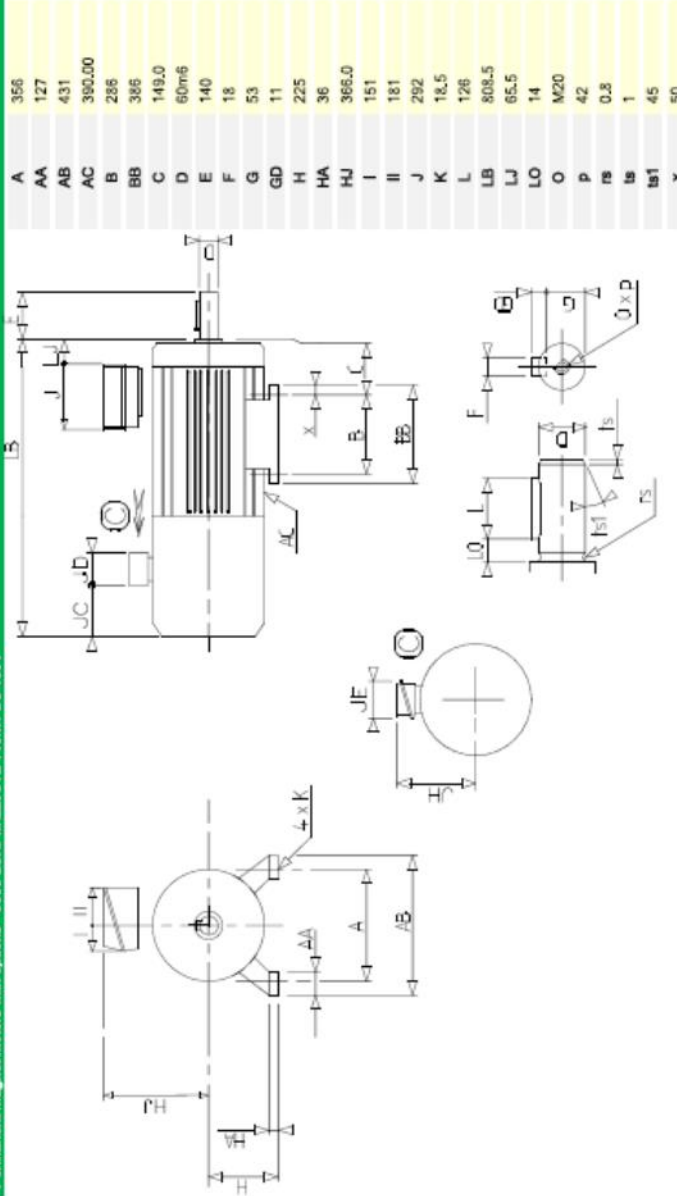
Version V8.198



Data sheet

N°:

Permanent Magnet Motors with options - 3000 LSPM 225ST2 110W B3 400V

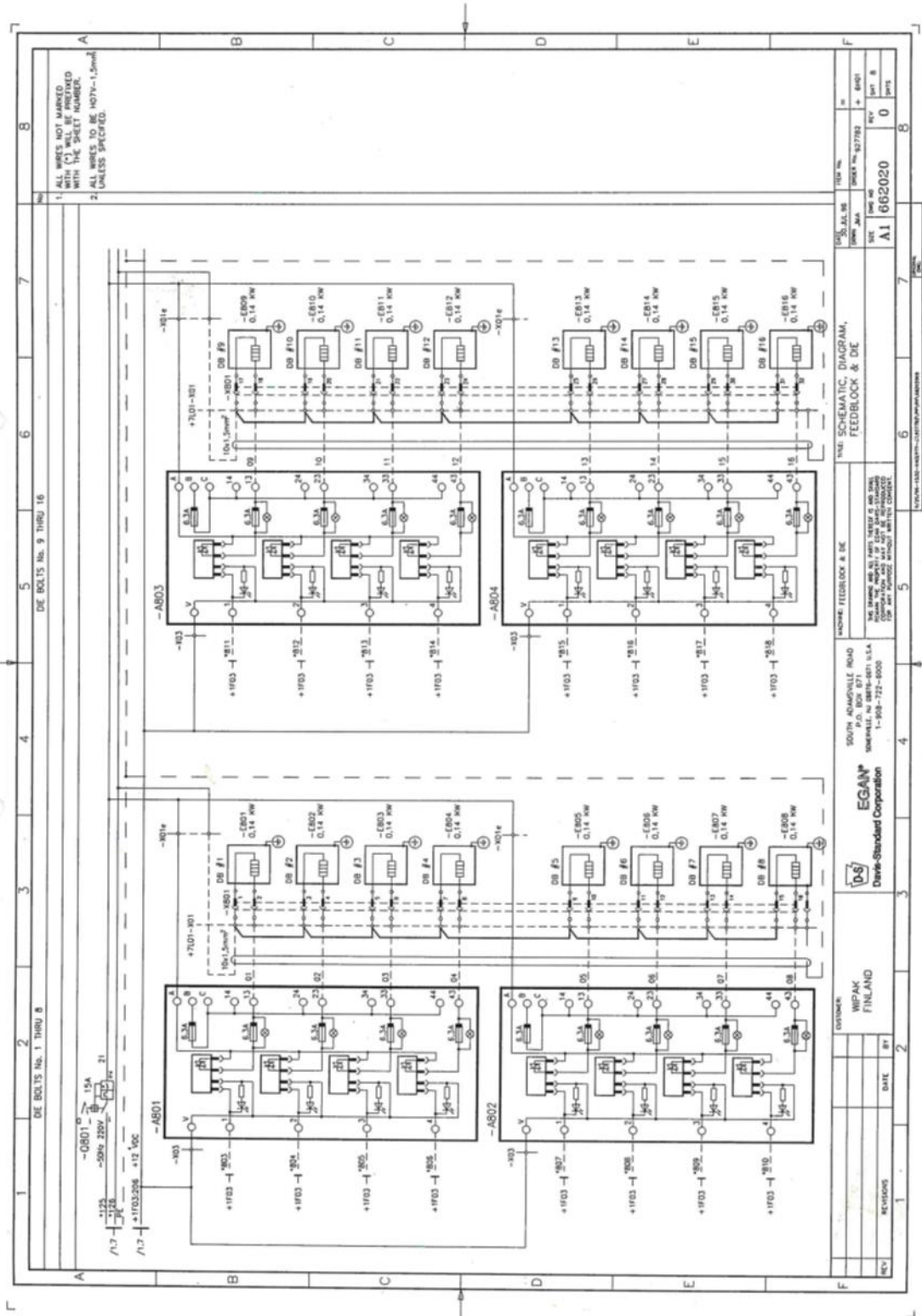


**LEROY-SOMER**

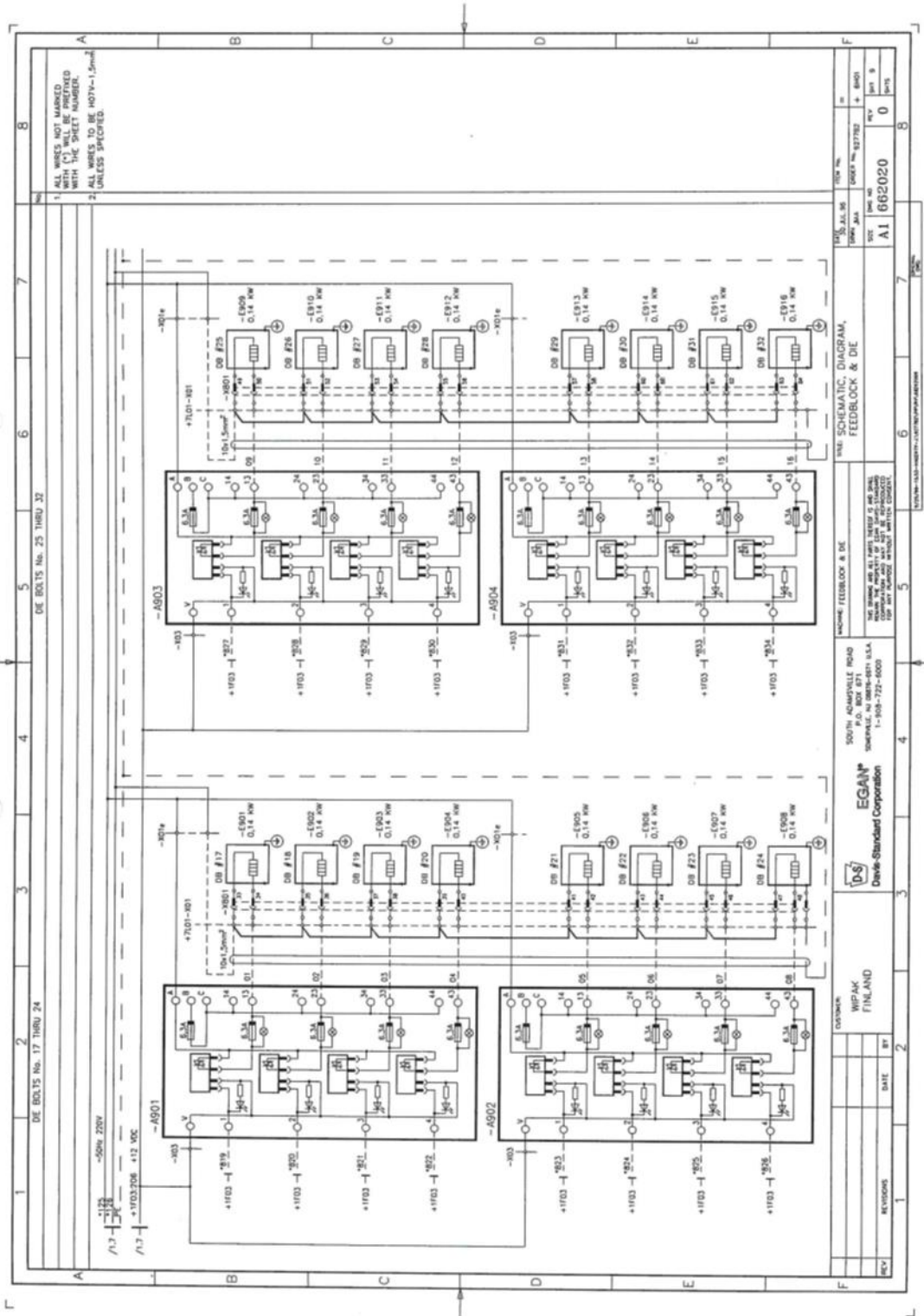
The information contained in this data-sheet is for guidance only and does not form part of any contract. The accuracy cannot be guaranteed as our company have an ongoing process of development and reserves the right to change the specification of their products without notice.  
 Alstom Leroy-Somer S.A. 3890 avenue, CS 10013, 49015 Angoulême Cedex 9, France. Capital social : € 8 000 112 € / RCS Angoulême 339 467 238.  
 Central Technical Director Regional Office: The City, Newcastle, Puerto Rico 00916. Registered in England and Wales, Company Reg. No. 02246886.

Version V9.198

# Suuttimen johdotuksen piirikaaviot







1 ALL WIRTS NOT MARKED WITH (\*) WILL BE PROVIDED WITH THE SHEET NUMBER.  
2 ALL WIRTS TO BE NOTED UNLESS SPECIFIED.

DE BOULS No. 25 THRU 27

DE BOULS No. 17 THRU 24

-500V 220V  
/1.7-  
+110VDC 412 VDC

