

Atte Hakala

SIEMENLEVYTUOTANTOLINJAN UUDELEENSUUNNITTELU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2014

Siemenlevytuotantolinjan uudelleensuunnittelu

Hakala, Atte
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2014
Ohjaaja: Nurmi, Lassi
Sivumäärä: 41
Liitteitä: 8

Asiasanat: Tuotantolinjasto, nikkeli, uudistaminen, suunnittelu, siemenlevy

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella ja suunnitella uusi siemenlevytuotantolinja nikkelinelektrolyysiin, koska nykyinen linjasto on käynyt vanhaksi ja on logistisilta ominaisuuksiltaan huonossa paikassa. Linjastoa joudutaan jatkuvasti korjailemaan, joka aiheuttaa korkeat huoltokustannukset kyseiselle linjastolle.

Tarkastelun tuloksena syntyi neljä eri vaihtoehtoa, joilla nykyinen systeemi voitaisiin korvata sekä karkea arvio niiden huoltokustannuksista sekä investoinneista. Työssä tarkasteltiin myös työturvallisuuteen liittyviä asioita, vaikutuksia tuotantoon ja työntekijöihin sekä siemenlevyjen jatkokäsittelyä. Lisäksi työssä on mietitty, millainen olisi kokonaan uusi nikkelinelektrolyysi, jos sellainen voitaisiin rakentaa.

Redesign of seed-plate production line

Hakala, Atte

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Machine and Production Engineering

May 2014

Supervisor: Nurmi, Lassi

Number of pages: 41

Appendices: 8

Keywords: Production line, nickel, renewal, design, seed plate

The purpose of this thesis was to observe and design new seed-plate production line, because the current line is old and for its logistical features it's in bad place. The production line requires constant repairing, which increases the service cost of the production line.

The result of this observation was four different options, which could be used to replace the current one, and the possible expenses of service and investment they may produce. Work safety, effects on production and work force, and further processing of seed-plates were also under observation. Additionally the thesis includes the observation of whole new nickel electrolysis, if one could be build.

SISÄLLYS.

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Norilsk Nickel Harjavalta Oy	6
1.2	Nikkelielektrolyysi.....	7
1.3	Työn tavoite	7
2	NYKYINEN LINJASTO	8
2.1	Laitteet	8
2.2	Työkierto.....	10
2.3	Työturvallisuus	12
3	LEIKKURIEN VERTAILU	13
3.1	Mekaaninen leikkaus	13
3.2	Polttolaserleikkaus	13
3.3	Vesisuihkuleikkaus	13
3.3.1	Automatisointi	14
3.4	Päätelmä.....	14
4	LEVYJEN JÄYKISTÄMINEN	15
4.1	Nykyinen menetelmä	15
4.2	Testatut jäykistystavat.....	16
4.2.1	X-jäykistys	16
4.2.2	Vaakajäykistys.....	16
4.2.3	Z-jäykistys	16
4.2.4	Päätelmä	17
4.3	Levytyökeskus	17
5	VAIHTOEHTOJEN VALINTA	17
5.1	Optimaalisin linjasto	18
5.1.1	Laitteet	18
5.1.2	Työkierto	19
5.1.3	Työturvallisuus.....	19
5.1.4	Uusi halli	20
5.2	Vaihtoehto 1, vanhan supistaminen.....	22
5.2.1	Laitteet ja työtila.....	22
5.2.2	Työkierto	23
5.2.3	Työturvallisuus	23
5.3	Vaihtoehto 2, sivulaiva	24
5.3.1	Laitteet ja työtila.....	24
5.3.2	Työkierto	25
5.3.3	Työturvallisuus.....	26

5.4	Vaihtoehto 3, hitsauskoneen viereen	26
5.4.1	Laitteet ja työtila.....	26
5.4.2	Työkierto	27
5.4.3	Työturvallisuus	28
5.5	Vaihtoehto 4, hallin päähän yläkertaan.....	29
5.5.1	Laitteet ja työtila.....	29
5.5.2	Työkierto	30
5.5.3	Työturvallisuus	30
6	HUOLTOKUSTANNUSTEN ARVIOINTI SEKÄ MUUT MAHDOLLISET KUSTANNUKSET	31
6.1	Linjaston vikailmoitukset.....	31
6.2	Nykyinen.....	32
6.3	Optimaalinen.....	32
6.4	Vaihtoehto 1.....	33
6.5	Vaihtoehto 2.....	33
6.6	Vaihtoehto 3.....	34
6.7	Vaihtoehto 4.....	34
6.8	Yhteenveto	35
7	VAIKUTUKSET TUOTANTOON	35
7.1	Siemenlevytuotanto.....	35
7.1.1	Optimaalinen	36
7.1.2	Vaihtoehto 2	36
7.1.3	Vaihtoehdot 3 ja 4	36
7.2	Katodituotanto.....	37
7.2.1	Optimaalinen	37
7.2.2	Vaihtoehto 2	37
7.2.3	Vaihtoehdot 3 ja 4	38
8	VAIKUTUKSET TYÖNTEKIJÖIHIN.....	38
9	LOPPUPÄÄTELMÄ.....	39
10	JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET	40
	LÄHTEET.....	41
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Norilsk Nickel Harjavalta Oy

Norilsk Nickel -konserni on maailman suurin nikkelin ja palladiumin tuottaja, 17 %:n ja 41 %:n osuuksilla maailman tuotannosta. Se tuottaa myös kuparia ja kobolttia, mutta ei ole näillä markkinoilla johtava 2 %:n ja 6 %:n osuuksilla tuotannosta. Toimipaikkoja konsernilla on ympäri maailmaa ja pääkonttori sijaitsee Moskovassa. Sulatto- ja jalostustoimintaa ei tosin ole muualla kuin Venäjällä (2 paikkaa), Afrikassa (1 paikka) ja Suomessa (Harjavalta).

Harjavallan yksikkö tuottaa vuodessa noin 66000 tonnia nikkeliä, ja on nyt myös aloittanut kobolttisulfaatin tuotannon, jonka tuotantokapasiteetti on noin 1500 tonnia vuodessa, tämä on vielä käynnistysvaiheessa. Sivutuotteina syntyy kuparia ja ammoniumsulfaattia. Tuotteina valmistetaan katodinikkeliä, nikkelibrikettiä, nikkelisuoloja ja nyt myös kobolttisulfaattia. Harjavallan tehdas aloitti nikkelikatodien tuotannon vuonna 1960, ja se on parin omistajan kautta siirtynyt nykyiseen omistukseen vuonna 2007. Edellisinä omistajina on toiminut mm. Outokumpu ja OMG.

Norilsk Nickel Harjavallalla on tällä hetkellä 270 työntekijää, ja lisäksi se työllistää Suurteollisuuspuiston alueella noin 500 henkilöä. Arvomaailmaan kuuluu jatkuva ympäristöstä huolehtiminen sekä työolosuhteiden jatkuva parantaminen. Tarkemmin arvomaailmaan kuuluu:

- vastuu ympäristöstä – luonnon ainutkertaisuutta on kunnioitettava ja toimittava sen mukaisesti
- vastuu ihmisistä – ihmisten kunnioitus ja pyrkimys pitkäaikaisiin työsuhteisiin
- sitoutuminen – pidämme lupauksemme, toimimme pitkäjänteisesti
- uudistuminen – haluamme olla toimialamme edelläkävijä ja kehittää itseämme jatkuvasti. [1,2]

1.2 Nikkeli-elektrolyysi

Raaka-aineena käytetään pääasiassa nikkelirikastetta, jota tuotetaan maailmalta Harjavallan tehtaille, missä rikasteet ensin sulatetaan yhteistyökumppani Boliden Harjavalta Oy:n liekkisulatus (LSU)- ja sähköuuneissa (SU) nikkelikiviksi. Raaka-aineina käytetään enenevissä määrin myös nikkelisuoloja ja muita nikkeliä sisältäviä materiaaleja, jotka voidaan suoraan liuottaa liuottamalla prosessikäyttöön ilman sulatusta.

Bolidenilta tulevat LSU- ja SU- nikkelikivet liuotetaan liuottamalla rikkihappoon, ja näin saatu liuos matkaa kobolttiuuttoon, jossa siitä uuttamalla poistetaan koboltti. Uuton jälkeen saadaan elektrolyysissä käytettävää nikkelisulfaattiliuosta. Tämän jälkeen nikkelisulfaattiliuos johdetaan elektrolyysiprosessin tuotantoaltaisiin, joita on Harjavallassa käytössä yhteensä 126. Näistä altaista osa on vain siemenlevyproduktiossa, eli niissä kasvatetaan titaanilevyjen eli ns. emälevyjen päälle myöhemmin varsinaisissa tuotantoaltaissa käytettäviä nikkelikatodisiemenlevyjä.

Kaikki tehtaan elektrolyysialtaat ovat betonista valettuja, muovivuorattuja altaita, joissa on 48 (I ja II halli) tai 52 (III halli) katodia ja vastaavasti 49 tai 53 anodia. Katodeina tuotantoaltaissa käytetään siis ohuita nikkelilevyjä. Anodit puolestaan ovat elektrolyytisesti liukenematonta lyijyä. [12]

1.3 Työn tavoite

Tavoitteena työssä on saada vähintään linjaston työkiertoa lyhennyttä, jossa titaanilevyihin kasvaneet nikkelilevyt pestään ja irrotetaan titaanilevyistä, punnitaan ja lajitellaan omiin pinoihin jonka jälkeen ne lähtevät jatkokäsittelyyn. Levyjen jatkokäsittely olisi hyvä saada jo tähän kohtaan linjastoa, joka on myös yhtenä tavoitteista. Yksi tavoite on myös saada karsittua huoltokustannuksia, sekä helpottaa työskentelyä. Jatkokäsittelyyn kuuluu levyjen leikkaaminen oikeisiin mittoihin ja levyjen jäykistäminen. Nykyään nämä sijaitsevat toisessa päässä hallia hitsauskoneen yhteydessä.

2 NYKYINEN LINJASTO

2.1 Laitteet

Linjastoon kuuluu tällä hetkellä 14 eri kuljetinta, kaksi syöttöyksikköä, kolme eri ohjauspulpettia, kaksi nosturia, strippauskone, kaksi vaakaa, pesuri, sähkömoottoreita ja sensoreita. Kuljettimissa käytetään ABB:n valmistamia sähkömoottoreita linjastojen pyörittämiseen ja niiden tehot ovat suurin piirtein yhden kilowatin paikkeilla. Hydraulinen paine linjastoon luodaan kahdella Motor MBI 180L -moottorilla, joiden teho



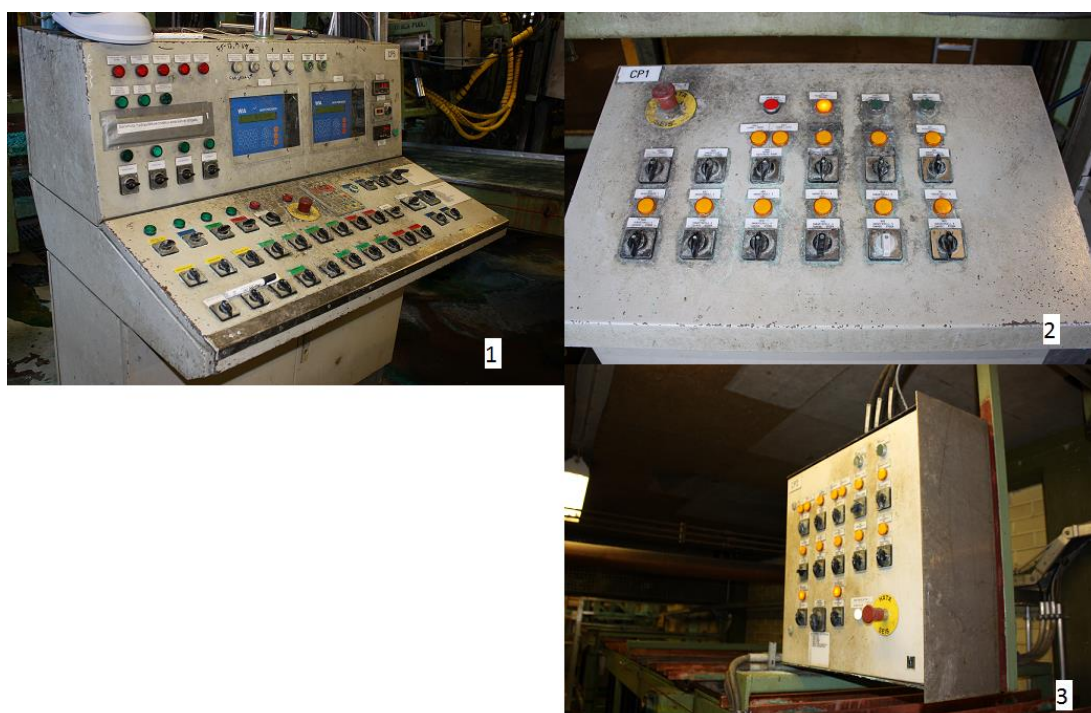
Kuva 1. Vasemmalta oikealle: strippauskone, syöttöyksikkö 1, pesuysikkö ja syöttöyksikkö 2. Kuvat Atte Hakala.

on 25kW. Kuljettimien välissä on SICK WL36-R230 -sensorit, joilla tunnistetaan milloin ensimmäinen levy saapuu kuljettimen pätyyn. Vaakoina käytetään Lahti Precision -vaakoja, joilla voidaan punnita enintään 200 kg:aa.

Alakerran nosturina toimii DEMAC -nosturi, jonka nostokapasiteetti on 1000 kg ja yläkerran nosturina on Konecranesin toimittama puolipukkinosturi ja sen nostokapasiteetti on 1,2 tonnia, nämä näkyvät kuvassa 3. Strippauskone pystyy käsittelemään yhden titaanilevyn kerrallaan, mutta se poistaa nikkelilevyt molemmilta puolilta yhtä aikaa. Pulpetteja on kolme kappaletta, ensimmäisestä kytketään sähkö ja hydraulii-

kat koko linjastoon sekä ohjataan strippauskonetta, toisesta pulpetista ohjataan pelkästään kuljettimia. Kolmannesta pulpetista ohjataan robotteja, sekä pesukuljetinta ja paria muuta kuljetinta, nämä pulpetit näkyvät kuvassa 2.

Strippauskoneesta ja syöttöyksiköstä (kuva 1) ei juuri löytynyt tietoja, mutta strippauskoneen imuysiköt pystyvät kumpikin irrottamaan ja nostamaan arviolta maksimissaan noin 15 kg:n painoisia levyjä. Ensimmäinen syöttöyksikkö kykenee nostamaan arviolta n. 50 kg, sillä tässä kohdassa titaanilevyssä on vielä nikkelilevyt kiinni. Toinen taas nostaa vain pelkkää titaanilevyä, jolloin sen nostokapasiteetti arviolta on n. 20 kiloa. Titaanilevyt painavat suunnilleen 20 kg:aa. [9,10]

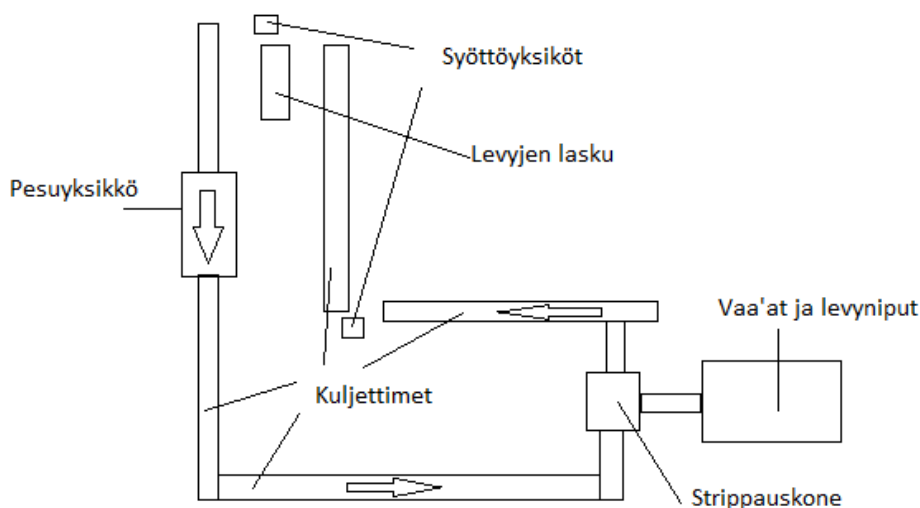


Kuva 2. Ohjauspulpetit 1, 2 ja 3. Kuvat Atte Hakala.

2.2 Työkierto

Työkierto alkaa kun titaanilevyt laitetaan diafragma-pusseihin, jotka on upotettu altaisiin, jossa on anolyyttiliuosta. Levyjen pintaan alkaa muodostua nikkeliä katodin ja anodin välillä olevan jännite -eron, sekä muiden kemiallisten reaktioiden vuoksi. Nikkelin annetaan kasvaa kahden päivän ajan titaanilevyn pintaan, jonka jälkeen ne nostetaan altaista pois ja lähetetään alakertaan. Levyt laitetaan kuljettimelle, josta ne siirretään pesukuljettimelle syöttöyksikkö 1:n avulla ja pestään.

Pesemisen jälkeen levyt siirretään toiselle kuljettimelle hydraulisen annostimen avulla, siitä ne jatkavat matkaa kahden muun kuljettimen lävitse, jonka jälkeen levyjä nostetaan strippauskuljettimelle. Parin siirron kautta levyt saapuvat strippauskuljettimelta itse strippauskoneelle, jossa nikkelilevyt irrotetaan titaanilevystä ja laitetaan kuljettimelle, josta levyt menevät vaoille ja sitä kautta omiin pinoihinsa painon mukaan. Tästä titaanilevyt jatkavat matkaa seuraavalle kuljettimelle, johon ne siirretään hydraulisen annostimen avulla, joko takaisin kiertoon tai sitten hylkyyn, jos käyttäjä näin päättää.



Kaavio 1. Lohkokaavio nykyisen linjaston kierrosta. Kaavio Atte Hakala.

DEMAC - nosturia käytetään tässä vaiheessa lisäämään levyjä tai poistamaan levyjä hylkykuljettimelta, nosturin koon vuoksi pystytään nostamaan vain muutama levy kerrallaan. Levyt kulkevat kahden kuljettimen kautta ennen kuin saapuvat syöttöyksikölle, joka siirtää ne seuraavalle kuljettimelle, josta levyt matkaavat kahden muun kuljettimen lisäksi viimeiselle kuljettimelle, jossa levyt jaotellaan oikeanlaisiin väleihin, jotta nosturi pystyisi nostamaan ne takaisin altaisiin. Koska tämä työkierto on näin pitkä, tarvitsee linjastolla olla noin sata titaanilevyä, jotta yläkerrassa nostoja hoitavan työntekijän ei tarvitsisi odottaa kauan uusia levyjä (Liite 7).



Kuva 3. 1. Motor MBI 180L-moottorit; 2. Konecranesin puolipukkinosturi sekä emälevyaltaita; 3. Lahti Presicion -vaa'at, niputuspyödyt sekä DEMAC-nosturi; 4. Diafragma-pusseja (korjaukseen meneviä).

Linjaston hitauden ja pituuden vuoksi, ensimmäisen titaanilevyn tulo strippauskoneelle ja levyn strippaaminen kestää noin 20 minuuttia ja yhden altaallisen käsittelyyn (52 titaanilevyä) saattaa kulua yli puolitoista tuntia, olettaen että linjasto toimii moitteettomasti ilman pysäytyksiä. Yhdenkin titaanilevyn putoaminen saattaa aiheuttaa koko linjaston pysäyttämisen, riippuen siitä missä kohdassa linjastoa levy putoaa ja kuinka monta näitä levyjä putoaa. [9,10]

2.3 Työturvallisuus

Laskuaukon ympäristö on suojattu verkolla, ettei alueelle pääse kun nosturi on alhaalla laskemassa titaanilevyjä tai nostamassa uusia levyjä. Alueelle pääse vasta kun nosturi on nostettu pois aukon päältä ja verkossa olevan oven vieressä olevaa lupapainiketta on painettu. Kun ovi on auki, ei nosturi pääse ajamaan laskuaukon ylle, vaan pysähtyy ennen aukkoa automaattisesti ja jatkaa matkaa aukolle vasta kun ovi on suljettu ja kuittausnappulaa on painettu.

Ylhäällä laskuaukon kaiteen ympärillä kulkee hätä seis -köysi, jolloin myös ylhäällä oleva voi pysäyttää linjaston hätätilanteessa. Pesukuljetinta on suojattu verkolla, koska kuljettimessa on koukut, johon saattaa esimerkiksi takki jäädä kiinni kun kävelee kuljettimen ohi. Kuljettimien ympärillä kulkee hätäkatkaisuköydet, joita vetämällä linjasto pysähtyy, eikä liiku ennen kuin hätä seis -painike on kuitattu.

Myös strippauskoneen ja vaakojen ympärillä kulkee hätä seis -köysi, joka toimii samalla tapaa kuin kuljettimien ympärillä olevat köydet. Hätä seis -painikkeita on tiettyissä kohdissa linjastoa ja jokaisessa ohjauspulpetissa. Kuljettimia ei ole muilla tavoin suojattu, koska se ei ole ollut tarpeen, ja vähän väliä täytyy työntekijän mennä linjastojen väliin nostelemaan titaanilevyjä tai korjaamaan niiden asentoja.

Toinen syöttöyksiköistä on suojattu turvaverkolla, sillä se sijaitsee hieman ahtaassa kohdassa ja sen ohi kuljetaan jatkuvasti. Työntekijän varustukseen kuuluu turvakengät, viiltosuojasormikkaat sekä viiltosuojat käsivarsissa, kypärä, kuulosuojaimet sekä näkösuojain. Puolipukkinosturiin tarvitaan myös koulutus ennen kuin nosturia on lupa käyttää. Linjastossa on yksi kohta, jota on yritetty suojata valoverhoilla, mutta se on otettu pois käytöstä, koska se sijaitsee kulkuväylän kohdalla ja häiritsee työntekijää. [9,10]

3 LEIKKURIEN VERTAILU

Siemenlevyjä tarvitsee leikata ennen kuin ne laitetaan tuotantoaltaisiin, sillä ne ovat liian isoja kun ne tulevat strippauslinjastolta ja ne saattavat olla myös epätasaisia reunoista. Leikkaamalla reunat pois levyistä varmistetaan samalla myös, että kun korvat hitsataan levyyn kiinni, ei levyssä ole aukkoa hitsin kohdalla tai epäpuhtauksia, mikä vaikuttaisi hitsin laatuun.

3.1 Mekaaninen leikkaus

Nykyisessä linjastossa on käytössä mekaaninen leikkaus, terien avulla levyt leikataan oikeisiin mittoihin. Teriä joudutaan vaihtamaan melko usein, sillä levyjä leikataan lähes jatkuvasti, jolloin terät kuluvat nopeasti. Laitteet ovat kylläkin edulliset eikä terien vaihtamiseen kulu paljon aikaa, jolloin tämä menetelmä on suhteellisen edullinen kahteen edelliseen verrattuna, mutta huonona puolena on laitteiston hitaus ja epätasainen jälki. [4]

3.2 Polttolaserleikkaus

Laserleikkausta käytetään nykyään laajalti teollisuudessa sen erinomaisen lopputuloksen, tarkkuuden ja nopeuden vuoksi. Käyttöä on lähinnä rajoittanut se, ettei tätä tekniikkaa voida käyttää yli 25 mm paksuisten levyjen leikkaamiseen. Energian kulutus on myös suurta laserleikkureissa, mutta laitteet kehittyvät koko ajan yhä vähemmän energiaa kuluttaviksi. Sekä uuteen että nykyiseen linjastoon tämä menetelmä sopisi, sillä nikkelilevyt ovat tarpeeksi ohuita. Kuluvia osia ei näissä laitteissa juuri ole kuin linssi ja suutin. Tämä ei myöskään tuota paljoa jätettä, jollei oteta levyistä jääviä ylimääräisiä palasia huomioon. [4-7]

3.3 Vesisuihkuleikkaus

Myös vesisuihkuleikkaus on melko laajalti käytetty teollisuudessa soveltuvuutensa vuoksi. Tämä menetelmä käyttää korkeaa painetta levyjen leikkaamisessa, eikä se aiheuta juuri lainkaan lämmönsiirtoa leikattavaan materiaaliin, mikä on usein suota-

vaa. Tämä menetelmä tuottaa melko paljon jätettä, sillä leikkauksessa käytettävä vesi on puhdistettava käytön jälkeen, etenkin jos veteen lisätään abrasiivisia aineita leikkaustehon lisäämiseksi. Kuluvia osia on myös enemmän laserleikkuriin verrattuna, esimerkiksi kaikki ne osat, jotka ovat paineen vaikutuksen alaisina. Hyvänä puolena menetelmässä on melko suuri leikkausnopeus.[4-7]

3.3.1 Automatisointi

Mekaanisessa leikkauksessa voidaan käyttää apuna robottia, kunhan toteutus tehdään mahdollisimman yksinkertaiseksi. Tällöin robotti tarttuisi nikkelilevyyn imukupeilla, ja veisi sen leikkauspisteeseen, jossa leikattaisiin yksi sivu kerrallaan sekä levyn kulmat, eli toisin sanoen robotti kääntelisi levyä koko ajan. Tämän jälkeen robotti veisi levyn jäykistyspisteeseen, jossa levyyn tehtäisiin tarvittavat toimenpiteet. Tämä on yksi esimerkki mahdollisesta automatisoinnista. Laser- ja vesisuihkuleikkauksessa robotin käyttö on hankalaa, sillä leikkaus näissä tapahtuu useimmiten suljetussa tilassa.

3.4 Päätelmä

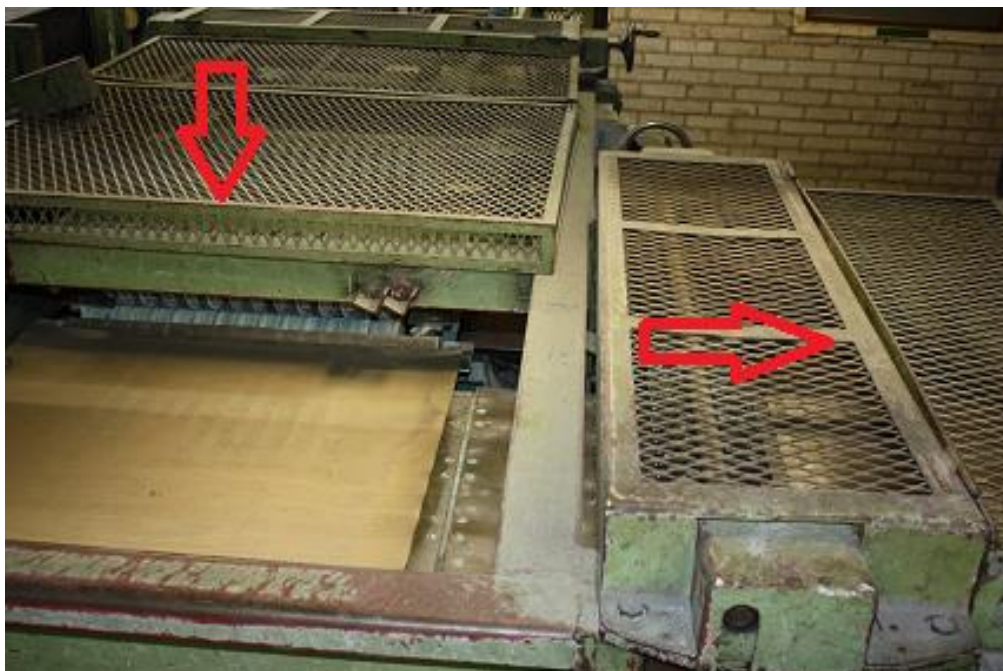
Linjastoon kannattaisi hankkia levytyökeskus, jos halutaan, että levyjen jäykistys ja leikkaus tapahtuisi samassa pisteessä. Tällöin ei aikaa kuluisi paljoa levyjen jatkokäsittelyyn. Levytyökeskus olisi halvin vaihtoehto näistä kolmesta menetelmästä. Muussa tapauksessa kannattaa hankkia laserleikkuri, sillä se tuottaa vähän jätettä, on nopea ja tuottaa hyvän leikkausjäljen ja siinä on melko vähän kuluvia osia, jos verrataan tätä vesisuihkuleikkuriin. Laserleikkuri on huomattavasti kalliimpi kuin vesisuihkuleikkuri ja kuluttaa enemmän energiaa.

4 LEVYJEN JÄYKISTÄMINEN

Levyjä pitää jäykistää siksi, että ne sopisivat paremmin diafragma-pusseihin ja niihin kasvaisi nikkeliä mahdollisimman hyvin. Liian kaareva levy saattaa juuttua pussiin, jolloin se tarvitsee poistaa, joka puolestaan hidastaa työntekoa ja lisää kustannuksia. Usein tässä tapauksessa levy ottaa anodiin kiinni, joka aiheuttaa oikosulun ja mahdollisen anodilevyn vaihtamisen ja tämä toimenpide luonnollisesti haittaa työtä ja lisää kustannuksia. Tämän vuoksi on kaikkein edullisinta, että levy on mahdollisimman suora ja jäykkä, mutta levyssä ei saa olla liian syviä uria, koska silloin levy ei kasva tasaisesti koko levyn pinnalta vaan ainoastaan levyjen korkeista kohdista.

4.1 Nykyinen menetelmä

Levyt kulkevat useamman rullan lävitse, kuten kuvaan 4 on kuvattu jotka jäykistävät levyä hiukan tietyssä suunnassa ja oikaisevat sitä. Rullia on kahteen eri suuntaan, jotta levy saadaan mahdollisimman hyvin jäykistettyä ja oikaistua, tosin levyt eivät välttämättä ole aivan suoria, joka saattaa aiheuttaa edellä mainittuja ongelmia. Siksi olisikin suotavaa uudistaa tätä menetelmää kustannusten pienentämiseksi sekä tuotavuuden edistämiseksi.



Kuva 4. Nykyinen jäykistysmenetelmä, nuolet osoittavat levyn kulkusuunnan. Levyjen leikkaus ja hitsauskone sijaitsevat oikealle mentäessä. Kuva Atte Hakala.

4.2 Testatut jäykistystavat

Laserkeskus Oy on tehnyt testauksia, miten nikkeli-semenlevyjä olisi järkevintä jäykistää. He tekivät kolme erilaista jäykistystä elektrolyysistä saaduille levyille, joita sitten testattiin myös tuotannossa. X-jäykistys tehtiin 50:lle levyille, vaakajäykistys 100:lle levyille ja Z-jäykistys noin 100:lle levyille myös. Kuvassa 5 näkyy kyseessä olevat jäykistystyyli. [8]

4.2.1 X-jäykistys

X-jäykistyksellä tehdyt siemenlevyt olivat käyttökokemusten mukaan huonoja. Levyt jäivät ”lautaselle” johtuen jännityksistä ja kasvoivat kiinni pusseihin. [8]

4.2.2 Vaakajäykistys

Levyistä, joissa oli vaakajäykistys levyn ylä- ja alareunassa, saatu palaute oli neutraalia. Levyjen pussiin kiinnikasvamista ei ollut. Siemenlevyjä jouduttiin jonkin verran taivuttelemaan käsin pakattaessa allasta.[8]

4.2.3 Z-jäykistys

Levyt, joissa oli Z-jäykistys, olivat ehdottomasti parhaita näistä kolmesta jäykistysvaihtoehdosta. Yhtään levyä ei kasvanut kiinni pussiin. Levyt olivat myös silminnähtäen kaikkein suorimpia. Myös Laserkeskuksen mukaan Z-jäykistyksellä tehdyt siemenlevyt olivat ominaisuuksiltaan parhaita. [8]



Kuva 5. Jäykistystyyli. Kuva Laserkeskus Oy

4.2.4 Päätelmä

Näistä kolmesta vaihtoehdosta kannattaisi valita juuri Z-jäykistys, koska levyissä, joissa oli tämä jäykistys, ei ilmennyt ongelmia kasvujakson aikana, kuten Laserkeskus Oy:kin toteaa raportissaan. Laitteet tulisi valita siten, että pystyttäisiin tekemään Z-jäykistystä.

4.3 Levytyökeskus

Uuteen linjastoon voitaisiin hankkia levytyökeskus, jolla voi jäykistää levyjä sekä leikata niitä. Levyjä voitaisiin jäykistää halutulla menetelmällä sekä leikata myös korvalevyjä. Jäykistystapana voidaan käyttää Laserkeskuksen ehdottamaa Z-jäykistystä. Levytyökeskuksella voitaisiin leikata sekä jäykistää levyjä samassa työpisteessä, jolloin aikaa ei kuluisi niin paljoa levyjen jatkokäsittelyyn. Levytyökeskuksessa olisi pöytätaso, jossa levyt leikattaisiin oikeisiin mittoihin nakertamalla. Jäykistäminen tapahtuisi samalla tasolla, mutta asetukset muuttuisivat sen verta, että jäykistäminen pystyttäisiin tekemään samalla työkalulla kuin leikkaaminenkin.

5 VAIHTOEHTOJEN VALINTA

Seuraavat vaihtoehdot on valittu sen perusteella, missä hallissa on ylimääräistä tilaa tällä hetkellä. Itse hallia ei voida laajentaa, sillä elektrolyysille kuuluva tontti Harjavallan Suurteollisuuspuiston alueella on käytetty lähes kokonaan. Paikkojen valinnassa sain avustusta työnjohtajilta ja prosessinhoitajilta, jonka lisäksi he antoivat omat mielipiteensä paikkojen sopivuudesta. Laitteet ja työkierto ovat valitsemiani, mutta näitä voidaan muuttaa, jos parempi idea nousee esille.

- Vaihtoehto 1, nykyisestä linjastosta poistetaan pari kuljetinta, sekä siirretään strippauslaitetta ja vaakoja lähemmäs pesukuljetinta, ja näiden perään tulisi levyjen jatkokäsittely.
- Vaihtoehto 2, siirretään linjasto tai hankitaan uudet laitteet patatien puolelle sivuun, jonne myös hankittaisiin levytyökeskus.

- Vaihtoehto 3, siirretään nykyinen linjasto hitsauslaitteiston ja levyjen jatkokäsittelyn viereen keskelle hallia.
- Vaihtoehto 4, siirretään linjasto tai hankitaan uudet laitteet hallin toiseen päähän yläkertaan.

Paikkoja on sen verran mitailtu, että tiedetään nykyisen strippauslinjaston mahtuvan kyseiseen paikkaan, hieman muunneltuna tietenkin. Uusien laitteiden suhteen tarvitsee huomioida, minkälainen sovellus hankitaan (esimerkiksi laser- tai vesisuihku-leikkuri) mittoja miettiessä, mutta oletuksena on että ne mahtuvat näihin paikkoihin.

Liitteisiin piirtämäni laitteet eivät ole tarkassa mittasuhteessa toisiinsa tai alkuperäisiin piirustuksiin verrattuna, ne on piirretty antamaa kuva mahdollisesta työkierrosta. Vertailun vuoksi olen kuvannut myös sanallisesti nykyisen työkierron sekä kuvaillut, millainen mahdollisesti olisi optimaalinen työkierto ja siihen liittyvät laitteet. Paikkojen valinnassa auttoivat myös omat tietoni hallista sekä laitteista (Liite 1).

5.1 Optimaalisin linjasto

Tämän tarkastelun oletuksena on, että vanhaa hallia voisi muokata miten paljon haluaa, tai oltaisiin rakentamassa kokonaan uusi elektrolyysihalli.

5.1.1 Laitteet

Laitteet on sijoitettu siten, että työkierto on mahdollisimman lyhyt, ne olisivat lähellä toisiaan eikä linjastolla tarvitsisi olla paljon titaanilevyjä, koska nämä ovat kalliita. Irrotuksessa olisi kaksi robottia joiden välittömässä läheisyydessä olisivat vaa'at, romupinot ja jatkojalostuslinjat. Linjojen päässä olisi leikkurit, sekä toisella linjalla tuotantolevyjen jäykistyspiste. Lisäksi laitteiden pitää olla keskellä hallia, jottei matka altailta toisesta päästä kävisi liian pitkäksi.

5.1.2 Työkierto

Työkierto alkaa samalla tavalla kuin nykyisessä, eli nikkeliä kasvatetaan titaanilevyjen pintaan kaksi päivää, jonka jälkeen ne nostetaan altaista pois. Mutta levyjä ei laskehtaisi alakertaan vaan nostettaisiin altaiden vieressä olevalle linjalle, josta levyt menisivät suoraan pesuun ilman ylimääräisiä kuljettimia. Pesun jälkeen titaanilevyt kulkisivat suoraan nikkelilevyjen irrotukseen, jossa levyjä irrottaisi kaksi eri robottia.

Roboteilta titaanilevyt jatkaisivat suoraan päätelinjalle, josta ne nostettaisiin takaisin tuotantoon. Jos titaanilevyjä pitää poistaa tai lisätä linjastoon, hoituu tämä erillisellä robotilla, joka noukkii levyn tietystä kohdasta linjaa napin painalluksella. Robotti asettaa levyn hylkytasolle ja ottaa toiselta tasolta uuden levyn kiertoon. Linjastolla tarvitsisi olla vain 26 levyä valmiina, ehkä vähemmänkin, sillä tässä tapauksessa linjasto on lyhyt, jolloin uusia levyjä ei tarvitsisi odottaa kauan.

Robotit irrottavat nikkelilevyt titaanilevyistä, punnitsevat ne ja lähettävät eteenpäin jatkokäsittelyyn. Robottien ulottuvilla olisi kaksi eri linjaa, toinen menee suoraan tuotantolevyjen käsittelyyn, ja toinen korvalevyjen valmistukseen. Korvalevyjen valmistuslinja voisi olla aina pois päältä kun sitä ei tarvita. Robottien lähettyvillä olisivat myös romupinot, johon ne voisivat laskea sellaiset levyt, jotka ovat joko liian kevyitä, liian painavia tai jos levyt ovat muuten viallisia.

Linjojen päässä olisi leikkurit, joihin on jo valmiiksi määritelty vaadittavat parametrit. Levyistä jäävät ylimääräiset palat mahdollisesti putoaisivat joko romukuuppaan tai ne puhallettaisiin paineilmalla sinne. Tuotantolevyt jäykistettäisiin leikkauksen jälkeen, seuraavaksi ne matkaisivat suoraan hitsauskoneelle, jossa niihin hitsataan korvat paikoilleen ja tämän jälkeen ne olisivat valmiita tuotantoon (Liite 6).

5.1.3 Työturvallisuus

Robottien ympärille pitää rakentaa turvaverkko pääsyn estämiseksi silloin kun robotit ovat toiminnassa. Robotit tulee pysäyttää aina kun alueelle on tarve mennä ja robotti tulee asettaa käsikäytölle. Leikkurista riippuen tulee siinä olla vaaditut suojava-

teet. Yleensä tila, jossa työkappaletta leikataan, on suljettu siten, ettei sinne saa laitettua käsiään.

Robotteihin, nosturiin ja laserleikkureihin vaaditaan koulutus. Linjojen ympärille tulee asettaa hätä seis -köydet sen varalta, jos vaate jää kiinni johonkin kohtaan koneen käydessä eikä henkilövahinkoa pääsisi tapahtumaan. Jos linjastoa ohjataan pulpeteista, tulee niihin asentaa hätä seis -painikkeet, sekä muualle linjastoon tarpeen mukaan.

Koska tämä työpiste olisi hallin puolella, pitää työntekijöillä olla hengityssuojaimet, kuulosuojaimet, näkösuojaimet sekä asian mukaiset työvaatteet ja kengät. Myös mahdollisia hallissa esiintyvien magneettikenttien vaikutukset täytyy ottaa huomioon.

5.1.4 Uusi halli

Uusi halli on parempi vaihtoehto, sillä vanha halli on liian pieni tuotannon kasvatukseen eikä sitä voida laajentaa. Uuteen halliin voidaan myös sijoittaa uudet laitteet paremmin kuin nykyiseen, jolloin optimaalisuus ja tuottavuus saavutetaan paremmin. Hallin rakenteessa tarvitsee huomioida monta eri näkökulmaa: Kuinka pitkä tai leveä halli voi olla, miten altaat ja laitteet sijoitetaan halliin, kuinka paljon automatisoidaan ja hankitaan työntekijöitä.

Halli ei saa olla liian pitkä työntekijöiden kannalta, koska odottaminen nosturin viessä levyjä ja noutaessa uusia voi käydä erittäin pitkäksi ja tämä ei ole mielekäästä työntekijälle. Jos halli on taas liian leveä, tarvitsee hallin nosturia varten rakentaa lisätukia, ettei jänneväli muodostu liian suureksi. Laitteet olisi hyvä sijoittaa hallin keskelle ja reunaan, jolloin altaita voidaan rakentaa laitteiden molemmin puolin eivätkä välimatkat käy liian pitkiksi.

Altaat kannattaa rakentaa siten, että nikkeli levyjä voidaan kasvattaa mahdollisimman paljon mahdollisimman pienessä tilassa, ja niitä voidaan huoltaa mahdollisimman helposti ja vähän. Siemenlevylinjasto olisi hyvä sijoittaa siten, että valmiit nikkeli levyt menisivät suoraan hitsausyksikköön, jossa niihin hitsataan korvalevyt, ja tämän

jälkeen ne olisivat heti valmiita tuotantoon. Kaikki laitteisto hallissa olisi parasta automatisoida niin pitkälle kuin mahdollista kustannusten pienentämiseksi, ja tällöin ei tarvitsisi palkata paljoa henkilöstöä (Liite 8).

Laitteita ei kuitenkaan voida automatisoida kokonaan, vaan niihin tarvitaan aina henkilö valvomaan niitä sekä altaille tarvitaan omat henkilönsä. Altaisiin voitaisiin rakentaa ohjureita, jolloin itse nosturi ei tarvitsisi kenenkään ohjata vaan se toimisi automaattilla. Nosturia voitaisiin tarvittaessa ohjata kauko-ohjauksella, esimerkiksi allasta huollettaessa tai automaatin rikkoontuessa. Ohjurit eivät kuitenkaan takaa täydellistä tarkkuutta, tällöin olisi hyvä jos henkilö seuraisi sivusta, että nosturi poimii oikeasta altaasta levyt oikeassa järjestyksessä.

Tällä periaatteella toimisivat sekä tuotantoaltaat että emälevyaltaat, molemmilla altailta olisi omat nosturinsa, sillä siemenlevytuotantoon tarvittava nosturi on huomattavasti pienempi kuin katodilevytuotannossa. Jos tätä automatisointia ei voida toteuttaa, silloin nosturi tarvitsee oman henkilönsä sitä käyttämään. Strippauslinjasto ja hitsaus toimisivat täysin automaattisesti, henkilöt vain tarkkailisivat näiden toimintaa sekä käyttävät sitä manuaalilla tarvittaessa. Strippauslinja sijaitisi aivan hallin reunassa ja sen jälkeen hieman keskemällä hallia olisi hitsauslaitteisto.

Valmiit katodilevyt pestäisiin, punnittaisiin ja pinottaisiin ja tämän jälkeen lähetettäisiin eteenpäin samasta reunasta, missä strippauslinja sijaitsee. Pinojen siirtäminen hoidettaisiin trukilla. Työntekijöitä tarvittaisiin työvuorossa kuusi, joista viisi hoitaisi laitteita ja nostoja, ja kuudes tekisi huoltotoimenpiteitä tai jotain muuta. Seitsemän työhenkilöä tarvitaan, jos nosturin automatisointi ei ole mahdollista.

Hyvänä esimerkkinä automatisoidusta tehtaasta on Bolidenin Oddan sinkki -tehdas, jota automatisoitiin erittäin paljon muutama vuosi takaperin, tätä voitaisiin käyttää mallina jos halutaan elektrolyysistä tehdä mahdollisimman automatisoitu. [13]

5.2 Vaihtoehto 1, vanhan supistaminen

5.2.1 Laitteet ja työtila



Kuva 6. Näistä kuljettimista osa on aivan turhia, strippauskone voidaan siirtää näiden kohdalle. Kuvat Atte Hakala.

Osa kuljettimista on otettu pois ja strippauskonetta siirretty lähemmäs pesukuljetinta ja siitä on otettu ylimääräistä tavaraa pois ympäriltä, kuvassa 6 mahdollisia poistettavia kuljettimia. Strippauskoneen tilalle ei ole muuta vaihtoehtoa, sillä tilan ahtaus rajoittaa huomattavasti uusien laitteiden hankkimista (esim. robotti), mutta laitetta voidaan parantaa siirron yhteydessä. Strippauskoneen jälkeen hankittaisiin leikkuri, jolla levyjä voitaisiin leikata oikeisiin mittoihin jo tässä vaiheessa, vaa'at sijoitettaisiin ennen leikkuria. Kuvassa 7 näkyy, kuinka massiivinen nykyinen strippauskone on.

Korvalevyjen suhteen leikkuriin voitaisiin ohjelmoida, milloin levy jätetään leikkaamatta. Levyistä jäävät ylimääräiset palat poistettaisiin siten, että levyä nostettaisiin väliaikaisesti hieman ylemmäs, jolloin palat voitaisiin puhaltaa sivuun. Huonona puolena tässä on, että romukuoppaa, johon nämä palaset puhallettaisiin, jouduttaisiin vaihtamaan melko usein. Ohjauspulpetit olisi hyvä uusida samalla.

5.2.2 Työkierto

Työkierto olisi melko samanlainen kuin nykyisessäkin, mutta lyhyempi joidenkin kuljettimien poiston vuoksi. Työkierto nopeutuisi mitä luultavimmin 5-10 minuutilla. Uutena osuutena olisi levyjen leikkaus strippauskoneen jälkeen, ja vasta sitten levyt menisivät omiin pinoihinsa. Ennen levyjen leikkaamista tapahtuisi levyjen punnitus (Liite 2).



Kuva 7. Strippauskoneesta saa jonkin verran riisua ylimääräistä tavaraa pois. Kuva on otettu strippauskoneen takaa. Kuva Atte Hakala.

5.2.3 Työturvallisuus

Työturvallisuuden kannalta tässä vaihtoehdossa ei tapahtuisi muutoksia juuri lainkaan, sillä laitteet olisivat suurin piirtein samat kuin nykyisessäkin, ainoana poikkeuksena leikkuri. Tämä puolestaan vaatii koulutuksen käyttäjille. Turvallisuuteen vaikuttavia laitteita voidaan tosin uusia ja parannella, jos on tarvetta, kuvassa 8 on tämän hetken uusin turvallisuusudistus.



Kuva 8. Nostoaukollen pääsy estetty kuvassa olevalla turvaverkolla, kuvan oikeassa reunassa näkyvät painikkeet, joilla avataan ja suljetaan portti. Kuva Atte Hakala

5.3 Vaihtoehto 2, sivulaiva

5.3.1 Laitteet ja työtila

Jos halutaan myös tuotantoa kasvattaa samalla kun uusitaan strippauslinjastoa, on tämä tila ihanteellinen, sillä tällöin voidaan rakentaa 10 uutta allasparia omalla virtapiirillään vanhojen kuparialtaiden tilalle, kunhan tilaa vain laajennetaan, joko hallin puolelle tai patatien suuntaan. Toisena vaihtoehtona on rakentaa yksi iso yhtenäinen allas, johon kaikki titaanilevyt sijoitetaan, tätä menetelmää käytetään uusimmissa elektrolyysihalleissa. Uusi nosturi joudutaan hankkimaan, sillä vaikka tässä kohdassa onkin jo entuudestaan nosturi, on se vanha ja käyttötarkoitukseen sopimaton. Kuten kuva 9 kertoo, ei tällä hetkellä tässä kohdassa ole mitään muuta kuin vanhat kuparialtaat. Jos tuotantoa ei kuitenkaan haluta kasvattaa, voidaan strippauslinjasto sijoittaa myös yläkertaan kuparialtaiden tilalle.

Lattiataso on korkeammalla kuin muu hallin lattia, ja tässä tapauksessa sitä joudutaan madaltamaan halli 2 lattian tasolle, jotta uudet altaat mahtuisivat paremmin, tai jotta saadaan strippauslinjasto sopimaan paremmin. Yläkertaan ei altaat ja strippauslaitteisto mahdu yhtä aikaa, mutta altaiden alla on tarpeeksi tilaa laitteiden sijoittamiseen, eikä esimerkiksi pesuvesisäiliötä tarvitse siirtää. Strippauskonetta muunneltaisiin paljon, jotta se sopisi uuteen linjastoon tai sen tilalle hankittaisiin robotti/robotit, sekä levyjen leikkaamista varten leikkuri. Nykyinen pesuri korvattaisiin uudella, sulkeutuvalla pesurikoneella, johon levyt voisi laskea suoraan sisään.



Kuva 9. Vasemmanpuoleisessa kuvassa kuparialtaat yläkerrassa, oikeanpuoleiset kuvat alakerrasta jossa ei ole juuri mitään. Kuvat Atte Hakala.

5.3.2 Työkierto

Levyt siirrettäisiin alakertaan sivulaiivan toiseen päähän tehdystä uudesta nostoaukosta suoraan pesuriin, joka sulkeutuu ja pesee levyt ja tämän jälkeen levyt tulisivat ulos pesurin toisesta päästä. Seuraavaksi levyt menisivät strippauskoneelle, joka irrottaa nikkeli levyt titaanilevyistä ja lähettää ne eteenpäin leikattavaksi. Titaanilevyt palautuisivat tästä alkupäähän patatien puoleista laitaa pitkin, josta ne voidaan nosturilla nostaa takaisin altaisiin.

Nikkelilevyt sen sijaan menevät ennen leikkureita vaaolle, jossa ne punnitaan ja joko lähetetään leikattavaksi ja jäykistettäväksi tai romuksi. Tämän jälkeen valmiit nikkeliniput ajettaisiin sivua pitkin halli 3:n nostoaukolle, josta ne voitaisiin käydä nostamassa ja viemässä hitsauskoneelle, tai ajaa varastoon, joka sijaitisi vanhan strippauslinjaston paikalla. Romuniput voisi ajaa ulos patatien puolelle, josta trukki voisi käydä noutamassa ne.

Titaanilevyjen poisto ja lisäys tapahtuisi linjaston toisessa päässä, jossa joko manuaalisesti tai nostolaitteen avulla linjastolta poistettaisiin levyjä tai lisättäisiin niitä. Linjaa, jota käytetään valmiiden nikkeli-levynippujen kuljetukseen, voitaisiin käyttää myös kuljettamaan vanhoja ja uusia titaanilevyjä. Työkierto pysyisi lähes samana jos laitteisto sijoitetaan yläkertaan, mutta valmiit niput voitaisiin tällöin siirtää helpommin hitsauskoneelle eikä uutta nostoaukkoa tarvita. (Liite 2).

5.3.3 Työturvallisuus

Riittävä perehtyminen uuteen linjastoon sekä koulutus nosturiin ja leikkuriin edesauttaa linjaston turvallista käyttämistä. Lisäksi kuljettimien vieressä tulee olla hätä seis - köydet henkilövahinkojen välttämiseksi, sekä ohjausyksiköstä tulee olla hätä seis - painike. Leikkurin täytyy olla sulkeutuva tai se tarvitsee aidata siten, ettei sinne saa laitettu käsiään koneen leikatessa. Välittömään läheisyyteen tulee myös laittaa hätä seis -painikkeet. Jos romuniput haetaan pois patatien puolelta, tarvitsee trukkikuljettajan olla tarkkana, sillä patatie on jatkuvassa käytössä. Työt voidaan suorittaa tässä vaihtoehdossa hygieenisemmin kuin muissa vaihtoehdoissa, sillä alakerran työtila voidaan eristää halli-ilmasta.

5.4 Vaihtoehto 3, hitsauskoneen viereen

5.4.1 Laitteet ja työtila

Hitsauskoneen vierestä raivataan anodien pukit sekä muut välineet pois ja lattia tasoitetaan. Strippauskone ja pari kuljetinta siirrettäisiin tähän ja niihin tehtäisiin paran-

nusmuutoksia, sekä suojattaisiin anolytyiltä. Uusi pesuri tarvitsee hankkia, mutta vesisäiliönä voisi toimia katodien pesuvesisäiliö. Tällöin ei tosin voida pestä samaan aikaan katodeja ja titaanilevyjä, ellei säiliötä laajenneta riittävästi.

Uudet emälevyaltat tarvitsisivat oman virtapiirin, jotta pystyttäisiin ylläpitämään riittävä siemenlevyproduktio kun yhden altaan levymäärä putoaa 52:sta 48:aan altaan koon muuttuessa. Nosturina käytettäisiin joko huoltotöissä käytettävää nosturia tai päänosturia. Kuvassa 10 on kuvattu kyseisen kohdan nykytilannetta, lähes kaikki kuvassa näkyvä irtaimisto voidaan poistaa linjaston tieltä.



Kuva 10. Hitsauskoneen ympäristö. Kuvat Atte Hakala.

5.4.2 Työkierto

Levyt nostetaan altaista suoraan pesuriin, joka sulkeutuu ja pesee levyt, jonka jälkeen levyt tulevat pesurin toisesta päästä ulos ja jatkavat strippauskoneelle. Irrotuksen jälkeen valmiit nikkeli levyt menevät painon mukaan omiin nippuihinsa, ja valmiit niput voidaan nosturin avulla nostaa joko suoraan hitsauskoneelle tai ne voidaan viedä varastoon, joka sijaitisi nykyisen strippauslaitteiston paikalla.

Titaanilevyjen lisäys tai poisto tapahtuisi samalla tavalla kuin ennen, mutta hylkylinjaa voisi laajentaa, jolloin tuotannossa käytettävää nosturia voitaisiin käyttää apuna tässä työssä. Strippauskoneen jälkeen olisi päätekuljetin, josta voitaisiin nostaa levyt takaisin tuotantoon (Liite 4).

5.4.3 Työturvallisuus

Työturvallisuus nousee etenkin tässä kohdassa esille, sillä tällä alueella liikutaan muutenkin paljon ja tehdään erilaisia töitä. Siksi onkin erityisen tärkeää, että käyttäjät perehdytetään tarkoin uuteen järjestelyyn, jotta tapaturmilta vältyttäisiin. Häätäseis-köysillä varmistutaan, että kone saadaan pysäytettyä jos vaate jää johonkin kuljettimen osaan kiinni. Häätäseis -painikkeita tulee olla myös niissä kohdissa, joissa käyttäjä liikkuu ja työskentelee. Työhenkilöillä pitää olla myös hengityssuojaimet, koska joudutaan olemaan hallin puolella.

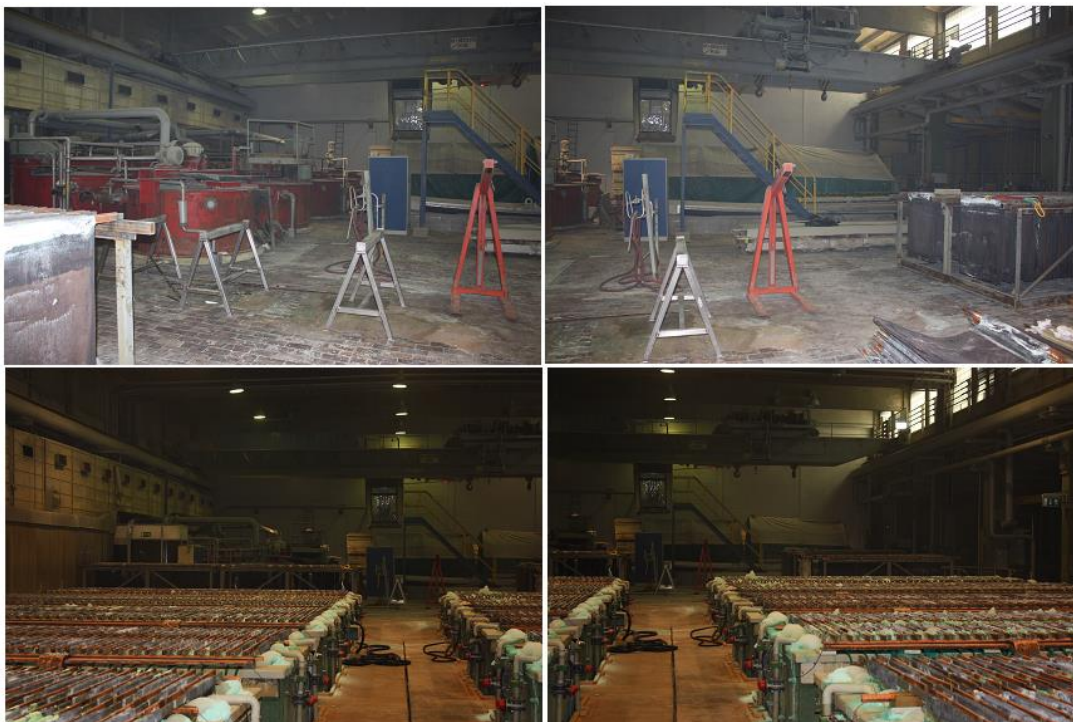
Nosturiin vaaditaan myös koulutus. Tässä kohteessa tarvitsee myös miettiä laitteiden haponkestävyyttä, sillä anolyyttiä tippuu koko ajan ylitse ajettavista katodilevyistä laitteiden päälle, kuten kuvassa 11 voi päätellä, joka voi aiheuttaa häiriöitä laitteissa. Myös mahdolliset hallin puolella esiintyvät magneettikentät täytyy ottaa huomioon laitteiden osalta.



Kuva 11. Katodeista tippuva anolyytti tarvitsee ottaa huomioon laitteita suunniteltaessa. Kyseinen laskuaukko sijaitsee hitsauskoneen vieressä. Kuva Norilsk Nickel Harjavalta Oy.

5.5 Vaihtoehto 4, hallin päähän yläkertaan

5.5.1 Laitteet ja työtila



Kuva 12. Alemmissä kuvissa olevat altaat voitaisiin muuntaa tuotantoaltaista emälevyaltaiksi. Yläkuvissa strippauslinjaston mahdollinen sijoituspaikka. Kuvat Atte Hakala.

Laitteet on sijoitettu nykyisestä strippauspäästä katsottuna hallin toiseen päähän yläkertaan, missä tällä hetkellä sijaitsee toinen hallin isoista nostureista, jota käytetään lähinnä huoltotöissä, sekä muuta tavaraa. Tila on melko käyttämätön eikä tilasta ole puutetta, siksi tämä on ideaalinen paikka, jos laitteistoa halutaan uusia enemmänkin.

Muutostöitä joudutaan tekemään lattiaan sekä ympäristöön, muun muassa nosturin tikkaiden siirtäminen lähemmäs päätyseinää. Koska isoa nosturia voisi käyttää strippauksen nostoissa, voisi yläkerran puolipukkinosturin poistaa kokonaan, jotta se ei olisi tiellä. Jos kuitenkin ison nosturin käyttö osoittautuu hankalaksi näissä töissä, voidaan puolipukkinosturi siirtää myös toiseen päähän, tai hankkia kokonaan uusi nosturi.

Tilan korkeus mahdollistaisi robottien käytön levyjen irrotuksessa ja tilan avaruus mahdollistaa muutenkin parempien laitteiden hankinnan. Voitaisiin hankkia uusi pe-

suri, joka olisi sulkeutuva, jolloin levyt voitaisiin laskea suoraan pesuriin sisään ja näin lyhentää linjaston pituutta. Altaalle täytyy tehdä oma virtapiiri, jotta nikkelilevyjen kasvatusaikaa saataisiin lyhennettyä ja näin varmistettaisiin riittävä määrä siemenlevyjä tuotannossa. Tilan avaruus käy paremmin ilmi kuvasta 12.

5.5.2 Työkierto

Titaanilevyt nostetaan altaista ja lasketaan pesuriin, josta levyt jatkavat roboteille irrotukseen. Irrotuksen jälkeen titaanilevyt jatkaisivat suoraan päätekuljettimelle, josta ne voidaan nostaa takaisin altaisiin. Nikkelilevyt laitettaisiin kuljettimelle, joka veisi levyt punnittavaksi, ja painon perusteella tai käyttäjän määrityksen perusteella joko jatkaa matkaa leikattavaksi tai romupinoon. Leikatut levyt menevät pinoon ja pinon valmistuttua voi sen viedä suoraa hitsauskoneelle.

Kun halutaan valmistaa korvalevyjä, määritellään hitsauskoneelle milloin se leikkaa levyn ja milloin ei, jolloin leikkaamattomat levyt voitaisiin viedä korvalevyjen valmistukseen. Titaanilevyjen lisäys tai poisto tapahtuisi ennen viimeistä kuljetinta, jossa robotti nostaisi aina halutun levyn pois kuljettimelta hylkykuljettimelle ja ottaisi uuden titaanilevyn toiselta kuljettimelta ja laittaisi sen kiertoon (Liite 5).

5.5.3 Työturvallisuus

Robotit, nosturi ja leikkuri vaativat käyttäjältään koulutuksen, sekä linjastoon tulee perehtyä riittävästi, jotta voidaan työskennellä turvallisesti. Robottien ympärille täytyy rakentaa suojaverkko, jolloin robotin lähelle ei pääse kun nämä ovat toiminnassa, ja alueelle pääse vain pysäyttämällä robotit. Kuljettimissa pitää olla hätä seis -köydet, jolloin mahdollinen vaateen tarttumisen kuljettimeen ja siten syntyvät henkilövahingot voidaan välttää. Hätä seis -painikkeita tulee olla ohjausyksikön välittömässä läheisyydessä, sekä robotin turvaverkossa. Laitteet tulisi suunnitella niin, ettei niihin vaikuta hallissa esiintyvät magneettikentät. Tässäkin vaihtoehdossa työntekijät ovat hallin puolella, joten he tarvitsevat hengityssuojaimet.

6 HUOLTOKUSTANNUSTEN ARVIOINTI SEKÄ MUUT MAHDOLLISET KUSTANNUKSET

Tässä kohdassa tarkastellaan eri vaihtoehtoista aiheutuvia huolto- ja investointikustannuksia karkeasti, sekä vertaillaan niitä keskenään. Linjaston vikailmoitukset on myös käsitelty tässä kohdassa.

6.1 Linjaston vikailmoitukset

Vuonna 2013 vikailmoituksia linjastosta tehtiin yhteensä 1477 kappaletta, joka tarkoittaa, että näitä ilmoituksia tehtiin peräti neljä kappaletta päivässä.

$$\frac{1477}{365} \approx 4$$

The screenshot shows the MAXIMO software interface. At the top, there is a navigation bar with 'Tervetuloa, Atte Hakala' and various menu items like 'Mene', 'Raportit', 'Aloitussivu', 'Profiili', 'Uloskirjautuminen', and 'Ohje'. Below this, there is a 'Bulletin Board (0)' section and a 'Pikavalikko' (quick menu) with options like 'Uusi työpyyntö', 'Työpyynnön tekeminen', 'Työtilauksen seuranta - asiakas', and 'Toimintopaikka'. A 'Favorite Applications' section is also visible. On the left, there is a gauge chart titled '2135 Vasteaika 8/9 töille' showing a needle pointing to approximately 10 on a scale from 0 to 20. The main part of the screen displays a table of work orders with columns for 'Work Order', 'Description', 'Details', 'Priority', 'Lead', 'Name', 'Status', 'Reported Date', and 'Target Finish'. The table contains several entries, including work orders 2FI107518129, 2FI107517332, 2FI107518113, 2FI107518171, 2FI107518114, 2FI107517308, 2FI107516727, 2FI107518115, 2FI107519109, 2FI107516728, and 2FI107516730.

Work Order	Description	Details	Priority	Lead	Name	Status	Reported Date	Target Finish
2FI107518129	K1 tiedonkeruu hälytyksellä hälytelyt viikonloppuna ja on edelleen hälytyä. 24.03.2014 Asema KH02 - KH02 ei vastaa	jumissa. Master resetti 2x päivän aikana, uusi tilauksessa/työn alla Metsola. Tällä hetkellä jäi toimimaan. a.fimla10	8	AFIMLA10	Ari Järvisjö	WMATL	24.3.2014	26.3.2014
2FI107517332	KPK 111 happolinjan ensimmäinen laippa runkolinjasta katsottuna vuotaa	Tiivistein vaihto 24.3, jos Ni-uitto alhaalla? Vuotokohta keskikäytävän kohdalla. Vaatii telneet.	8		Keijo Alamäki	WFSHT	23.3.2014	18:32
2FI107518113	PS279 imuventtiilit vaihtoon	5kpl yhteensä, pumppua vaihdettaessa yksikään ei pitänyt, saa poistaa jos on jo seisakillistalla.	8		Janne Kokkonen	WFSHT	24.3.2014	4:37
2FI107518171	PVS121 vesiventtiili jää vuotamaan, vaikka venttiili on damaticilla kiinni		8		Majala Markus	WFSHT	24.3.2014	13:39
2FI107518114	Hillinjan laipat tiputtelee saostamon yläkerrassa	Venttiilipaketin vieressä RE/Kierto	8		Janne Kokkonen	WAPPR	24.3.2014	4:37
2FI107517308	Pelkistämön katalyyttikopin toisen tason ovet hajoamispaisteissa.		8		Tuomas Kuusisto	WAPPR	22.3.2014	28.3.2014
2FI107516727	ODR: IS221 P1 poksisvesi ei virtaa		8		Tuomas Kuusisto	WAPPR	21.3.2014	11:23
2FI107518115	JS132 p2 tärnistää		8		Janne Kokkonen	WAPPR	24.3.2014	4:42
2FI107519109	V6 säkki tökkää kuljettimien välisin rullin -> poistetaan rullat		8		Timo Lukka	WAPPR	25.3.2014	8:17
2FI107516728	ODR: IK221 tyhjöpumpun moottorin tärinät korkeat-jatkotoimenpiteet-	24.3.2014 Tutkittu mittauksia, petistä johtuvaa tärinää, suostellaan vahvistamaan petiä, muistin mukaan viereisen koneen petiä vahvistettu ja värähtelyt pienenevät. xskftoka	8		Tuomas Kuusisto	PLAN	21.3.2014	11:23
2FI107516730	ODR: TS211 sek.		8	AFUYVI	Tuomas	INPRG	21.3.2014	

Kuva 13. Kuvakaappaus MAXIMOn etusivusta, ensimmäisenä on työnnumero, seuraavaksi ovat kuvaukset kohteesta ja viasta, näiden jälkeen tulevat työn tärkeys, ilmoituksen tekijä, työn tilanne sekä päivämäärä.

Tämä on merkittävä määrä suhteessa siihen, kuinka yksinkertainen linjasto lopulta on. Linjasto tosin toimii hyvin vaihtelevasti, ”hyvänä päivänä” se saattaa toimia ilman mitään vikoja kun taas ”huonona päivänä” vikoja saattaa ilmetä koko ajan. Linjastoa olisi hyvä uudistaa, jotta näitä vikoja saataisiin mahdollisimman paljon vähennettyä linjastosta, mikä helpottaisi niin työntekijöiden kuin korjaajienkin töitä huomattavasti.

Vikailmoituksia tarkastellessa huomattiin, että suurin osa ilmoituksista oli niin sanotusti tehty ”väärään paikkaan” eli suurimmalla osalla ilmoituksista oli väärä tunnus, jolla ilmoitukset lajitellaan omiin laiteluokkiin. Eli on vaikea sanoa, millainen osuus milläkin laitteella on vikailmoituksissa, mutta jonkin aikaa tarkasteltaessa näitä ilmoituksia, karkea arviointi osuuksista on: strippauskone 35 %, kaikki kuljettimet 30 %, pesuysikkö 10 %, syöttöyksiköt 15 % ja muut 10 %. Mitä enemmän linjastoa uudistetaan, sitä enemmän näitä vikoja saadaan poistettua ja näin kustannuksia pienennettyä. Kuvassa 13 on MAXIMO -ohjelman etusivu, johon siis vikailmoitukset tehdään. [3,11]

6.2 Nykyinen

Nykyisen linjaston huoltokustannukset ovat suuret, kun sitä verrataan muihin tehtaan huoltokustannuskohteisiin, esimerkiksi levyjen jatkokäsittely- ja hitsauslaitteiden huoltokustannukset ovat n. 25 % pienempiä kuin strippauslinjaston huoltokustannukset. Kustannusten suuruutta voidaan kuitenkin selittää laitteiden iällä, sillä laitteita ei ole juuri uusittu sitten 80-luvun puolivälin jälkeen. Kolme suurinta kustannuskohdetta linjastossa ovat puolipukkinosturi (34,2 %, teetetään alihankkijalla), strippauslinja (17,8 %) sekä strippauskone (13,9 %). Kustannuksia kului puolipukkinosturissa alihankkijan kuluihin ja muissa tapauksissa materiaaleihin ja itse huoltotöihin. Materiaalien osuus koko linjaston huoltokustannuksissa on n. 15 %.

6.3 Optimaalinen

Suurimmat kustannukset aiheutuisivat roboteista sekä laserleikkurista, mutta huoltokustannukset jäisivät pienemmiksi kuin nykyisellä laitteistolla. Tässä tapauksessa

tiloja tarvitsisi muokata jonkin verran optimaalisuuden saavuttamiseksi, tai sitten rakennetaan kokonaan uusi halli, jossa voitaisiin käyttää mahdollisimman paljon uutta tekniikkaa. Tämä olisi kuitenkin erittäin suuri investointi, joten syytä olisi samalla lisätä tuotantokapasiteettiä kannattavuuden lisäämiseksi.

6.4 Vaihtoehto 1

Investointikustannuksia syntyy kun poistetaan ylimääräiset kuljettimet ja etenkin kun siirretään strippauskonetta lähemmäksi pesukuljetinta sekä leikkurin hankinnasta ja muista mahdollisista muutostöistä.

Poistamalla pari kuljetinta huoltokustannukset pienenevät, mutta muokkaamalla nykyistä strippauskonetta voitaisiin mahdollisesti pudottaa huoltokustannuksia entistä enemmän. Mutta lopultakaan huoltokustannuksia ei saada kovin pieniksi nykyiseen verrattuna näin pienillä muutostöillä, säästöjä tulisi n. 10 %:n verran

6.5 Vaihtoehto 2

Tässä kohteessa syntyy paljon kustannuksia korjaus- ja muutostöiden vuoksi, sillä vanhat altaat täytyy poistaa ja rakentaa uudet/uusi tilalle sekä lattiaa korjata ja ehkä vahvistaa. Jos hankitaan leikkuri strippauslinjastoon, lisää tämä kustannusten määrää. Mutta nämä kustannukset ovat kannattavia jos tuotantoa saadaan lisättyä merkittävästi uusien altaiden myötä, sillä vanhoja emälevyaltaita vapautuisi tuotannon käyttöön peräti 18 kappaletta ja uusia emälevyaltaita voitaisiin rakentaa 20 kappaletta. Tämä kylläkin vaatii, että uusille altaille tehtäisiin oma virtapiiri, jolloin virtaa voitaisiin kasvattaa 20 kiloampeeriin, joka lyhentää nikkeli-levyjen kasvatusaikaa.

Tila vaatii myös laajentamista, koska nykyinen tila jää pieneksi sekä lattiatasoa tarvitsee madaltaa hallin 2 lattian tasolle. Investointikustannukset jäävät pienemmiksi silloin, kun strippauslinjasto sijoitetaan yläkertaan, eikä tuotantoa kasvateta. Huoltokustannusten suhteen suurimmat osuudet olisivat strippauskone/robotit ja leikkuri. Karkeasti arvioiden huoltokustannukset pienenisivät 50 %:lla nykyiseen verrattuna.

6.6 Vaihtoehto 3

Kustannuksia syntyy vähän, sillä tämä alue ei vaadi paljoa muokkaamista. Anodipukit lähtevät helpolla irti eikä lattiaa tarvitse kuin hieman tasoittaa ennen koneiden asennusta. Strippauskone sekä pari kuljetinta siirrettäisiin tähän ja niihin tehtäisiin hieman muutoksia käytettävyyden parantamiseksi. Ainoat suuret hankinnat tähän kohteeseen olisivat uuden pesurin hankinta sekä uuden virtapiirin rakentaminen uusille emälevyaltaille.

Huoltokustannukset pienenisivät karkeasti arvioiden n. 30 %:lla, sillä tällä paikalla ei tarvitse olla paljoa ylimääräistä linjastoa, ja valmiit levypinot saisi siirrettyä melko helposti hitsauskoneelle, jolloin ylimääräistä trukin ajoa ei tarvita ja tämä alentaa muita kustannuksia.

6.7 Vaihtoehto 4

Muutostöistä syntyviä kustannuksia on jonkin verran, sillä lattiaa pitää hieman muokata, nosturiin johtavat tikkaat siirtää sekä muiden tavaroiden siirtäminen/poistaminen. Tämän päädyn altaita täytyy myös muokata sen verran, että niille tehtäisiin oma virtapiiri, jolloin riittävä määrä siemenlevyjä pystytään tuottamaan altaiden ollessa hieman pienempiä kuin nykyiset emälevyaltat. Jos päädytään käyttämään puolipukkinosturia, tarvitsee tällöin myös tehdä tälle omat virtakiskot tähän päätyyn, joka lisää kustannuksia.

Laitteiden siirtäminen ja/tai uusien hankkiminen tuo omat kustannuksensa, mutta huoltokustannuksia saataisiin karsittua jos hankintaan uudet laitteet tai vanhoja muokataan riittävästi. Säästöjä tulisi n. 30 - 40 %:a, riippuen siitä miten paljon linjastoa uudistetaan. Lisäksi trukkia ei tarvita enää siirtämään valmiita levynippuja paikasta toiseen.

6.8 Yhteenveto

Kaikissa vaihtoehdoissa syntyy jonkin näköisiä kustannuksia muutos- ja korjaustöistä, sekä mahdollisista laitehankinnoista. Kaikilla näillä kuitenkin saadaan karsittua huoltokustannuksia, mitä enemmän uusitaan laitteistoa, sitä pienemmäksi huoltokustannukset käyvät. On kuitenkin huomioitava miten paljon kannattaa tiloja uudistaa ja uusia laitteita hankkia, jotta tämä olisi kannattavaa. Halvin vaihtoehto muutostöiden kannalta olisi vain supistaa nykyistä linjastoa ja kallein olisi sivulaiva. Huoltokustannuksien suhteen suurimmat säästöt tulisivat joko sivulaivasta tai hallin toisesta päädyistä, jos laitteistoa uudistetaan mahdollisimman paljon. Vaihtoehto 2:sta tulee hieman halvempi investointien suhteen, jos tuotantoa ei kasvateta, mutta se olisi silti kallein vaihtoehto toteuttaa näistä neljästä.

	Huoltokustannukset	
Investointi	Edullinen	Kallis
Edullinen	→	Vaihtoehto 1
↓		Vaihtoehto 3
Kallis	Vaihtoehto 4	Vaihtoehto 2

Taulukko 1. Vertailutaulukko, joka selventää eri vaihtoehtojen kannattavuutta.

7 VAIKUTUKSET TUOTANTOON

7.1 Siemenlevyproduktio

Nykyisellä linjastolla pystytään tuottamaan siemenlevyjä 936 kappaletta päivän aikana, olettaen että kaikki emälevyvaltuat ovat käytössä sekä kaikki tuotantoon liittyvät seikat ovat kunnossa, eikä levyjä mene yhtään romuksi. Kasvujakso siemenlevyillä 18 kiloampeerin virralla on kaksi päivää. Nämä levyt riittävät 18:an 52:en levyn altaaseen tai 19,5:een 48:an levyn altaaseen, näillä levyillä selviydytään yhden päivän nostoista. Jotta kaikkiin tuotantoaltauksiin saataisiin levyt, niitä tarvitaan yhteensä 5352 kappaletta. Siksi niitä tarvitsee valmistaa koko ajan, koska aika ajoitin osa näistä siemenlevyistä menee korvarelevyjen valmistukseen ja osa romuksi.

Kaikki tuotantoaltaat eivät kuitenkaan ole yhtä aikaa päällä, vaan osaa altaista huolletaan, jolloin siemenlevyjä voidaan valmistaa varastoon, siltä varalta, että jokin emälevyaltaista joudutaan huoltamaan tai strippauslinjasto rikkoontuu pidemmäksi aikaa. Huoltoseisokin jälkeen siemenlevyjien valmistus aloitetaan ennen tuotannon aloitusta, jotta levyjä saataisiin kaikkiin altaisiin sekä varastoon tarpeeksi. Vaihtoehto 1 ei aiheuta muutoksia, koska siinä ei tehdä mitään muutoksia itse altaisiin tai kasvujaksoon.

7.1.1 Optimaalinen

Oletetaan, että tuotantoa kasvatettaisiin viisinkertaiseksi, eli tällöin rakennettaisiin kokonaan uusi elektrolyysihalli. Siemenlevyjä tarvittaisiin noin 26 000-28 000 kappaletta, riippuen altaiden koosta, jotta kaikkiin altaisiin saataisiin levyt. Kasvuaikana levyillä olisi yksi päivä ja yhden päivän nostoihin levyjä tarvittaisiin noin 4000 kappaletta. Altaita tätä määrää varten tarvitaan 77-84 kappaletta, riippuen altaiden koosta.

7.1.2 Vaihtoehto 2

Jos rakennettaisiin 20 uutta allasta, joista yhteen altaaseen mahtuisi 52 titaanilevyä, ja kasvujakso lyhenisi yhteen päivään, voitaisiin päivän aikana tuottaa 1872 kappaletta siemenlevyjä, jotka taas riittävät peräti 36:een 52:en levyn altaaseen tai 39:ään 48:en levyn altaaseen. Siemenlevyjien määrä ei muutu silloin, jos strippauslinjasto sijoitetaankin yläkertaan vanhojen kuparialtaiden tilalle, eikä tuotantoa kasvateta.

7.1.3 Vaihtoehdot 3 ja 4

Tuotantoaltaita tarvitsisi muuntaa 12 kappaletta emälevyaltaiksi, ja kasvuaika lyhentää yhteen päivään, jotta saataisiin riittävä määrä siemenlevyjä tuotantoon. Tällöin levyjä saataisiin valmistettua 1152 kappaletta päivässä, ja nämä taas riittävät 22:een 52:en levyn altaaseen tai 24:ään 48:en levyn altaaseen. Tuotantoa ei saada tällä vaih-

toehdolla paljoo lisättyä, mutta levyjä saataisiin enemmän varastoon ja emälevyaltaita voitaisiin täten huoltaa enemmän.

7.2 Katodituotanto

Tuotantoaltaita on tällä hetkellä 110 kappaletta, joista 18 on 52:n levyn altaita ja loput 48:n levyn altaita. Kaikki tuotantoaltaat eivät ole yhtä aikaa päällä, vaan osaa niistä huolletaan tai jos raaka-ainetta on niukasti, otetaan altaita pois päältä, jotta raaka-aine ei loppuisi kesken. Kesällä kaikki altaat ovat pois päältä huoltoseisokin ajan, ja tämän jälkeen niitä laitetaan päälle siihen tahtiin, että nostosykli saadaan sopivaksi. Päivän aikana nostetaan yleensä 12-20 altaallista. Vaihtoehto 1 ei aiheuta muutoksia. Kasvuaika levyillä on yleensä viikko, mutta virtaa nostamalla se voidaan lyhentää kuuteen päivään.

7.2.1 Optimaalinen

Tuotantoaltaiden määrä nousisi nykyisestä 110 kappaleesta 550 kappaleeseen, kun tuotantoa halutaan kasvattaa viisinkertaiseksi. Päivän aikana tarvitsee nostaa noin 78 altaallista, jos ei virran määrä muuteta

7.2.2 Vaihtoehto 2

Koska tuotantoaltaita tulisi 18 kappaletta lisää, lisääntyisi tuotanto 16,36 %:a, olettaen ettei tuotantoaltaiden kasvuaikaa muutettaisi nykyisestä, kaikkia altaita ei käytetä koko aikaa sekä virran määrää ei nosteta. Nostosykliä jouduttaisiin korottamaan nykyisestä 12-20 altaallisesta 28-36:en altaalliseen. Jos kuitenkin strippauslinjasto sijoitetaan yläkertaan altaiden tilalle, ei tuotanto tällöin kasva ja pysyttäisi samassa tuotantomäärässä kuin nykyisessäkin.

7.2.3 Vaihtoehdot 3 ja 4

Tuotantoaltaiden määrä nousisi nykyisestä 110 altaasta 116:en altaaseen. Nostosyklin suhteen muutosta ei tapahdu paljoakaan, tällöin nostettaisiin 14-22:en altaallista päivässä. Eikä tuotantokaan kasva paljoa, se kasvaisi 5,45 %:n verran, ellei virran määrää muuteta.

8 VAIKUTUKSET TYÖNTEKIJÖIHIN

Nykyinen linjasto työllistää kolme työntekijää vuoron aikana, kukin on vuorollaan yläkerrassa hoitamassa nostoja ja kaksi muuta alakerrassa hoitamassa linjastoa. Työ ei sinällään ole raskasta, mutta jatkuvat linjaston vikaantumiset vaativat kahden henkilön läsnäoloa alakerrassa, sillä näin estetään koko linjaston pysäyttäminen vian satuesssa jossain kohtaa linjastoa. Ensimmäinen vaihtoehto ei aiheuta muutoksia kovinkaan paljoa, mutta alakerrassa selviytyy paremmin pelkästään yhdellä työhenkilöllä, jos sinne ei kahta saada jostain syystä vuoron aikana.

Toinen vaihtoehto puolestaan tekee kolmannen työntekijän tarpeettomaksi tässä työpisteessä, linjastoa pystyy hoitamaan kahden henkilön voimin. Alakerrassa olevan tarvitsisi vain tarkkailla linjaston toimivuutta sekä mahdollisia viallisia titaani- tai nikkeli-levyjä sekä lähettää valmiita levynippuja eteenpäin. Kolmannessa vaihtoehdossa selvidyttäisiin myös vain kahdella työntekijällä, koska nostoja hoitava voi myös auttaa koneita tarkkailevaa henkilöä tarpeen vaatiessa.

Neljäs vaihtoehto lienee paras näistä vaihtoehdoista, sillä yksi henkilö voisi hoitaa sekä nostoja, että valvoa linjastoa, kunhan laskettuaan levyt pesuriin ei lähde viemää uusia levyjä heti altaille, vaan jää tarkkailemaan koneen toimivuutta. Tämä on mahdollista kun linjastoa automatisoidaan mahdollisimman paljon, jolloin linjastoa ei tarvitse tarkkailla paljoa, sekä linjasto sijaitsee melkein emälevyaltaiden vieressä.

Optimaalisessa vaihtoehdossa tuotantoa kasvatetaan viisinkertaiseksi, jolloin joudutaan siirtymään kolmeen vuoroon, jotta kaikki vaadittavat nostot ja strippaukset saa-

taisiin hoidettua päivän aikana. Tämä on ainoa vaihtoehto, jossa tarvitsee lisätä vuorojen määriä, muissa vaihtoehtoissa riittää nykyinen kaksivuorojärjestelmällä ja voidaan ehkä siirtää henkilöitä muihin tehtäviin.

9 LOPPUPÄÄTELMÄ

Nykyisen kierron supistaminen on halvin vaihtoehto toteuttaa, silloin vain pari kuljetinta poistetaan käytöstä ja strippauskonetta siirretään lähemmäksi pesukuljetinta. Ainoa suurempi kustannus olisi leikkurin hankinta. Huoltokustannuksia ei kuitenkaan tällä vaihtoehdolla saada karsittua paljoa, koska kuljettimet ovat melko pieni osa huoltokustannuksista. Sen sijaan mikä tahansa muu vaihtoehto karsisi enemmän huoltokustannuksia, koska silloin linjastoa saadaan muokattua paljon pienempään kokoon kuin mitä nykyinen on. Muita kustannuksia sen sijaan syntyy enemmän kuin ensimmäisessä vaihtoehdossa.

Toiseksi halvin vaihtoehto olisi siirtää linjasto hitsauskoneen viereen, jolloin linjasto olisi lyhyt ja valmiit nikkelilevyt saataisiin siirrettyä suoraan hitsauskoneelle helposti. Kustannuksia kuitenkin syntyy, kun alueelta pitää raivata tilaa linjastolle ja uusille emälevyaltaille tarvitsisi tehdä oma virtapiiri, sekä laitteita pitää suojata anolyytillä. Kolmantena vaihtoehtona olisi hallin toinen pää, jolloin huoltokustannukset pienenisivät paljon, sillä tähän tilaan voitaisiin hankkia uudempia laitteita kuin mitä nykyiset ovat. Muita kustannuksia sen sijaan syntyy paljon, sillä tilaa tarvitsisi muokata jonkin verran, uusia laitteita hankkia sekä rakentaa emälevyaltaille oma virtapiiri ja nosturi joudutaan siirtämään toisesta päästä tähän pätyyn.

Neljäs vaihtoehto vaatii kaikkein eniten muutoksia, jolloin kustannukset ovat myös kaikkein korkeimmat tässä vaihtoehdossa, mutta huoltokustannuksia tässäkin tapauksessa saataisiin karsittua pienemmiksi. Viimeisessä vaihtoehdossa rakennetaan uusia altaita sivulaivaan, johon niitä saisi rakennettua 10 allasparia, olettaen että tuotantoaltaiden saippuasäiliö siirrettäisiin muualle, tai rakennettaisiin yksi yhtenäinen allas. Kustannukset olisivat suuret, mutta tässä vaihtoehdossa pystyttäisiin lisäämään tuotantoa, kun vanhoja emälevyaltaita vapautuisi tuotantoon 9 allasparin verran.

Paras vaihtoehto, jos muutostöihin ei investoida paljoa, on vaihtoehto 1. Jos taas halutaan lisätä tuotantoa eikä investoinnin suuruudella ole väliä, niin paras vaihtoehto on vaihtoehto 2. Molemmat vaihtoehdot pienentävät huoltokustannuksia, mutta toinen vaihtoehto (sivulaiva) pienentää kustannuksia huomattavasti enemmän työkierro-ron lyhyiden ja uusien laitteiden myötä. Vaihtoehto 4 on myös hyvä, jossa työkierro-ron pituutta saadaan lyhennettyä ja uutta laitteisto hankittua paljon.

10 JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET

Työssä osoittautui hieman hankalaksi saada aineistoa elektrolyysin laitteista piirustusten ja laitetietojen osalta. Joko niitä ei ollut tai sitten tiedot olivat hyvinkin puutteellisia, lisäksi aineistoa oli hyvin sekalaisesti paperiversiona, sähköisenä tai molempina, useimmiten joko vain paperiversiona tai sähköisenä. Sähköisessä muodossa olevat tiedostot saattoivat olla väärässä paikassa tai niillä oli väärä nimi/tunnus, jolloin niiden löytäminen hankaloitui merkittävästi.

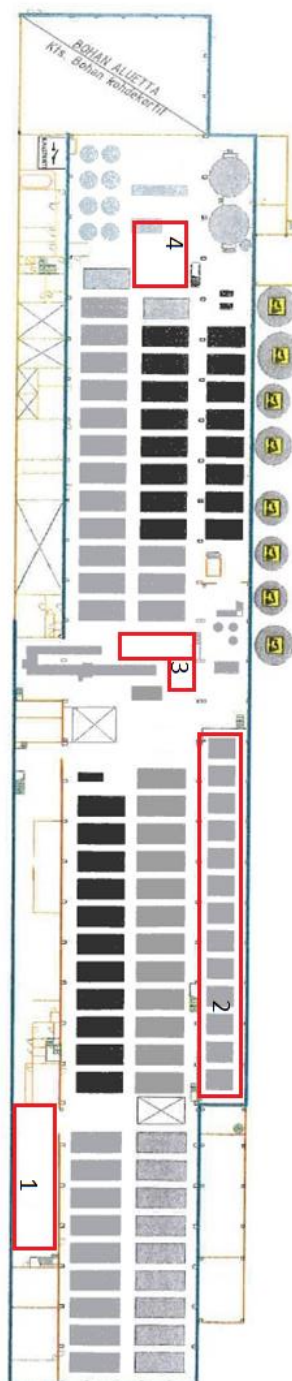
Kehitysehdotuksena esitänkin kaiken mahdollisen materiaalin saattamista sähköiseen muotoon sekä laitteiden tietojen päivittämistä, niin paperilla kuin sähköisenä. Lisäksi materiaalin pitäisi olla helposti saatavilla, etenkin Outotecin ja ABB:n henkilöstölle, jotka näiden asioiden kanssa ovat tekemisissä lähes päivittäin.

Myös vaihtoehtojen huoltokustannuksia sekä investointeja kannattaa laskea tarkemmin, sillä tässä työssä esitetyt arvot eivät ole tarkkoja, vaan ne on arvioitu karkeasti. Tällöin saadaan selville mikä vaihtoehdoista on oikeasti halvin toteuttaa ja missä niistä huoltokustannukset pienenevät eniten.

LÄHTEET

1. Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n kotisivut. 2014. Viitattu 14.2.2014.
<http://www.norilsknickel.fi/fi/yritys/historia/?PHPSESSID=a809f07c12afcb0b80f19d4e0028e366>
2. Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n yritysesittelykalvot. 2014. Viitattu 14.2.2014.
3. Kunnossapito-ohjelma MAXIMO. ABB. Viitattu 17.2.2014.
4. Anssi Laherto. Ohjeita ohutlevytuotteiden valmistusystävälliseen suunnitteluun. Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 2010. Viitattu 7.3.2014
<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/59266/nbnfi-fe201002231402.pdf?sequence=3>
5. Teskolaserin www-sivut. 2014. Viitattu 17.3.2014.
http://www.teskolaser.com/waterjet_cutting.html
6. Laser cutting, Wikipedia. 2014. Viitattu 17.3.2014.
http://en.wikipedia.org/wiki/Laser_cutting
7. Water jet cutting, Wikipedia. 2014. Viitattu 17.3.2014.
http://en.wikipedia.org/wiki/Water_jet_cutter
8. Laserkeskuksen tutkimustulokset. Sisäinen julkaisu. 2010. Viitattu 18.3.2014.
9. ABB:n korjaamon piirustukset ja tiedot. Sisäinen julkaisu. 2014. Viitattu 3.3.2014.
10. Outotecin arkistot ja tietokannat. Sisäinen julkaisu. 2014. Viitattu 10.3.2014.
11. Prosessinhoitajien ja työnjohtajien omat mielipiteet ja ehdotukset.
12. Sanna Ranta. Seleenin rajapitoisuuden määrittäminen nikkielektrolyysissä. Opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Viitattu 16.5.2014.
http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/40887/makynen_sanna.pdf?sequence=1
13. Control Globalin www-sivut. Viitattu 16.5.2014.
<http://www.controlglobal.com/industrynews/2004/179/>

ELEKTROLYYSIHALLIN POHJAPIIRUSTUS, NUMEROIDUT ALUEET ILMAISEVAT VAIHTOEHTOJEN PAIKAT.



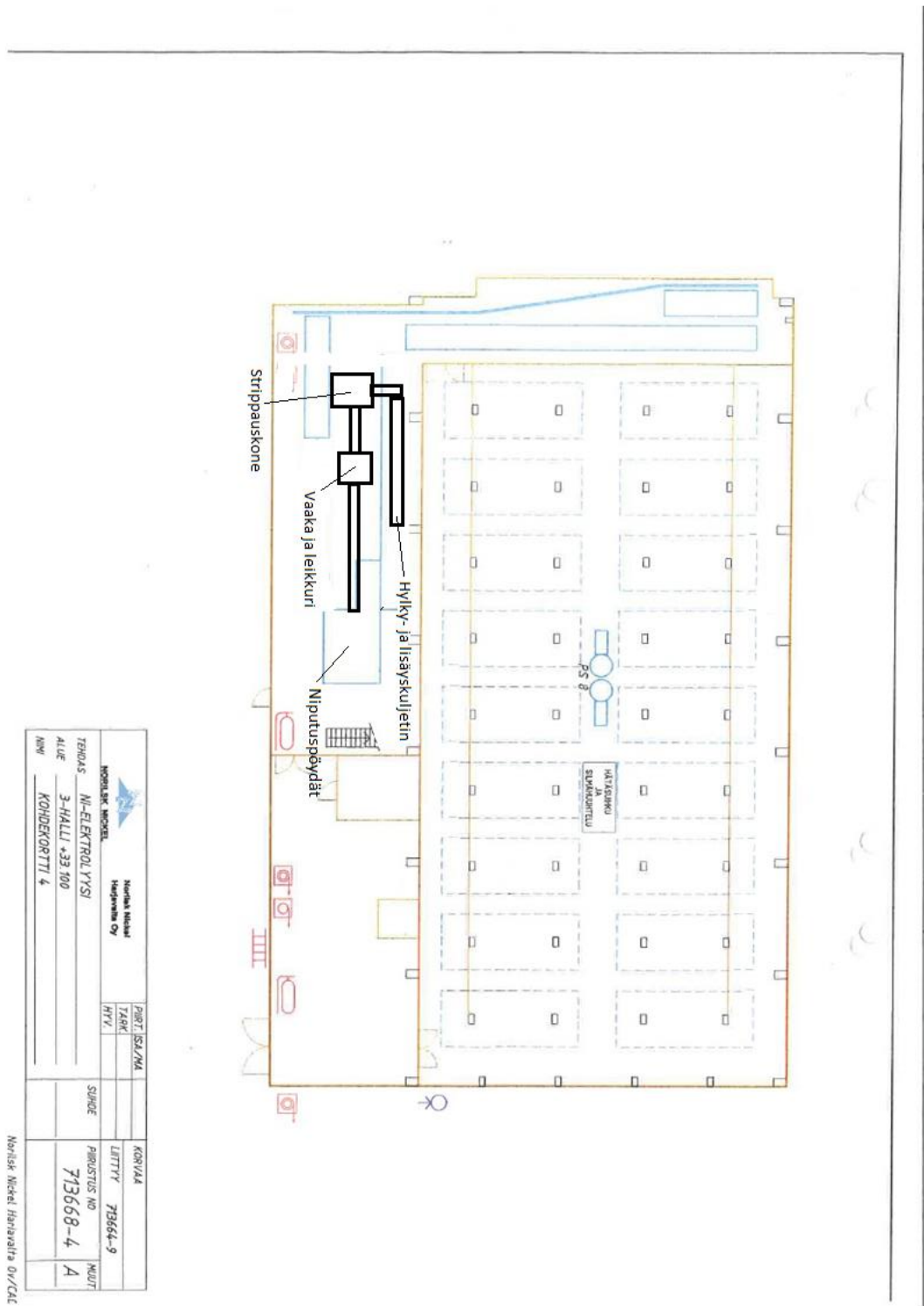
.. \VMS0505281\713659.dgn 28.4.2010 8:26:20

Alue / Osasto	Kokkokuori	Proj.n:o	713659-9	Proj.n:o	713659-9
Luonnos / Alue	1	713659-9	713659-9	713659-9	713659-9
1:500	713659-9	713659-9	713659-9	713659-9	713659-9
4:2000	4	713659-9	713659-9	713659-9	713659-9

Proj.n:o	713659-9	Proj.n:o	713659-9
Proj.n:o	713659-9	Proj.n:o	713659-9
Proj.n:o	713659-9	Proj.n:o	713659-9
Proj.n:o	713659-9	Proj.n:o	713659-9

Ilmestys: 28.4.2010

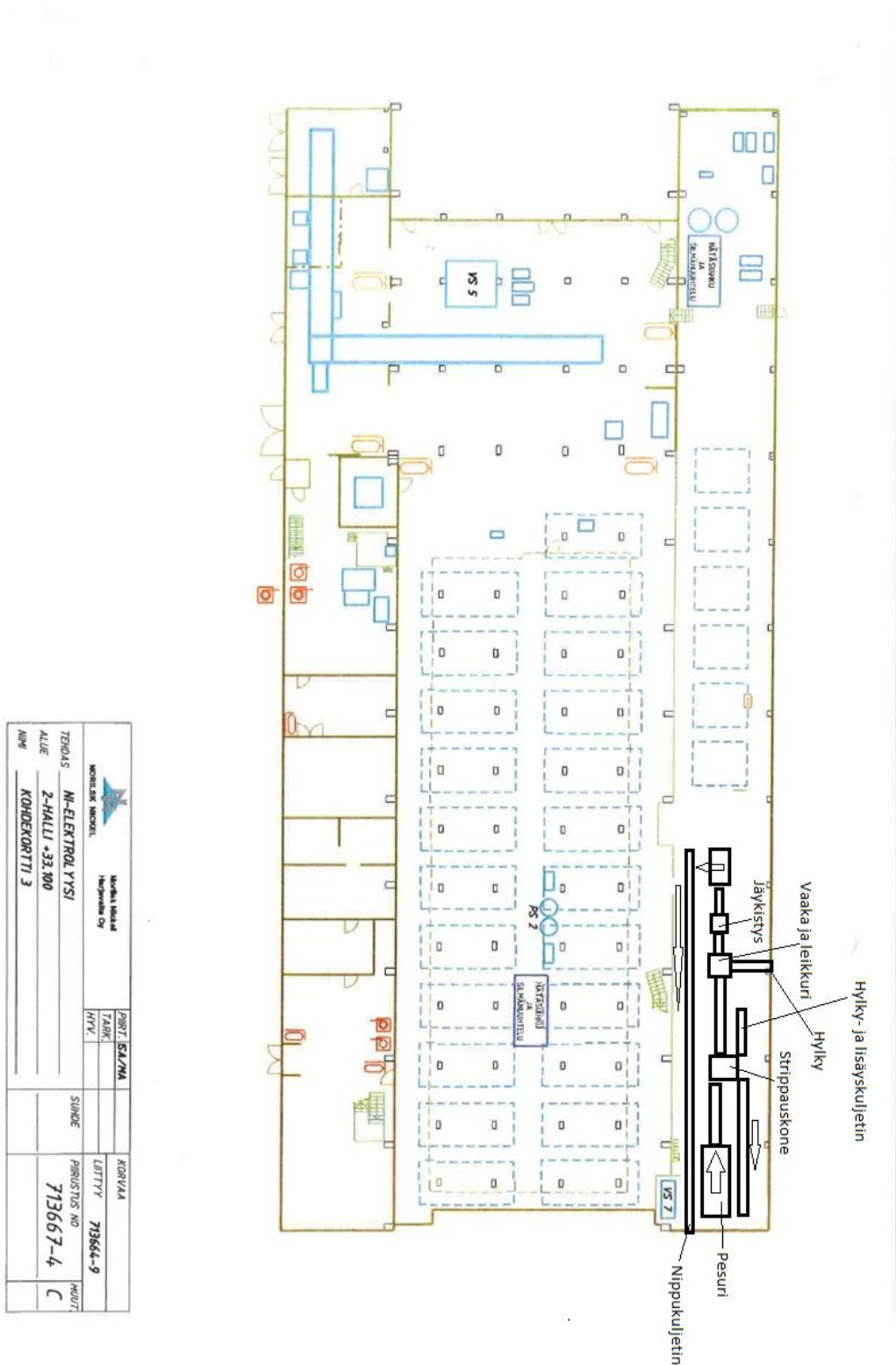
3-HALLIN POHJAPIIRUSTUS, STRIPPAUSPÄÄ ALAKERTA JA
ENSIMMÄINEN VAIHTOEHTO.



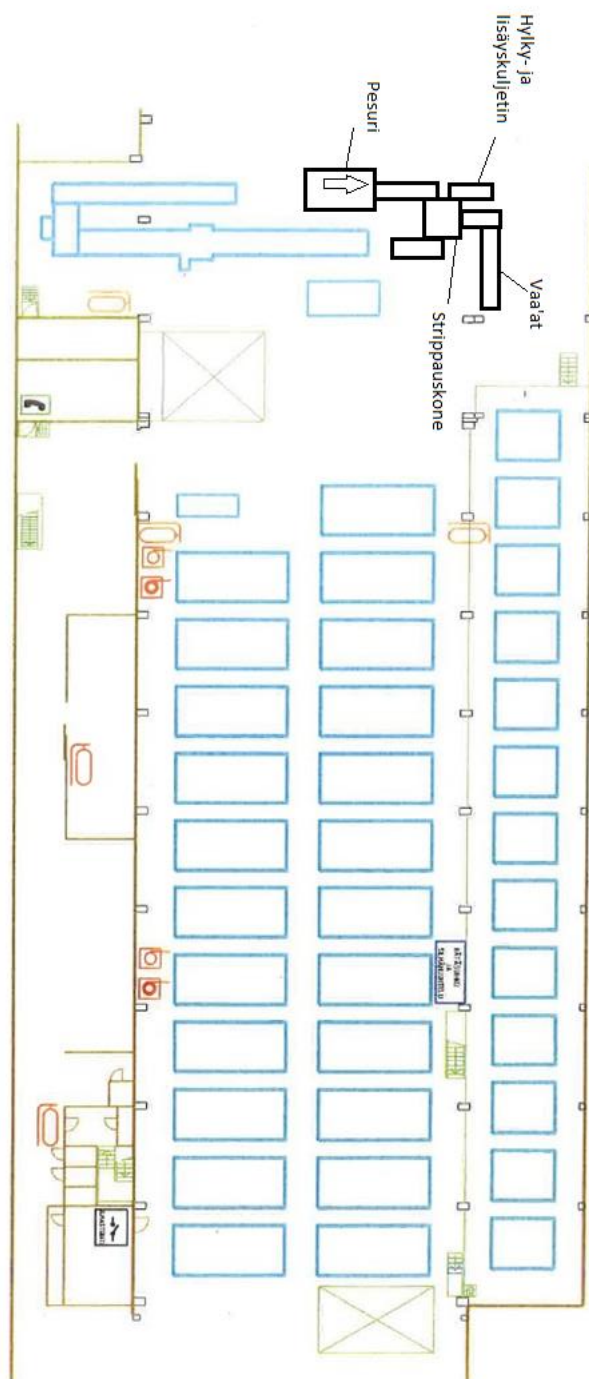
Nohlas Mikkel Nohlas Mikkel Harjoitus Oy		PIIRIT	ISÄ/MA	KORVUJA
TEHDAS	NI-ELEKTROLIYYSI	TKR1		LETTY
ALUE	3-HALLI +33.100	HTV		713664-9
RYHMÄ	KONDEKORITTI 4			PIIRUSTUS NO
				713668-4
				MAUT
				A


Nohlas Mikkel Harjoitus Oy/CAC

2-HALLIN POHJAPIIRUSTUS, SIVULAIVAN ALAKERTA JA TOINEN VAIHTOEHTO.

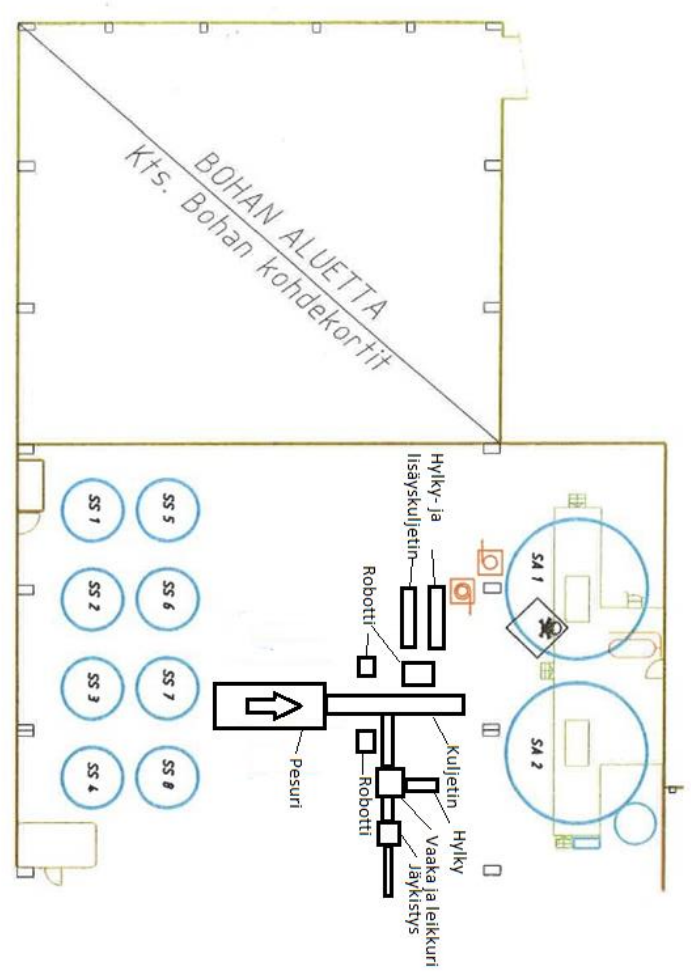



2-HALLIN POHJAPIIRUSTUS, HITSAUSKONE JA KOLMAS
VAIHTOEHTO.



 NORKON ELEKTRONIIKKA OY NORKON ELEKTRONIIKKA OY		PIIRTI/ISA/MIA TARKI H/V/L		KORVIA LITTY 713649-9	
TEHDAS M-ELEKTROLI YHTIY		SUHDE		PIIRUSTUS N:o 713672-4	
ALUE 2-HALLI +36.300				MAUUT 713672-4	
NIMI KOHDEKORTTI 3				B	

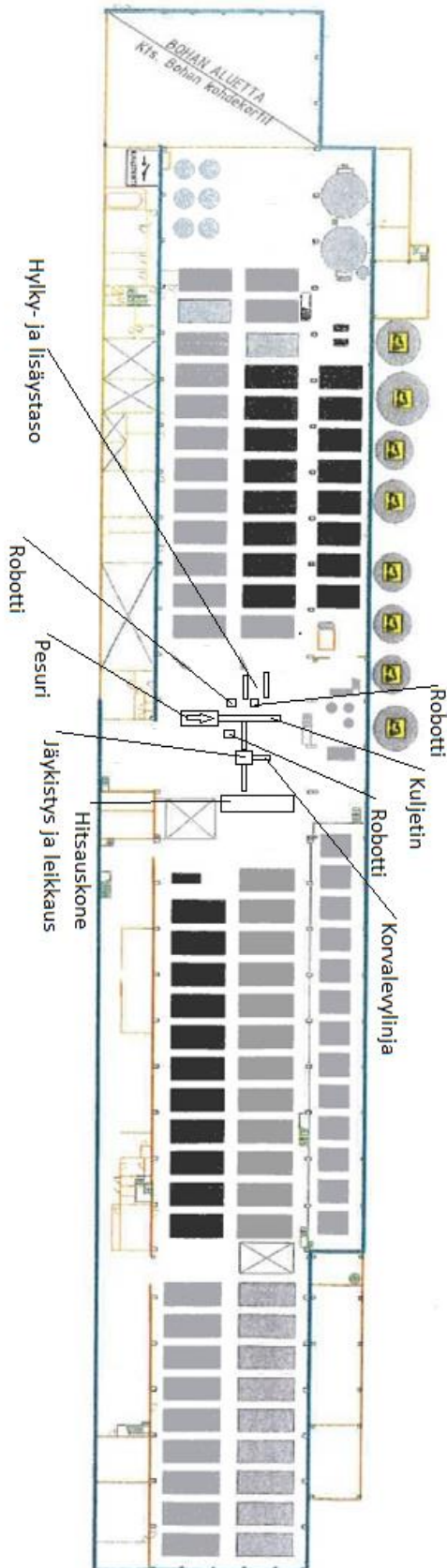
1-HALLIN POHJAPIIRUSTUS, NELJÄS VAIHTOEHTO.



 N-ELEKTROL YTISI KONSALIKI JYVÄSKYLÄ		NORDICA MÄKYLÄ RAUPOURU OY		PIIRIT: SA/MA	KORVAUS
TUNNUS: NI-ELEKTROL YTISI		TUOTE:		TARK:	LÄHTÖ: 713659-9
ALUE: LUUSPUUN ALUE • 36.300		KÄY:		SUUNNE:	PARUSTUS NO: 713670-4
ANVI: KOHDEKORTTI 1		KÄY:		SUUNNE:	PIIRIT: C

ESIMERKKI OPTIMAALISESTA LINJASTOSTA.

...\\pms05528\713659.dgn 28.4.2010 8:26:20



Alue / Osasto	Kokkeerit	Piv.no	ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA
Läsnäköalue	1	713659-4	ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA
1-näkö	2	713659-4	ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA
2-näkö	3	713659-4	ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA
3-näkö	4	713659-4	ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA

ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA
ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA
ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA
ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA	ROKIAN ALUETTA

Arto Oksanen Oy

