

Opinnäytetyö YAMK

Teknologiaosaamisen johtaminen

YTEJOS16

2018

Viacheslav Eskin

KATODILEIKKAAMON TOIMINNAN OPTIMOINTI

OPINNÄYTETYÖ YAMK | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Teknologiaosaamisen johtaminen

2018 | 43 sivua, 1 liitesivu

Ohjaajat: Yliopettaja Osmo Eerola, Tutkimusinsinööri Tuomo Laukkanen

Viacheslav Eskin

KATODILEIKKAAMON TOIMINNAN OPTIMOINTI

Tämä opinnäytetyö on tehty Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n tehtaassa katodileikkaamalla. Opinnäytetyössä tutkitaan leikkaamon toimintaa. Työssä etsittiin tuotannon pullonkaulat ja keinot asetetun tuotantotavoitteen saavuttamiseksi mahdollisimman kustannustehokkaasti. Tavoitteena oli optimoida työjärjestelyjä, mm. leikkaamon ja leikkureiden toimintaa niin, että saadaan suunniteltu tuotanto leikkaamosta haluttuina tuotteina.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin toimintatutkimusta. Toimintatutkimus pyrkii tutkimusstrategiana käytännön toiminnan ja teoreettisen tutkimuksen vuorovaikutukseen. Tietoperustana käytettiin soveltuvia lopputöitä, NNH:n sisäisiä tutkimuksia ja raportteja. Tutkimusaineistoa kerättiin haastatteleamalla osaston henkilökuntaa sekä mittaamalla leikkaamiseen ja huoltoihin kuluva aikaa, joka otetaan huomioon tuotannon suunnittelussa.

Tulosten perustella voidaan todeta, että on mahdollista leikata suunniteltu tuotanto ajallaan, mutta automaattileikkurin leikkausmäärät riippuvat inhimillisistä tekijöistä ja työntekijöiden kokemuksesta.

Inhimillisten tekijöiden lisäksi kapasiteettiin vaikuttavat eri tuotteiden erilainen leikkausnopeus. Tuotannon optimoinnin vuoksi olisi hyvä lisätä työntekijöitä kolmivuoroon ja vähentää työntekijöitä kaksivuorosta, se auttaisi lisäämään tuotantoa.

ASIASANAT:

Tuotanto, Lean, varastointi, leikkaus, katodit

MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Technology Competence Management

2018 | 43 pages

Instructors: Osmo Eerola, Principal Lecturer, Tuomo Laukkanen, Research Engineer

Viacheslav Eskin

OPTIMIZATION OF CUTTING PLANT PRODUCTION

The present master's thesis was commissioned by the cathode-cutting plant of Norilsk Nickel Harjavalta Oy. The thesis focuses on the operation of the cutting plant and particularly on identifying the bottlenecks of the production and the means to reach the set production target as cost-effectively as possible. The aim is to optimize the production operations of the cutting machine.

Action research was used as a research method in this study and the goal of the development work was defined based on the method. The research strategy of action research aims at the interaction between the practical activities and the theoretical research. The data were gathered from the NNH internal studies and reports and by interviewing the staff working in the department. The cutting and maintenance time was monitored and results were taken into account in the production planning. In addition, the staff was interviewed to find out who could possibly have time for cutting and maintenance work. The research was mainly qualitative.

The results show that it is possible to cut the planned production on time, but the cutting volume depends on the human factors and the employees' experience.

In addition to the human factors, the capacity is affected by the different shear rates depending on the products. In order to optimize the production, it would be a good idea to increase the number of employees in the three-shift work and to reduce the number of two-shift employees to be able to increase the production.

KEYWORDS:

Production, Lean, storage, cutting, cathodes

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 TUOTANNON JÄRJESTELMÄ JA OPTIMOINTI	11
2.1 Vuorotyö	11
2.2 Kaksivuorotyö	11
2.3 Yötyö	12
2.4 Kolmivuorotyö	12
2.5 Työaikamuodon valinta	12
2.6 Varastojen erityispiirteitä	14
2.7 Keskusvarasto	19
2.8 Kuormalavavarasto	19
2.9 Varaston logistiikka	20
2.10 Resurssien pullonkaulat	21
2.11 NNH:n varastointikapasiteetit	22
2.11.1 Katodivarasto	22
2.11.2 Tuotevarasto	22
3 LEIKKAAMON TOIMINNAN KEHITTÄMINEN	23
3.1 Opinnäytetyön tavoitteet	23
3.2 Tutkimusmenetelmä	23
3.3 Reflektiivinen ajattelu	23
3.4 Haastattelut	25
3.5 Demingin ympyrä	26
3.6 Lean Six Sigma	28
3.7 Leikkaamo	30
3.8 Kunnossapidon vaikutus tuotannon aikalajeihin	33
3.9 Leikkaamon organisointi	35
3.10 Opinnäytetyön lähtökohdat	36
3.11 Katodileikkaamon toiminnan määritelmä	36
3.12 Katodileikkaamon toiminnan kapasiteetti	40
4 YHTEENVETO	43

LÄHTEET

44

LIITTEET

Liite 1. Haastattelulomake

KAAVAT

Kaava 1. Varaston täyttöaste (Hokkanen, 2016, 17) 17

KUVAT

Kuva 1. Yleiskuva varastosta ja varaston toiminnoista. (Hokkanen, 2016, 15)	14
Kuva 2. Toimintatutkimuksen vaiheet Carrin ja Kemmisin mukaan. (Carr & Kemmis 1986, 186)	24
Kuva 3. Toimintatutkimus spiraali. (Aaltola, 2007, 202)	25
Kuva 4. Demingin ympyrä (PDCA). (Provost ym. 2011, 9)	27
Kuva 5. DMAIC-kartta. (Burton & Boender 2003, 129.)	29
Kuva 6. Liiketoiminnan ongelmanratkaisutavat. (Karjalainen & Karjalainen 2002, 13)	30
Kuva 7. I leikkuri	31
Kuva 8. II leikkuri	32
Kuva 9. 1- ja 2-pakkauslinjat	32
Kuva 10. Käsipakkauslinja	33
Kuva 11. III leikkuri	33

KUVIOT

Kuvio 1. Elektrolyysin organisaatio (NNH:n organisaatiokaavio) 35

TAULUKOT

Taulukko 1. Kuormalavoista. (Hokkanen, 2016, 26)	19
Taulukko 2. NNH:n budjettisuunnitelma	36
Taulukko 3. Katodileikkaamon toiminta kuukaudeksi	36
Taulukko 4. Katodileikkaamon tuotanto päiväksi	37
Taulukko 5. Katodileikkaamon tuotanto eri työvuoroille (automattileikkaus)	38
Taulukko 6. Katodileikkaamon tuotanto eri työvuoroille (käsileikkaus)	38

Taulukko 7. Katodileikkaamon toiminta vuodessa (esimerkki)	38
Taulukko 8. Kokeen tulokset	40
Taulukko 9. Katodileikkaamon kapasiteetti	42

KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

Analysointi	Tässä opinnäytetyössä viitattaessa tuotteiden analysointiin tarkoitetaan tuotteen laaduntarkkailua, jossa selvitetään mitä alkuaineita tuote sisältää ja missä suhteissa.
Bertsch	Käsi­käyttö­leikkurin tuotenimi, tällä leikataan stripit
Elektrolyysi	Tässä opinnäytetyössä elektrolyysillä tarkoitetaan tuotanto-osastoa, jossa nikkeliä valmistetaan electrowinning -menetelmällä.
FiFo	First In, First Out (Ensin sisään, ensin ulos), jonorakenne
Katodi	Katodilla tarkoitetaan sähkökemiallisen parin elektrodiä, jossa tapahtuu pelkistyminen. Tässä opinnäytetyössä katodilla tarkoitetaan elektrolyysillä valmistettua nikkeli­levyä.
LiFo	Last In, First Out (Viimeisenä sisään, ensin ulos), pinorakenne
Nikkeli	Nikkeli on lujaa, sitkeää, hopeanväristä ja magneettista metallista rautaryhmän alkuainetta. Sen kemiallinen merkki on Ni ja järjestysluku 28.
Riiskakuoppa	Laitetaan automaatti I-leikurilta tulevat epäkurantit siivut
RTS	RTS Index on Moskovan pörssiin (MICEX-RTS) sisältyvän Russian Trading Systemin (RTS) pääindeksi
Sivutuote	Sivutuotteella tarkoitetaan tuotetta, joka syntyy halutun tuotteen valmistuksen ohessa, vaikka sen valmistukseen ei pyritä.
Stripit	Automaattileikkurilla leikattavista paloista poikkeavia palakokoja. Nämä palakoot vaihtelevat reilusti ollen parhaassa tapauksessa 10 cm * 80 cm paloja

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin toimeksiannosta Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n leikkaamolle. Leikkaamo toimii osana elektrolyysiä ja sen ydintoiminto on elektrolyysin tuottaman nikkelikatodin jatkojalostaminen.

Venäläisomisteinen Norilsk Nickel (NN) on yksi maailman suurimmista kaivos- ja metallurgisen teollisuuden yrityksistä, merkittävä palladiumin ja ensiluokkaisen nikkelin tuottaja ja yksi suurimmista platinan ja kuparin valmistajista. Norilsk Nickel valmistaa myös kobolttia, rodiumia, hopeaa, kultaa, iridiumia, ruteniumia, seleeniä, telluuria ja rikkiä. (Nornickel, 2018)

Nornickel Harjavalta (NNH) on merkittävä ja monipuolinen nikkelimetallien ja kemikaalien valmistaja. NNH on modernin teknologian, vastuullisen EHS-toiminnan (environment, health, safety) ja laajan tuotevalikoiman johdosta yksi maailman johtavista nikkelijalostamoista. (Nornickel 2018)

Norilsk Nickel Harjavalta Oy (NNH) työllistää tällä hetkellä n. 292 henkilöä Harjavallassa ja Espoossa. Vuosikapasiteetti on yli 59 000 tonnia ja liikevaihto vuonna 2017 on yli 700 miljoonaa euroa. (NNH:n tulokortti, Duunitori, 2018)

NNH:aan kuuluu liuottamo, uutto, elektrolyysi, pelkistämö ja kemikaalitehdas. Liuottamossa liuotetaan nikkeliä kiintoaineesta vesiliuokseen. Nikkelin liuosmuoto on tarpeen jatkojalostusta varten. Metallipitoinen hienokivi jauhetaan kuulamylyissä. Vesi erotetaan ja jauhettu hienokivi liuotetaan rikkihapon ja hapen avulla. Liuottamolta tuleva nikkelisulfaattiliuos kulkeutuu osittain ensin kalsiumuuton läpi, jossa siitä uutetaan kalsiumin lisäksi rautaa, sinkkiä, kuparia ja mangaania, jonka jälkeen se vielä pumpataan kobolttiuuttoon. (Nornickel 2018)

Liuospuhdistuksen jälkeen osa puhdistetusta nikkeliiliuoksesta johdetaan elektrolyysiin ja osa pelkistämöön sekä kemikaalitehtaalle jatkokäsiteltäväksi. Liuospuhdistuksessa koboltti erotetaan kobolttiraakaliuoksena, jota puhdistetaan edelleen ennen liuoksen siirtoa kemikaalitehtaalle kobolttisulfaatin valmistukseen. Elektrolyysin tehtävänä on valmistaa liuoksesta katodinikkeliä elektrolyyttisesti. Pelkistämössä vetypelkistykseen prosessissa saadaan nikkelibrikettiä, ja nikkelpulveria. Leikkaamo on elektrolyysin osa. Leikkaamo toteuttaa katodinikkelin leikkaus-, pakkaus- ja lastaustyön. (Nornickel 2018)

NNH:ssa valmistetaan seuraavia tuotteita: nikkelikatodit, nikkelibrikitit, nikkelikemikaalit, nikkelisulfaatti, nikkelihydroksidi, nikkelihydroksidikarbonaatti, kobolttisulfaatti ja ammoniumsulfaatti. (Nornickel 2018)

Nikkelikatodit ovat 99,9 % nikkeliä. Nikkelikatodeja käytetään pinnoituskäsittelyissä, jotka vaativat erityistä puhtautta raaka-aineiltaan. Se toimii raaka-aineena myös seosmetallien valmistuksessa, erityisesti ruostumattoman teräksen valmistuksessa. Tuotteet toimitetaan joko paloitetuna tynnyreissä tai kokonaisina levyinä. Tehtaan kokonaistuotannosta katodien osuus on 29 %. (Nornickel 2018)

Nikkelibrikitit ovat 99,8 % nikkeliä. Brikitit kestävät hyvin mekaanista kulutusta ja soveltuvat siksi hyvin kuljetettavaksi irtonaisena autokuormittain tai pakattuna suursäkkeihin. Nikkelibrikettejä käytetään muun muassa ruostumattoman teräksen valmistukseen. Tehtaan kokonaistuotannosta brikettien osuus on 58 %. (Nornickel 2018)

Nikkelisulfaatissa on noin 22 % nikkeliä. Nikkelisulfaatille tunnusomaista ovat korkea puhtausaste sekä vesiliukoisuus. Sulfaattia käytetään paljon sähköpinnoitukseen juuri vähäisten epäpuhtauksien vuoksi. Myös eloksoidun alumiinin värjäamisessä käytetään nikkelisulfaattia. (Nornickel 2018)

Nikkelihydroksidissa on noin 62 % nikkeliä. Sitä toimitetaan asiakkaille säkeissä, ja sen käyttökohteena on pääasiassa akkuteollisuus. (Nornickel 2018)

Nikkelihydroksidikarbonaatti sisältää 40 – 50 % nikkeliä. Korkean puhtausasteen tuote ei ole vesiliukoista. Nikkelihydroksidikarbonaattia käytetään ruostesuojaukseen sekä elektroniikka- ja kemianteollisuudessa. (Nornickel 2018)

Kobolttisulfaattia on tuotettu NNH:n tehtaalla vuodesta 2014 alkaen. Se on nikkeli tuotannon sivutuote, jota käytetään muun muassa ladattavien akkujen valmistukseen, renkaiden sideaineena sekä rehujen lisä- ja hivenaineena. (Nornickel 2018)

Ammoniumsulfaatti on nikkeli tuotannon sivutuote, jota käytetään lannoitteena tai erikoislannoitteiden raaka-aineena. (Nornickel 2018)

Valtaosa nikkelistä käytetään terästeollisuudessa ruostumattoman ja haponkestävän teräksen valmistukseen, mutta tämän lisäksi merkittäviä nikkelin käyttäjiä ovat muun muassa auto-, lasi- ja elektroniikkateollisuus. Tuotteista 80 % toimitetaan Euroopan alueelle. (Nornickel 2018)

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan leikkaamon toimintaa. Työssä tunnistetaan tuotannon pullonkaulat ja löydetään keinot asetetun tuotantotavoitteen saavuttamiseksi mahdollisimman kustannustehokkaasti. Tavoitteena on optimoida työjärjestelyjä niin, että saadaan tietty tuotanto (tuotejakauma) läpi leikkaamosta. Hankkeessa mitattiin parametrit (aika, nopeus, kapasiteetti), joista tehtiin vertaileva analyysi. Tiedonkeruun aikana tehtiin myös henkilöhaastattelut. Tutkimus tehtiin lähinnä kvalitatiivisena. Opinnäytetyössä on analysoitu nykyistä aika- ja työaikataulua, leikkaamisen ongelmia, resurssien määrittämistä, tutkittu työtehtäviä ja tehty leikkauskokeita leikkaamossa.

Tiedon hankinta tehtiin osittain tuotannosta tietoa keräillen ja kapasiteetteja määritellen ja osin haastatellen. Lopputyössä on kokeellisin menetelmin määritetty leikkaamon kapasiteetti. Haastatteluilla on pyritty keräämään tietoa tuotannon ja leikkauksen suunnittelusta.

2 TUOTANNON JÄRJESTELMÄ JA OPTIMOINTI

2.1 Vuorotyö

Vuorotyö on määritetty niin, että työvuorojen on vaihduttava säännöllisesti ja niiden on muututtava sovituin ajanjaksoin. Säännöllisesti vuoro vaihtuu, kun vuoro jatkuu enintään yhden tunnin yhdessä seuraavan vuoron kanssa tai kun vuorojen väliin jää enintään yhden tunnin aika. Työvuorojen muuttumisella tarkoitetaan sitä, että vuorotyötä tekevän työntekijän on tehtävä eri vuoroja. Esimerkiksi pelkästään yövuoroja tekevä työntekijä ei tee vuorotyötä. Työntekijän tietää, kuinka pitkän aikaa kutakin vuoroa tehdään. Työnantajan oikeuksiin kuuluu päättää, muuttuvatko työvuorot myötä- vai vastapäivään. (Äimälä ym. 2009, 102) Myötäpäivään kiertävissä järjestelmissä kahden peräkkäisen vuoron väliin jää myös riittävästi aikaa palautumiseen. Sen sijaan vastapäivään kiertävissä järjestelmissä esiintyy nopeita vuoronvaihtoja (esim. ilta, aamu), joissa vuorojen väliin saattaa jäädä jopa alle kahdeksan tuntia. (Terveet ja tulokselliset työajat 2018, 6)

2.2 Kaksivuorotyö

Kaksivuorotyö tarkoittaa lähinnä aamu- ja iltavuoroja. Kaksivuorotyö ajoittuu ihmisen fysiologisten toimintojen kannalta luonnolliseen aikaan. Haittana kaksivuorotyössä on aikaiset aamuhätykset ja iltavuoron loppuminen usein myöhään. Työ- ja vapaa-ajan sekä perhe-elämän yhteensovittamisen kanssa voi olla hankaluutta. Keskeytymätön kaksivuorotyö voi olla rytmisessä seuraavasti: neljä aamua, kaksi vapaata, neljä iltaa ja kaksi vapaata tai kaksi aamua, kaksi iltaa ja kaksi vapaata. Aamuja ja iltoja on aina kaksi peräkkäin. Jälkimmäinen kaksivuorojärjestelmä on suositeltavampi, sillä siinä on vähemmän aikaisempia aamuvuoroja ja vähemmän iltavuoroja peräkkäin. Peräkkäisten iltavuorojen poisjääminen mahdollistaa aikaa perheelle ja ystäväpiirille. (Hakola ym. 2007, 79)

2.3 Yötyö

Yötyö tarkoittaa työtä, jota tehdään kello 23.00 - 6.00. Kun työvuorosta vähintään kolme tuntia sijoittuu tälle aikavälille, pidetään sitä yötyönä. Yötyö on sallittua vain tietyissä tilanteissa. Esimerkiksi jaksotyössä, jossa yötyön teettämistä on rajoitettu niin, että työntekijä tekee peräkkäin enintään seitsemän työvuoroa. Kolmeen tai useampaan vuoroon järjestetyssä työssä voidaan teettää yötyötä. Lepoaika jaetaan kolmeen osaan: päivittäiseen, vuorokautiseen ja viikoittaiseen lepoaikaan. Vuoro- ja jaksotyössä päivittäisen lepoajan antaminen ei ole välttämätöntä, jos työvuoro ei kestä yli kuutta tuntia. Työvuoron ollessa enemmän kuin kuusi tuntia, työntekijälle on annettava vähintään puoli tuntia kestävä lepoaika. Aterioimiseen kulunut aika lasketaan työaikaan, jos työntekijällä ei ole varsinaista lepoaikaa vaan pelkästään ateriointimahdollisuus. (Äimälä ym. 2009, 101 - 103)

2.4 Kolmivuorotyö

Kolmivuorotyössä työvuoroja on järjestelmässä kolme: aamu-, ilta- ja yövuoro. Tavallisin keskeytymätön järjestelmä on kolmivuorotyö, kahdeksan tunnin aamu-, ilta- ja yövuoroja jokaista vuoroa on yhtä monta. Keskeytyvää vuorotyötä tehdään viitenä tai kuutena päivänä viikossa esim. maanantaista perjantaihin tai maanantaista lauantaihin. Keskeytymätöntä vuorotyötä tehdään seitsemänä päivänä viikossa esim. maanantaista sunnuntaihin. (Hakola ym. 2007, 74)

2.5 Työaikamuodon valinta

Työaikamuoto on ”työaikajärjestelyä, jossa muuttujina ovat vuorokautisten työvuorojen lukumäärä ja viikoittaisten työpäivien määrä”. (Hakola ym. 2007, 74) Työaikamuotoja (TAM) käytetään usein lyhenteillä, joissa vuorojen lukumäärä ja viikoittaisten työpäivien lukumäärä kirjoitetaan yhteen. Esimerkiksi TAM 15 on yksivuorotyö, jota tehdään maanantaista perjantaihin, mikä yleensä on säännöllistä päivätyötä. TAM 25 on keskeytyvää kaksivuorotyö, jossa viikonloput ovat vapaat. TAM 37 on keskeytymätön kolmivuorotyö. (Hublin & Härmä 2010, 125)

Erilaiset työaikamuodot ovat säädetty työaikalaissa sekä alakohtaisilla työehtosopimuksilla. Työaikamuotoihin kuuluvat muun muassa yleistyöaika, toimistotyöaika, jaksotyöaika ja säännöllinen työaika 37 tuntia viikossa. (Kuntatyönantajat 2018) Samasta työaikamuodosta tehdyt vaihtoehtoiset esitykset ovat työaikamalleja, ja työvuorojärjestelmä tarkoittaa samassa työaikamuodossa työvuorojen ajankohtia tietyllä ajanjaksolla. (Hakola ym. 2007, 74) Työvuorojärjestelmät ovat sekä säännöllisiä että epäsäännöllisiä, ja näistä viimeksi mainitut voivat olla yleisiä jaksotyöksi määritellyillä aloilla (Hakola ym. 2007, 93), kuten usein sosiaali- ja terveysalalla.

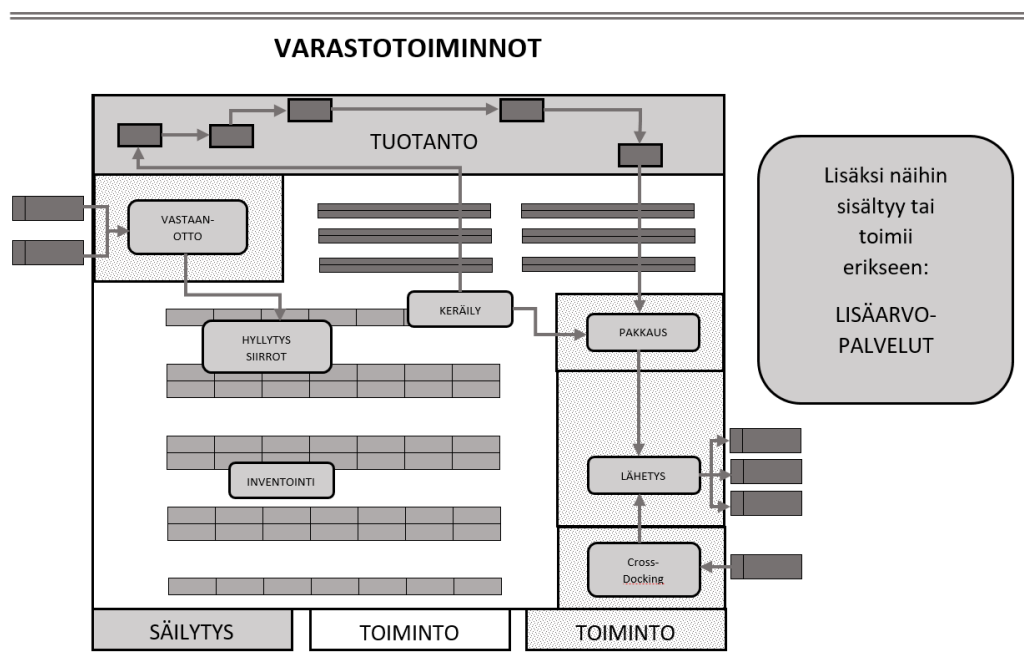
Jaksotyö tarkoittaa joustavaa keskimääräistä työaikajärjestelyä, jossa vuorokautisen ja viikoittaisen työajan pituutta ei ole määritely. Jaksotyössä kolmen viikon pituisen jakson aikana säännöllinen työaika on enintään 120 tuntia, tai kahden viikon pituisen jakson aikana enintään 80 tuntia. Keskeytymätöntä vuorokausilepoa jaksotyössä on oltava vähintään yhdeksän tuntia. (L605/1996, 7.§) Työntekijän voi pitää kerran viikossa vähintään 35 tunnin keskeytymätön viikoittainen vapaa-aika, joka on mahdollisuuksien mukaan sijoitettava sunnuntain yhteyteen. Jaksotyössä viikoittainen vapaa-aika on järjestetty keskimäärin 35 tunniksi 14 vuorokauden ajanjakson aikana, mutta vapaa-ajan on oltava vähintään 24 tuntia viikossa. Keskeytymättömässä vuorotyössä vapaa-aika voi olla keskimäärin 35 tunniksi, enintään 12 viikon aikana. (L605/1996, 31.§)

Työaikalaissa (605/1996, 34.§) on määritetty, että kun työ on järjestetty keskimääräiseksi, on ennakolta laadittava työajan tasoittumisjärjestelmä. Työntekijällä tai tämän edustajalla, eli luottamusmiehellä tai työsuojeluvaltuutetulla, on oltava tilaisuus esittää mielipiteensä työajan tasoittumisjärjestelmää laadittaessa tai sitä muutettaessa. Työaikalaissa säädetään myös työvuoroluettelosta (35.§), joka on laadittava jokaiselle työpaikalle. Siitä on käytävä ilmi työntekijän säännöllisen työajan alkamisen ja päättymisen sekä lepoaikojen ajankohdat. Myös työvuoroluettelon osalta työntekijälle tai tämän edustajalle on varattava tilaisuus esittää mielipiteensä. Työvuoroluettelo annetaan kirjallisesti tiedoksi viimeistään viikkoa ennen siinä tarkoitettun jakson alkamista. Sen jälkeen työvuoroluettelo saa muuttaa ainoastaan työntekijän suostumuksella tai työn järjestelyyn liittyvästä painavasta syystä. (34.-35.§: Hakola ym. 2007, 13)

2.6 Varastojen erityispiirteitä

Onnistunut tavaran vastaanotto ja säilytys luovat perustan varaston tehokkaalle toiminnalle. Varastonhoitaja voi vaikuttaa varaston tehokkuuteen merkittävästi omalla panoksellaan. Varastonhoitaja pystyy vaikuttamaan tähän tehokkuuteen hallitsemalla vastaanoton sekä säilytykseen liittyvät rutiinit. Vastaanoton ja säilytyksen henkilökunnan pitää pystyä tunnistamaan, millaisia erityispiirteitä saapuviin sekä varastoitaviin tuotteisiin liittyy. On tärkeää tunnistaa eri tuotteiden vaatimat säilytykseen liittyvät erityisominaisuudet, kuten esim. paino, säilyvyys ja pinottavuus. (Hokkanen, 2016, 15)

Yhteistyön merkitys on korostetusti läsnä varastotyöskentelyssä. Työvaltaisella alalla työskennellään osana logistista ketjua ja toiminta vaikuttaa monen eri henkilön työn lopputulokseen. Työtehtävät vaikuttavat koko lopputuotteen syntymiseen. Otetaan vaikka esimerkiksi paperikoneen laakeri. Varaston tietojärjestelmä osoittaa varastosta löytyvän kyseisen kappaleen. Tästä huolimatta sitä ei löydy mistään. Pysähtyykö tuotanto tämän seurauksena? Onko vastaanoton kirjauksissa tapahtunut virhe vai onko tuote sijoitettu väärälle hyllypaikalle? Osan hinta ei ole kriittinen tekijä, mutta osan puuttumisen aiheuttama koneen pysähtyminen muodostaa merkittävän taloudellisen menetyksen. (Hokkanen, 2016, 15)



Kuva 1. Yleiskuva varastosta ja varaston toiminnoista. (Hokkanen, 2016, 15)

Varastoinnissa korostuvat ryhmätyössä tarvittavat taidot. Oma toiminta vaikuttaa osaltaan kaikkien muiden työntekijöiden työtehtäviin. Iloinen huomen aamulla saa päivän alkamaan positiivisesti. Tavarann tunnistaminen sekä vahinkojen välttäminen osoittavat ammattitaitoa. Mikäli vahinkoja on tapahtunut, tulee hallita toimintatavat, joilla estetään lisävahingot. Mahdollisia vahinkoja saattavat aiheuttaa väärät säilytysolosuhteet sekä vääränlainen tavarann käsittely. Onnistunut toiminta edellyttää tarvittavien työmenetelmien käytön ja hallinnan osaamista: ovatko hyllyt kunnossa; miten sujuu hyllytystekniikka; millaisia asioita lavoista ja trukeista pitää osata. Työsuhteessa tapahtuva työskentely edellyttää työ sopimuksen laatimista. Työsuhteet sekä sopimusten solmiminen on tärkeä osa työelämää. Työ sopimuksen laatimisesta sekä sen velvoittavuudesta on kirjassa asialle omistettu erillinen kappale. (Hokkanen, 2016, 16)

Varastoja voidaan nimetä perustuen siihen, millaisia toimintoja niissä suoritetaan. Yleisesti todeten kaikista varastotyypeistä löytyvät samat lähtökohtaiset toimenpiteet tuotteiden vastaanotosta ja säilytyksestä tuotteiden lähettämiseen. Näistä yhtäläisyyksistä huolimatta toiminnot keskittyvät ja painottuvat sen mukaisesti, millaisia tuotteita varastossa säilytetään. Seuraavassa on esitelty kokonaisuudessaan varastoinnin yhteydessä käytettävää termistöä, jolla pyritään kuvailemaan toimintaa, joka varastoon liittyy. Tästä voidaan käyttää esimerkkinä tietyn raaka-ainevaraston nimeämistä joko pahvi- tai muovivarastoksi, jolloin yleensä viitataan raaka-aineisiin, joita tuotannon yhteydessä mahdollisesti hyödynnetään (kuva 1). (Hokkanen, 2016, 15)

Olipa kyseessä mikä tahansa varasto, on muistettava harkita, miten tuotteet suhtautuvat lämpötilaan ja kosteuteen. Tässä yhteydessä voidaan mainita lämpötilasäädellät varastot, kuten pakastettujen tuotteiden varastointiin tarkoitetut säilytystilat. Lämpimällä varastolla tarkoitetaan yleisesti varastotilaa, jossa lämpötila on läpi vuoden yli + 6 °C. Lämpimän varaston etuina ovat tuotteiden jäätyksen estäminen sekä vähäinen kosteus. Täysin lämmittämättömät varastot ovat alttiita ns. sadepisteilmiölle, jolloin ilman kosteus kertyy rakenteisiin. Tämän seurauksena ulkoilman lämmitessä kosteus tiivistyy ja ulkona paistavasta auringosta huolimatta saattaa varastossa ikään kuin sataa. Tätä ongelmaa on mahdollista lieventää ilmanvaihdon avulla. Riittävän tuuletuksen avulla saadaan varaston ja ulkoilman lämpötilavaihtelut tasattua. Tällöin kosteutta ei pääse kertymään varaston rakenteisiin. (Hokkanen, 2016, 17)

Seuraavaksi kappaleissa on tarkasteltu varastointia lähestyen sitä varaston toiminnan lähtökohdasta, jakaen varastot niihin osa-alueisiin, joihin niiden toiminta olennaisesti liittyy. Toisena jakoperustana on käytetty ajatusta toiminnallisuudesta sekä siitä, miten

laajalle alueelle aiheutuva toiminta muuntaa varaston toimintaa. Näissä kappaleissa on tuotu esille muutamia kyseisen jaon mukaisia toimintaperiaatteita, joiden voidaan nähdä yhdistävän näitä varastotyyppisiä. Nykysuuntauksen mukaisesti monet tässä mainituista toiminnoista ovat saaneet eteensä myös logistiikkaan liittyvän määritelmän, kuten esimerkiksi logistiikkakeskus, jota melko vapaamuotoisesti käytetään kuvaamaan hyvinkin moninaisia tavaran säilyttämiseen, terminaalitoimintoon ja kuljetukseen liittyviä toimintoja. (Hokkanen, 2016, 17)

Nimensä mukaisesti raaka-ainevarasto on suunniteltu tuotannossa tarvittavien raaka-aineiden säilytykseen. Säilytettävät tuotteet voivat muodoltaan olla sekä nestemäisiä, kiinteitä tai jauheita. Tietyissä yhteyksissä raaka-ainenumeroita käytetään myös jo osittain valmistetuista aihioista. Raaka-aineiden määrät voivat vaihdella hyvin laajasti. Varasto voi rakenteeltaan perustua joko hyllyihin tai mahdollisesti säiliöihin ja silloihin. (Hokkanen, 2016, 17)

Materiaalivarastolle tyypillisiä piirteitä ovat seuraavat:

- Nimikkeitä suhteellisen vähän.
- Täydennykset saapuvat suurissa erissä.
- Nimikkeitä toimitetaan pienissä erissä jatkuvasti tuotantoon. Varasto pyrkii ennustamaan tuotannon tilatessaan täydennyksiä.
- Raaka-ainevaraston kannalta olennaista on saada tietoa menekistä sekä tuotteiden saatavuuteen liittyviä tietoja.

Raaka-ainevaraston voidaan olettaa koostuvan erilaisista tuotteista, jotka liittyvät tuotantoon. Nämä tuotteet käsittävät merkityksellisesti varsinaiset raaka-aineet, mutta osaltaan voidaan myös säilyttää vaikkapa pakkauksessa tarvittavia materiaaleja. Nimikkeiden määrää voi lisätä erilaisten tarveaineiden mukaan, kuten pientarvikkeiden säilytys. Näiden tuotteiden säilyttämispaikasta käytetään yleisesti nimeä tarveainevarasto. (Hokkanen, 2016, 17)

Kun kyseessä on raaka-aineet, pyritään erilaisilla sopimusluontoisilla asioilla saamaan kustannussäästöjä oston yhteydessä tilauserien volyymien kasvattamisen myötä. Huomioitavaa on, että vaikka ostosopimus olisi tehty suuremmasta erästä, ei se välttämättä tarkoita, että koko vuoden raaka-aineet toimitettaisiin kerralla. Täydennysten voidaan myös suunnitella tapahtuvan kulutuksen mukaisesti, pienempinä

kertatoimituksina. Tämä saattaa luonnollisesti lisätä kustannuksia rahdin osalta, mutta toisaalta aiheuttaa säästöjä tila- ja käsittelykustannuksissa. Tämä vaihtoehto kannattaa huomioida, mikäli varaston täyttöaste uhkaa käydä sietämättömäksi. (Hokkanen, 2016, 18)

$$\text{Täyttöaste} = \frac{\text{suhdeluku; esim.täydet lavapaikat}}{\text{kaikki lavapaikat}} \quad (1)$$

Kaava 1. Varaston täyttöaste (Hokkanen, 2016, 17)

Varaston toiminnan kannalta on tärkeää tietää milloin ja minkälaisia kuormia lähitulevaisuudessa on saapumassa, jotta voidaan varata tarvittava henkilö- ja tilaresurssi. Mikäli on mahdollista porrastaa saapuvien kuormien aikataulua, kannattaa hyödyntää esimerkiksi eri vuorokaudenaikoina saapumista. Usein tähän on hyvät mahdollisuudet, kunhan asioista neuvotellaan. Saapuvien kuormien porrastaminen helpottaa kuormitushuippujen syntymistä. Tietyissä varastoissa esim. maanantai – etenkin aamupäivä – on usein viikon kiireisin päivä saapuvien tuotteiden osalta. Lähtevien tuotteiden ollessa kyseessä kiireisimpiä ajanjaksoja ovat tämän yleistyksen mukaisesti perjantai- iltapäivät. (Hokkanen, 2016, 18)

Raaka-ainevarastossa säilytettäviä tuotteita toimitetaan ensisijaisesti omaan tuotantoon. Tällöin on huomioitava sisäisen toiminnanohjausjärjestelmän vaatimat kirjausmenettelyt. Monesti varastotasojen seuranta tapahtuu saldotietojen perustella. On siis hyvin tärkeää, että kirjaukset ovat ajan tasalla. Raaka-ainevarastoissa tavaran toimitusvastuu on myös mahdollisesti viety toimittajalle, jolloin toimittaja seuraa tuotteen kulutusta. Tällöin voidaan sanoa kyseessä olevan kaupintavaraston. Toisaalta kaupintavarastoksi voidaan ajatella varastohyllystöä, johon tavaran toimittaja toimittaa tuotteita, kuten esimerkiksi pientarvikkeita. Hyllystä otetut tuotteet siirtyvät käyttäjän omistukseen siinä vaiheessa, kun ne on kirjattu hyllystä tuotantoon. Tällaisia perinteisen kaupintavaraston tuotteita voivat olla esimerkiksi ruuvit tai voiteluaineet. Toimivuuden edellytys tälle mallille on se, että kirjanpito vastaa todellisuutta. Toimittajalle tärkeätä tiedotettavaa ilmaantuu esimerkiksi tilanteessa, jossa tuotanto siirtyy tekemään tuotetta kahdessa vuorossa. Tämä tarkoittaa yleistä raaka-ainemenekin kaksinkertaistumista. Nämä tekijät on tiedotettava toimittajalle. (Hokkanen, 2016, 18)

Raaka-ainetäydennyksiä suunniteltaessa hyödynnetään tietoja, joita on mahdollista saada tuotannosta: miten paljon tuotetta aiotaan seuraavan jakson aikana valmistaa ja miten paljon raaka-aineille on menekkiä. Hyödyllistä voi olla myös tarkastaa myynnin

ennusteet sekä huomioida mahdollisten kausivaihteluiden merkitys. Edellisessä esimerkissä tuotanto lisääntyi, mutta vastaavasti lomien aikana tuotannon määrä saattaa laskea, eikä raaka-aineelle ole menekkiä. Tällöin pitää olla yhteydessä tavarantoimittajaan sekä keskustella käsillä olevasta tilanteesta. Tämä keskustelu käydään sopimuksista vastaavien henkilöiden toimesta. Tiedon välittäminen on avainasemassa aina, kun keskustellaan materiaalinhallintaan liittyvistä tekijöistä. (Hokkanen, 2016, 19)

Hyvä yhteistyö raaka-aineen toimittajan kanssa on ensiarvoista. Karkeana esimerkkinä voidaan käyttää tilannetta, jossa tavarantoimittajalla on vaikeuksia tuotannon kanssa. Hyvät keskusteluyhteydet omaava yritys saa tällaisesta tuotantohäiriöstä huomattavasti nopeammin tiedon ja pystyy näin paremmin varautumaan muuttuneeseen tilanteeseen. Pahimmissa tapauksissa, joissa tieto ei välity, tilanteen korjaaminen on auttamattomasti myöhässä siinä vaiheessa, kun hälytysrajojen riittämättömyyden huomataan olevan päivittäinen ongelma ja varmuusvarastojen havaitaan hupenevan. Tarvittavaa tuotetta ei välttämättä pystytä korvaamaan halutussa aikataulussa. (Hokkanen, 2016, 19)

Hälytysraja on tuotteelle määritelty alin mahdollinen varastosaldo, joka käynnistää tuotteen täydennystilannetarpeen. Hälytysrajan määrittämisessä pyritään yleensä huomioimaan täydennykseen kuluva aika sekä se, miten paljon tuotetta ehtii kulua ennen uuden täydennyksen saapumista. (Hokkanen, 2016, 19)

Raaka-ainevarastossa toimiessa huomiota kannattaa kiinnittää yleiseen siisteyteen sekä tuotteiden säilyvyyteen. Tilausten sekä toimitusten oikeellisuus ovat myös jatkuvia seurannan kohteita. Raaka-aineiden moninaisuudesta johtuen on syytä kiinnittää erityistä huomiota tuotteiden säilytysominaisuuksiin sekä siihen, että varaston toiminta on sujuvaa, tällöin vanhimmat tuotteet kulutetaan ensimmäisenä. Tälle toimintatavalle on olemassa englanninkielestä lyhennetty termi fifo; first in, first out. Tuotteiden saapuessa varastoon on huomattava laadun tarkastukseen liittyvät menettelyt. Mikäli virheellistä tuotetta päätyy tuotantoon, on usein kyseessä vaativa ja pitkä operaatio, jolla tilanne korjataan. Pahimmissa tapauksissa virheellisestä raaka-aineesta valmistetut tuotteet joudutaan kutsumaan takaisin asiakkailta. Tällaisia esimerkkejä on löydettävissä autoteollisuudesta, elintarviketeollisuudesta sekä erilaisista kappaletavaratuotannoista. (Hokkanen, 2016, 19)

2.7 Keskusvarasto

Varastojen kantamuotona voitaisiin pitää varaston nimeämistä keskusvarastoksi. Nimeämisen yhtenä motiivina on saattanut olla käsitys varaston sisältämien tuotteiden moninaisuudesta. Tuotannon yhteydessä keskusvarastosta on ajateltu löytyvän kaikki, mitä tuotannossa on tarvittu. (Hokkanen, 2016, 22)

2.8 Kuormalavavarasto

Koska lavakuormien hyödyntäminen on muodostunut yleiseksi toimintaperiaatteeksi, on myös näitten kuljetusalustojen säilytykseen varattava soveltuvat tilat. Riippuen lähetetyistä tuotteista lavoja voidaan myös säilyttää ulkona. Tämä luonnollisesti aiheuttaa talvella lumesta johtuvia hankaluuksia sekä kosteuden kertymistä lavoihin. Kuormalavanippuihin sisältyy paloriski, mistä syystä niitä ei saa varastoida rakennuksen seinustalle. Kuormalavojen varastointiin on myös olemassa varastoautomaatteja, jolloin lavat ovat suojatussa tilassa ja niiden saaminen käyttöön on nopeaa. Automaatin etuna on tilansäästö, mutta toisaalta hankintakulu saattaa muodostua rajoittavaksi tekijäksi. (Hokkanen, 2016, 26), (Taulukko 1)

Taulukko 1. Kuormalavoista. (Hokkanen, 2016, 26)

Standardi	Lavatyyppe	Tunnus	Mitat, m	Paino, arvo
SFS-3561	FIN-kuormalava	FIN	1,0*1,2*0,144	25 kg
SFS-EN 13698-2 UIC CODE 435- 2	CEN-Kuormalava EUR	FIN	1,0*1,2*0,144	25 kg
SFS-EN 13698-1	CEN-kuormalava	EUR	0,8*1,2*0,144	20 kg
SFS 5903	Myymälälava (teholava)		0,6*0,8*0,129	8 kg

Kuormalavojen käytössä on myös syytä miettiä, millaisia lavatyyppejä on tarkoituksenmukaisinta hyödyntää. Mikäli käytetään useampia erilaisia lavatyyppejä, tarkoittaa tämä käytännössä suurempaa tarvetta lavojen säilytystiloille (omat niput) sekä myös lisäpanostusta lavakirjanpitoon. Lavojen yhteydessä puhutaan yleisesti nelitielavasta. Tällä tarkoitetaan lavatyyppejä, jota voidaan käsitellä kaikilta neljältä sivulta. Fin- ja Eur-lavat ovat tämän tyyppisiä. Kaksitielavat ovat taas perinteisesti kertakäyttötyyppejä, jotka on suunniteltu tiettyjen tuotteiden kuljettamiseen. Tällaisen lavatyypin käyttö saattaa aiheuttaa tarpeen nostaa kyseinen lava edelleen kuljetettavaksi esimerkiksi Fin-lavan päälle käsittelyn helpottamiseksi. Fin-lavalle annetaan kantavuutta 1000 kg, kun Eur-lavan kantavuus on 800 kg. (Hokkanen, 2016, 26.)

2.9 Varaston logistiikka

Teollisen tuotannon edellytyksenä on valmistettavasta tuotteesta riippumatta toimiva logistiikka. Logistiikka huolehtii tuotannon materiaalitarpeen tyydytyksestä, hallitsee, ohjaa ja tehostaa tuotannon sisäisiä materiaalivirtoja sekä vastaa tuotteiden siirrosta eteenpäin toimitusketjussa. (Karrus 2001, 72)

Logistinen prosessi kulkee koko yrityksen läpi materiaali-, informaatio- ja rahavirtoina. Sakki (2003,24) tiivistä logistiikan olevan tavaran ja siihen liittyvän tieto- ja rahavirran

- ohjaamista eli suunnittelua, tilausten käsittelyä, myyntiä, hankintaa, taloushallintoa, tilausten valvontaa, tapahtuma- ja muutostietojen välittämistä sekä
- toteuttamista eli tavarankäsittelyä, kuljettamista, varastoimista, tehdastyötä, asiakirjojen tuottamista, laskuttamista, saatavien valvontaa ja maksujen suorittamista.

Vaikka logistinen prosessi kulkee katkeamattomana läpi koko yrityksen, se yleisesti jaetaan teollisuudessa tulologistiikaksi, sisäiseksi logistiikaksi ja lähtölogistiikaksi. Yrityksen toiminnan kannalta kaikkien osa-alueiden koordinointi tuotannosuunnittelun ja ohjauksen ohella takaavat sujuvan tuotannon. (Karrus 2001, 72)

2.10 Resurssien pullonkaulat

Theory of Constraints kutsutaan suomeksi kapeikkoajatteluksi, tai joskus pullonkaulaajatteluksi tai esteiden teoriaksi. Theory of Constraints (TOC) on sellainen ajattelumalli, että ”jokaisessa tavoitteellisessa järjestelmässä (systeemissä) on vain yksi tai muutama tavoitteiden saavuttamista rajoittava tekijä (constraint). Tätä ajatustapaa noudattaen ei suorituskyvyn parantamiseksi ole tarkoituksenmukaista kehittää kaikkea vaan on keskityttävä kehittämiseen kaikkein vaikuttavamman vipupisteen kautta. Goldratt on kuvannut TOC:tä sanalla Focus, jos TOC halutaan kiteyttää yhteen sanaan.” (Toc4finland, 2018)

Kapeikkoajatellussa on kolme tärkeää osaa-tuotannon, jakelun ja projektin hallinta ja tavoite on parantaa niiden yhteistoimintaa. (Toc4finland, 2018)

”Tuotantoprosessissa on aina sellaisia kohtia, joissa resurssit ovat ylikuormitettuja. Näitä kohtia kutsutaan resurssikapeikoiksi eli pullonkauloiksi. Tällainen kapeikko voi olla esimerkiksi sellainen laite tai kone, jonka kautta kaikki materiaalit kulkevat. Tämä säätelee käytännössä kokonaiskapasiteettia. Hienokuormituksen keinoin tulee näitä kapeikkoja kuormittaa mahdollisimman korkealla käyttöasteella. Samalla tulee muiden työvaiheiden suunnittelu toteuttaa niin, etteivät ne aiheuta kapeikkokohtaan lisäkuormaa. Nämä toimenpiteet voivat vaatia välivaraston perustamista juuri ennen kapeikkoa. Välivaraston rakentaminen solun sisälle on poikkeuskeino, koska tavoitteena ovat lyhyet läpimenoajat ja toimiminen lähes ilman välivarastoja. (Martinsuo ym. 2016, 149–150)” (Hongiston mukaan, 2018, 16)

Tilanteessa, jossa tapahtuu pullonkaula, on kaksi lähdettä. Yksi on tuotantosysteemi. On oltava, että kaikki tuotantovaiheet tehdään sopivassa järjestelyssä ja kaikki lähtökohdat määritellään selkeästi ja tarkasti. Toinen on muuttuva tuotantoprosessi. Jos prosessissa on uudet työntekijät, koneet ovat rikki tai tilauksien määrä on aina erilainen, se aiheuttaa lisää ongelmia logistikassa, varastossa ja tuotteiden valmistusprosessissa. (Toc4finland, 2018)

2.11 NNH:n varastointikapasiteetit

2.11.1 Katodivarasto

NNH:n katodivarasto on suorakulmion muotoinen lattiavarasto, jossa tehokas varastotila trukkipätkätyt pois luettuna on 10*13 m eli 130 m². Katodiniput varastoidaan alueelle LiFo-periaatteella eli varastoaluetta täytetään ja tyhjennetään samasta suunnasta. Nippuja varastoidaan turvallisuussyistä korkeintaan 2 kpl päällekkäin. Näin ollen katodivaraston maksimi kapasiteetti on yhden nipun viedessä 1,2 m² lattiatilaa 2 kpl päällekkäin varastoituna noin 216 nippua. Katodiniput ovat painoltaan noin 1500–2000 kg eli katodivaraston maksimikapasiteetti on 325–432 tonnia.

2.11.2 Tuotevarasto

NNH:n tuotevarasto on 12*14 m suorakulmion muotoinen varastoalue, 168 m². Tuotteiden varastointi alueella on tehty LiFo-periaatteella. Tuotteita laitetaan niin, että samanlaiset tuotteet yhdelle riville, ja kun rivi on täynnä, tuotteet siirretään urakoitsijan keskusvarastoon. Tuotteita voidaan laittaa rinnakkain sekä päällekkäin. Varastossa on myös pakkaustarvikealue.

3 LEIKKAAMON TOIMINNAN KEHITTÄMINEN

3.1 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on katodien leikkauksen tuotannon optimointi. Nykyaikainen elektrolyysi valmistaa nikkelikatodeja (nikkelilevyjä), jotka voi lähettää asiakkaalle. Monilla asiakkailta on tarve erikokoisille katodipaloille. Leikatusta katodipaloista asiakas maksaa enemmän kuin kokolevyistä, joten yrityksen tavoite on leikata niin paljon kun mahdollista.

Opinnäytetyössä tutkittiin tuotannon lisäämisen mahdollisuutta ja pyrittiin määrittämään optimaalinen työntekijämäärä vuoroissa. Lisäksi pyrittiin määrittämään leikkaamon tuotannon mahdollisuudet.

Opinnäytetyön tarkoitus oli ratkaista kolme asiaa:

1. Organisoida tuotanto niin, että saadaan leikattua suunniteltu tuotanto ajallaan.
2. Määrittää erikokoisten tuotteiden todellinen tarve (palakoot) ja suunnitella leikkaaminen läpi vuoden.
3. Määrittää leikkaamon maksimikapasiteetti eri tuotteille.

3.2 Tutkimusmenetelmä

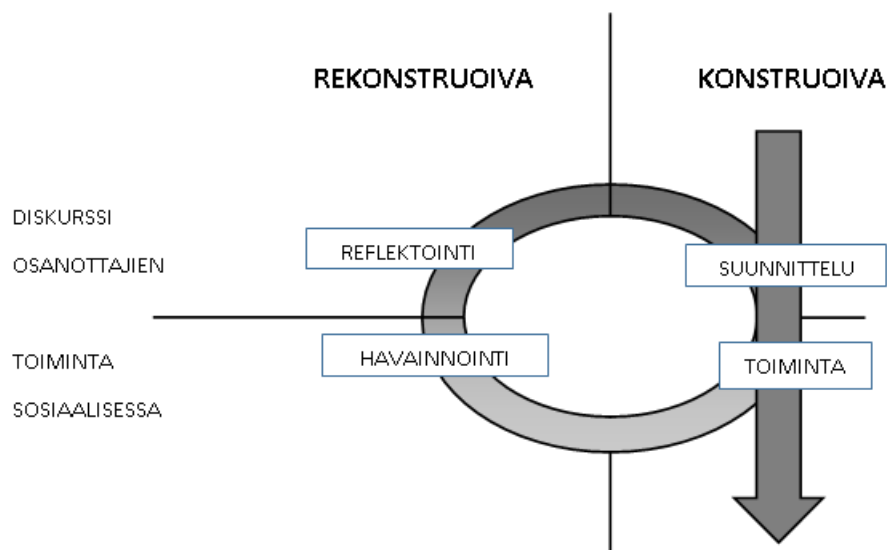
Tässä opinnäytetyössä käytettiin tutkimusmenetelmänä toimintatutkimusta. Toimintatutkimus pyrkii tutkimusstrategiana käytännön toiminnan ja teoreettisen tutkimuksen vuorovaikutukseen. Materiaalina käytettiin soveltuvia lopputöitä, NNH:n sisäisiä tutkimuksia ja raportteja. Toimintatutkimuksessa määritellään ensin tavoite kehittämistyölle, johon kerättiin sitten tutkimusaineistoa haastattelemalla henkilökuntaa ja seuraamalla leikkaamiseen ja huoltoihin kuluva aikaa. Tulokset otettiin huomioon tuotannon suunnittelussa.

3.3 Reflektiivinen ajattelu

Eräs toimintatutkimuksen lähtökohta on reflektiivinen ajattelu. Sen avulla pyritään pääsemään uudenlaiseen toiminnan ymmärtämiseen ja sitä kautta kehittämään

toimintaa. Toimintatutkimus voi lähteä liikkeelle kysymyksestä, mitä tarkoituksia toiminta kokonaisuudessaan palvelee. Tavoitteena on löytää reflektiivinen tarkastelutapa, jossa tavanomaiset käytänteet nähdään uudessa valossa. (Aaltola, 2007, 201)

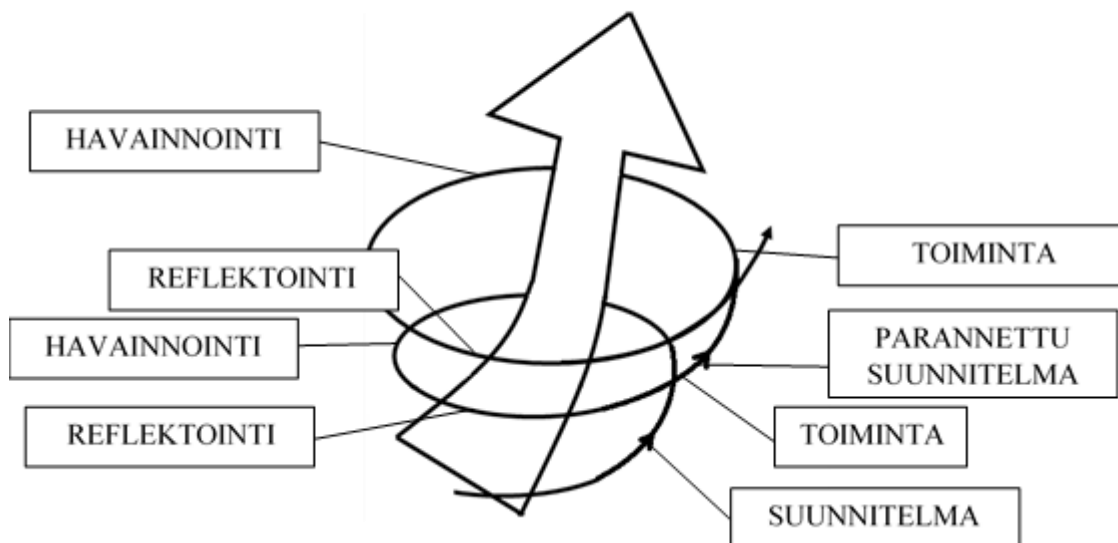
Reflektion keskeisyys toimintatutkimuksessa ilmenee muun muassa siten, että toimintatutkimusta hahmotellaan itsereflektiivisenä kehänä, jossa toiminta, sen havainnointi, reflektointi ja uudelleensuunnittelu seuraavat toisiaan. Ajatus reflektiivisestä kehästä on peräisin Lewiniltä (Lewin 1948, 205), ja sitä on sittemmin kehitelty eteenpäin useissa yhteyksissä (kuva 2). (Aaltola, 2007, 202)



Kuva 2. Toimintatutkimuksen vaiheet Carrin ja Kemmisin mukaan. (Carr & Kemmis 1986, 186)

Reflektiivisestä kehästä syntyy ajassa etenevä spiraali, kun syklejä asetellaan peräkkäin. Spiraali kuvaa, kuinka toiminta ja ajattelu liittyvät toisiinsa peräkkäisinä suunnittelun, toiminnan, havainnoinnin, reflektion ja uudelleensuunnittelun sykleinä (kuva 3). (Aaltola, 2007, 202)

TOIMINNAN KEHITTÄMINEN



Kuva 3. Toimintatutkimus spiraali. (Aaltola, 2007, 202)

3.4 Haastattelut

Haastattelun hyöty on se, että siinä voidaan hallita aineiston keruuta joustavasti vastaajia myötäillen ja tilannetta seuraten. Haastattelun aikana on mahdollista säädellä aiheiden järjestystä ja kysyä merkittäviä kysymyksiä, verrattuna esimerkiksi postikyselyyn. Haastattelu valittiin tähän tutkimukseen seuraavista syistä: tarkoitus on saada selville vallitseva nykytila, haastattelu mahdollistaa lisäkysymykset, vastaajiksi suunnitellut henkilöt oli helppo saada kiinni ja mukaan tutkimukseen ja heidät oli helppo tavoittaa myös myöhemmin, jos oli tarvetta. (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara 2009: 205, 206)

Tutkimushaastattelulla yritetään saada mahdollisimman luotettavia ja päteviä tietoja. Tähän tutkimukseen valittiin tutkimushaastattelumalleista strukturoitu haastattelu, eli lomakehaastattelu. Haastattelu tapahtuu lomaketta käyttäen, jossa kysymysten ja väitteiden järjestys ja muoto on tehty valmiiksi. Haastattelu on tällöin suhteellisen helppo tehdä sen jälkeen, kun kysymykset on saatu laadittua ja järjestettyä. Haastattelut tehtiin yksilohaastatteluina, sillä tällöin haastateltavan on helpompi keskittyä ja vastata miettimättä muiden vastauksia. (Hirsjärvi ym. 2009: 208, 210.) Haastatteluilla tavoitellaan kartoittamaan nykytilanne sekä saamaan vastauksia tutkimuskysymyksiin. Analysoidun aineiston pohjalta tehdään johtopäätökset sekä ehdotukset jatkoa varten.

Syyskuussa haastattelin NNH:n työntekijöitä, yhtä asiantuntijaa (vientikoordinaattori) ja kahta työntekijää (prosessihoitajaa). Laadin kysymykset (Liite 1) etukäteen ja sain neuvoja ohjaajalta ja opettajalta. Kysymykset prosessihoitajille olivat samalaiset molemmille ja asiantuntijalle olivat erilaiset kysymykset. Haastateltavilla oli riittävästi aikaa vastata kysymyksiin, jotta he pystyivät miettimään vastauksia.

Vientikoordinaattorilta kysyin 20 kysymystä (Liite 1), joissa tiedusteltiin mm. miten myyntibudjetti laaditaan ja mitä leikattuja tuotteita myydään eniten. Haastattelussa kävi ilmi, että myyntibudjetti laaditaan Moskovassa ja nykyään yhden tuuman tuotteita myydään eniten ja parhaimmalla hinnalla. Muut tuotteet ovat halvempia, minkä vuoksi pääpainoisesti leikataan yhden tuuman tuotteita, jonka jälkeen leikataan kahden ja neljän tuuman tuotteita. Strippejä leikataan vain asiakkaan tilauksesta. Myyntitilanne voi muuttua, jolloin valmistetaan tuotteita, joissa kate on paras. Mielestäni olisi järkevä valmistaa tuotelaji kerrallaan, mutta asiantuntijan mukaan tällä tavalla tehdyt ja varastoidut tuotteet lisäävät varastokustannuksia.

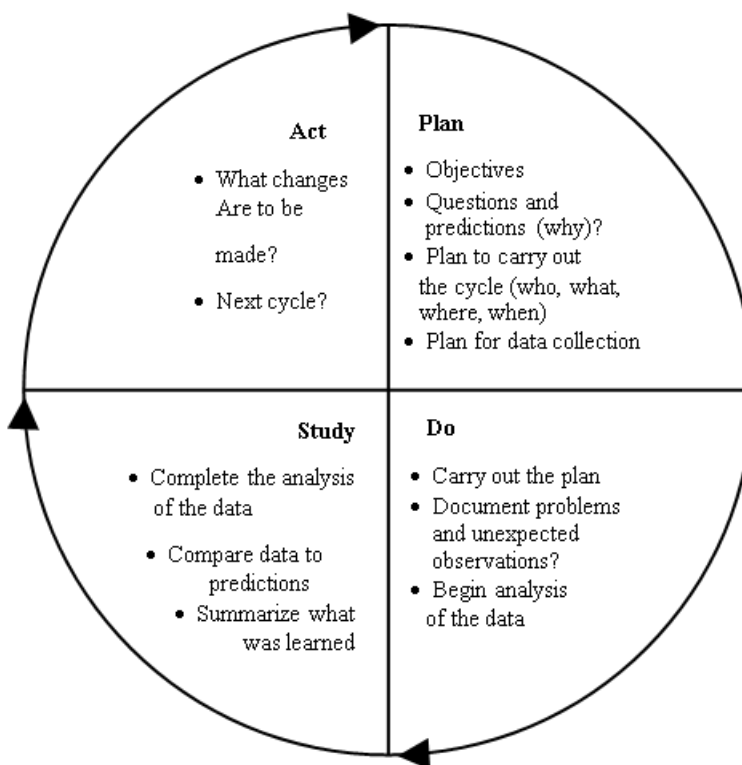
Prosessihoitajia haastattelin yksi kerrallaan ja haastattelussa oli kahdeksan kysymystä (Liite 1). Kysyin mitä he tekevät, kuinka kauan ovat työskennelleet nikkelitehtaalla, kuinka monta tonnia nikkeliä eri palakokoja voidaan leikata vuorossa, ja miten voidaan optimoida leikkaamon tuotantoa. Molemmat työntekijät ovat olleet työssä yli 20 vuotta, ammattilaisia, ja osaavat koko leikkausprosessin. Haastateltavien mukaan koneet tarvitsevat isoa huoltoa, koska nyt on havaittavissa paljon häiriöitä tuotannossa. Kun laitteet on huoettu ja miehitys on riittävä, on mahdollista optimoida tuotanto.

3.5 Demingin ympyrä

”Tohtori W. Edwards Demingin 1960-luvulla kehittämä ongelmaratkaisumenetelmä on nk. Demingin ympyrä, joka alkaa ja päättyy suunnitteluun (Kuva 4). Periaate on pitkälti sama kuin reflektiivisen ajattelun mallissa: Suunnitelmavaiheen (Plan) kysymyksillä saadaan selville tavoitteet, ennusteet, miten toimitaan, mitä tehdään, kuka tekee ja milloin tehdään. Toisessa vaiheessa (Do) suoritetaan tehtävä, tarkkaillaan odottamattomia havaintoja ja aloitetaan tietojen keräys. Kolmannessa vaiheessa (Study) kerätään tietoa ja tehdään niistä yhteenveto. Neljännessä vaiheessa (Act) toimitaan saadun tiedon tai yhteenvedon mukaan. (Kouri 2010, 14–15; Provost ym. 2011, 8-9) Kyseessä on jatkuva prosessi, jonka aikana tehdään useita erilaisia arviointitilaisuuksia. Jokaisen vuoden lopulla on arvioinnit edellisestä

vuodesta ja saavutetuista tuloksista. (Liker ym. 2012, 135–136)” (Hongiston mukaan, 2018, 20)

”Demingin ympyrä on tärkein työkalu lattiatasolla tapahtuvassa jatkuvan parantamisen mallissa. Ympyrän suomien mahdollisuuksien pohjalta kannattaa luoda omat yrityskohtaiset standardit ja toiminnot. (Dennis & Shook 2007, 150) Jatkuva parantaminen lähtee siitä ajatusmaailmasta, että aina on parannettavaa, vaikka edellinen ongelma on ratkaistu. Oppiminen on jatkuvaa ja uusia haasteita tulee koko ajan. Työntekijät opetetaan ratkaisemaan ongelmia ja oppimaan niistä. (Modig & Åhlström 2013, 153) Toiminnan ja tuotteen laadusta vastaa jokainen työntekijä itse. Kehitystyö tapahtuu ryhmissä, jossa jokainen perehtyy esille tulevaan asiaan ja ryhmä itse toteuttaa uudistukset ja suunnittelee ratkaisut. (Kouri 2010, 14)” (Hongiston mukaan, 2018, 20)



Kuva 4. Demingin ympyrä (PDCA). (Provost ym. 2011, 9)

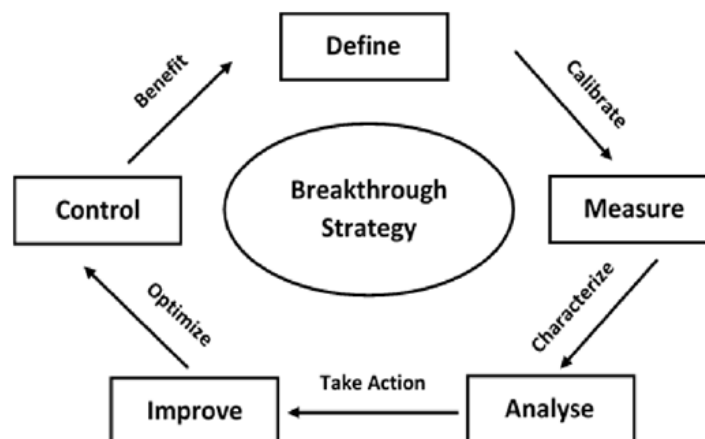
”Benchmarking on yksi parhaista tavoista vertailla strategioita ja prosesseja. Se on voimakas työkalu, jolla uutta teknologiaa voidaan ottaa käyttöön. Benchmarkingia on käytetty kokonaisten teollisuusalojen, laitteistojen tai ajallisten asioiden vertailuihin. (Dal Pont & Azzaro-Pantel 2014, 104) Benchmarking pitää sisällään

erilaisia kohteita ja lähteitä, joita tutkitaan. Tutkimuksen kohteina ovat ensisijaisena sellaiset sisäiset kohteet, jotka ovat yleensä hyvin vaikuttavia ja suorituskykyisiä. Benchmarkingilla työntekijät sitoutuvat ja näyttävät motivaationsa kehittää ja parantaa toimintaansa. Suurissa organisaatioissa etsitään sisäisiä samankaltaisia standardisoituja prosesseja, jotka ovat vaikuttavia ja luotettavia kehityskohteita ja joita voi verrata omaan tuotantoon. Riskinä kuitenkin on, että kohdistetaan huomio liikaa mahdolliseen uuteen prosessimenetelmään, joka voi toimia vain kyseisessä organisaatiossa, mutta ei taas toisessa organisaatiossa. (Dal Pont & Azzaro-Pantel 2014, 107)” (Hongiston mukaan, 2018, 21)

”Benchmarking soveltuu hyvin osaamisen ja tuotantojärjestelmien kehittämiseen. Tarkoituksena on lisätä yrityksen omaa tietämystä prosesseista, koneista ja laitteista. (Bellgran & Säfsten 2010, 292) Uutena lähestymistapana teollista prosessia tutkittaessa on käyttää apuna benchmarkingissa SWOT-analyysia. Tavoitteena on rakentaa analyysi matriisimuotoon, joka mahdollistaa merkityksellisten kysymysten ratkaisun. (Dal Pont & Az-zaro-Pantel 2014, 113)” (Hongiston mukaan, 2018, 21)

3.6 Lean Six Sigma

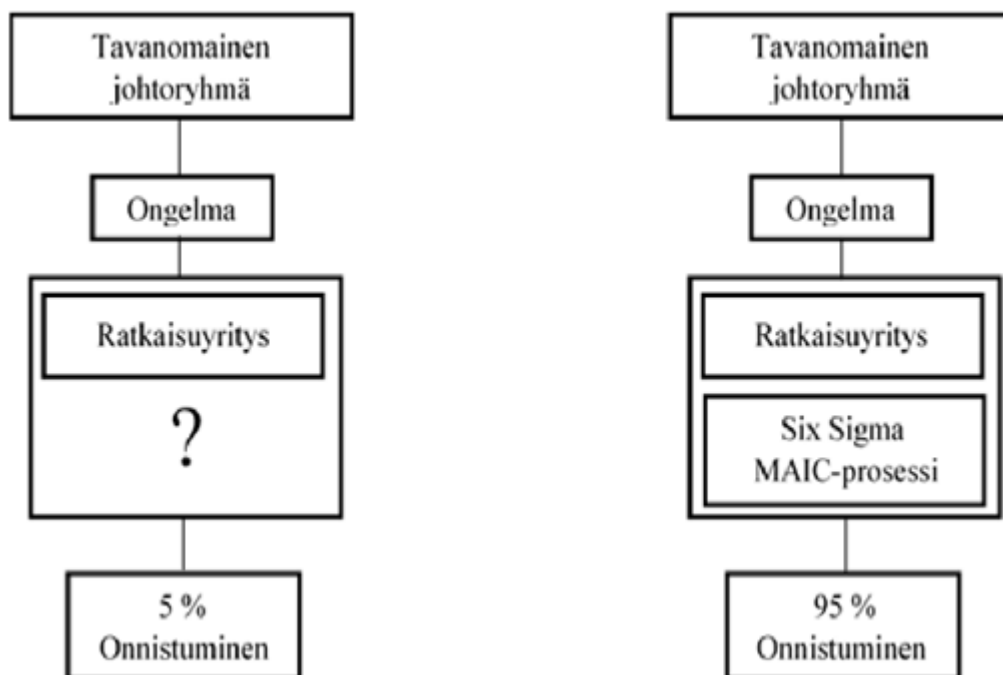
Yrityksissä alettiin 1980-luvulla siirtyä laadun tarkastuksesta laadun aktiiviseen ohjaukseen. Käynnistyi laatukoulutuksen ja laatumenetelmien aikakausi. Organisaatioissa laatutietämys tuli saada kaikkien tietoisuuteen. 1980-luvun loppu toi mukanaan laatujohtamisen ja ensimmäisen yleisen laatujohtamismenetelmän ISO 9000. Laadusta tuli yksi johtamisen tärkeimmistä työkaluista.



Kuva 5. DMAIC-kartta. (Burton & Boender 2003, 129.)

1980-luvun laatuvalankumouksessa sai alkunsa myös Six Sigma -ajattelu. Six Sigman alkuperäinen kehittäjä on insinööri B. Smith, joka kehitti Six Sigma -ohjelman. Motorolan yrityksessä alkanut Six Sigma -ohjelma poiki yhtiölle huomattavat säästöt. Kaiken kansan tietoisuuteen Six Sigma tuli, kun Motorola voitti vuonna 1988 ensimmäisen jaetun USA:n presidentin laetupalkinnon, Malcolm Baldrige - laetupalkinnon. (Burton & Boender 2003, 127; Karjalainen & Karjalainen 2002, 9–10) Six Sigma on laatuun liittyvä menetelmä, metodiikka, mitta ja filosofia, joka tukee Leanin käyttöönottoa. Six Sigma tähtää täydellisyteen organisaation koko arvoketjussa. Six Sigman tilastollinen tavoite on minimoida prosessien sisäiset vaihtelut eli variaatiot lähelle nolaa ja minimoida virheet 3,4 virheeseen miljoonaa mahdollisuutta kohti. Six Sigman avulla päästään kiinni virheitä aiheuttaviin tekijöihin. (Burton & Boender 2003, 128; Karjalainen & Karjalainen 2002, 19–21)

Kuva 5 havainnollistaa Six Sigmassa käytettävää DMAIC-prosessia. DMAIC (suomeksi: määrittele, mittaa, analysoi, kehitä, kontrolloi) etenee loogisesti tulosodotuksesta prosessimuuttujaan toteuttaen muutoksen. DMAIC on yksi Six Sigman keskeisimpiä ongelmanratkaisutekniikoita. Voidaan jopa sanoa, että se on Six Sigman sydän. Se auttaa saavuttamaan uusia laadullisia kehitysaskelia. (Burton & Boender 2003, 128; Karjalainen & Karjalainen 2002,14)



Kuva 6. Liiketoiminnan ongelmanratkaisutavat. (Karjalainen & Karjalainen 2002, 13)

Kuva 6 osoittaa Six Sigma -metodin tehokkuuden. Vasemmalla puolella oleva johtoryhmä toimii tavanomaisella osaamistasolla, ja oikean puoleinen johtoryhmä hyödyntää Six Sigma -menetelmää. Six Sigma -yrityksen suurin eroavuus toiminnassa on siinä, että tavanomainen johtoryhmä yrittää ideoida, pohtia ja ratkaista liiketoimintaongelmaansa ”yhdellä laukauksella”. Katsottaessa tunnuslukuja ja toimintaa objektiivisesti taaksepäin havaitaan kuitenkin, että mitään merkittäviä tai nopeita muutoksia ei ole tapahtunut. Six Sigma -yrityksen johtohenkilöstö sitä vastoin keskittyy hahmottamaan ja laatimaan yrityksessään oleville Six Sigma -parannusryhmille toimeksiantoa, joka sisältää suorituskykyongelman kuvauksen, tavoitteet, organisoinnin, aikataulun ja resurssit, mutta ei ratkaisua. Ratkaisun etsiminen luovutetaan siihen erikoistuneelle tiimille, jota johtoryhmä ohjaa ja tukee ongelmanratkaisussa. (Karjalainen & Karjalainen 2002, 12)

Six Sigma eroaa Leanin muista työkaluista siten, että se ei ole niinkään Leanin työkaluvaan oma kokonaisuutensa, joka tukee Leania. Yhdistetystä menetelmästä käytetään nimitystä Lean Six Sigma. Kun yritys ottaa käyttöönsä yksinkertaiset Lean-tekniikat yhdessä Six Sigman kanssa, tuottokäyrä saadaan nopeasti nousemaan ja tulokset pysyvät. Pelkkä Leanin käyttöönotto tuottaa nopeasti säästöä, mutta vaikutus ei välttämättä kestä kovin kauaa. (Burton & Boender 2003, 128; Karjalainen 2007)

3.7 Leikkaamo

Leikkaamo on elektrolyysin osa. Leikkaamo toteuttaa katodinikkelin leikkaus-, pakkaus- ja lastaustyön siihen liittyvine aputöineen (näytteenotto, laadunvalvonta ja muut vastaavat). Leikkaamossa työskentelevät prosessinhoitajat. (NNH:n Toimintaohje, 5)

Elektrolyysin leikkaamorakennuksessa sijaitsevat leikkaamon tuotantotilat, pakatun tuotteen ja käsittelemättömän nikkelin varastointitilat sekä prosessiteknikon työhuone. Samassa tilassa ovat myös lähtevän tuotteen konttori, leikkaamon prosessinhoitajien elpymishuone ja varusteiden säilytystilat. (NNH:n Toimintaohje,23)

Trukinkuljettaja vie niputetut katodit trukilla elektrolyysistä leikkaamoon käsittelemättömän nikkelin varastointialueelle. Prosessinhoitajat valitsevat tuotteen

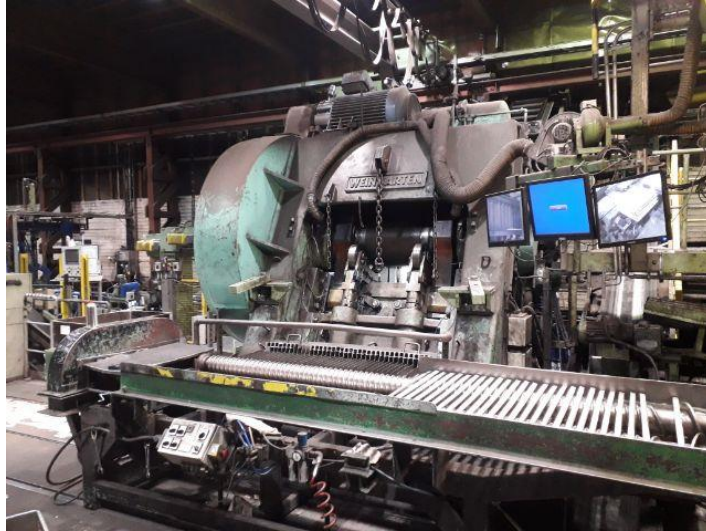
laatuvaatimusten mukaan katodinippuja leikkaukseen. Leikkaus tapahtuu joko automaatti- tai käsileikkurilla. (NNH:n Toimintaohje,23)

Leikkaamalla nikkelikatodipalat leikataan I ja II leikkureilla (kuva 7, 8) 1 tuuman, 2 tuuman ja 4 tuuman paloiksi pakkaussiiloihin, joista palat pakataan automaattisella pakkauslinjalla (kuva 9), paitsi 4 tuuman palat käsipakkauslinjalla (kuva 10) metallisiin 57 l:n kartioastioihin. Lisäksi 1 tuuman paloja pakataan myös automaattilinjalla metallisiin 10 l:n kartioastioihin. Strippituotteet leikataan sekä pakataan III leikkurilla (kuva 11). (NNH:n Toimintaohje,24)

Leikkaamalla tuotanto varastoidaan varastoon leikkaussuunnitelman mukaisina tilaus- tai varastoerinä. (NNH:n toimintaohje 25).



Kuva 7. I leikkuri



Kuva 8. II leikkuri



Kuva 9. 1- ja 2-pakkauslinjat



Kuva 10. Käsipakkauslinja



Kuva 11. III leikkuri

Leikkaamolla on leikkurein ja pakkauslinjojen lisäksi kaksi siltanosturia, kaksi trukkia, vaakoja, näytejyrsin ja imukuppinostin.

3.8 Kunnossapidon vaikutus tuotannon aikalajeihin

Tuotantojärjestelmän on kyettävä tuottamaan halutun laatutason tuotteita juuri silloin, kun niitä tarvitaan. Tämä edellyttää sitä, että tuotanto etenee suunnitellusti, ts. työvaiheiden ajallinen ja laadullinen hajonta on niin pieni kuin mahdollista. (Lapinleimu, Kauppinen, 1997, 362)

Laatuvirheet aiheuttavat lisätyötä ja menetettyä kapasiteettia. Tarpeettoman hyvä laatu puolestaan saattaa johtaa tarpeettoman korkeisiin tuotantokustannuksiin. Vastaavasti liian pitkä vaiheen kesto aiheuttaa puutteita seuraavissa vaiheissa ja suunniteltua lyhyempi vaihe varastointitarvetta ennen seuraavaa jalostavaa vaihetta. (Lapinleimu, Kauppinen, 1997, 363)

Kaiken toiminnan perusta on, että tuotantokalustoa on voitava esteittä käyttää sille suunniteltuna toiminta-aikana. Suunniteltu toiminta-aika jakautuu tuottavaan eli tuotteen arvoa lisäävään aikaan sekä jalostavaa toimintaa tukevaan tuottamattomaan aikaan, joka koostuu käsi-, apu- ja valmisteluajoista. Automaation, koneensuunnittelun ja menetelmäkehityksen keinoin tuottamatonta aikaa pyritään vähentämään. Tuottamattomaan aikaan ei kunnossapidolla ole juurikaan vaikutusta. Kaikki työkalut ja –välineet sekä mittalaitteet on tuki pidettävä moitteettomassa kunnossa. Käytettävyyden määritelmän mukaan kunnossapidon käyttämä aika luetaan mukaan tuottavaan eikä tuottamattomaan aikaan. Jollei kunnossapitoa olisi, tämäkin aika voitaisiin käyttää tuottavasti. (Lapinleimu, Kauppinen, 1997, 364)

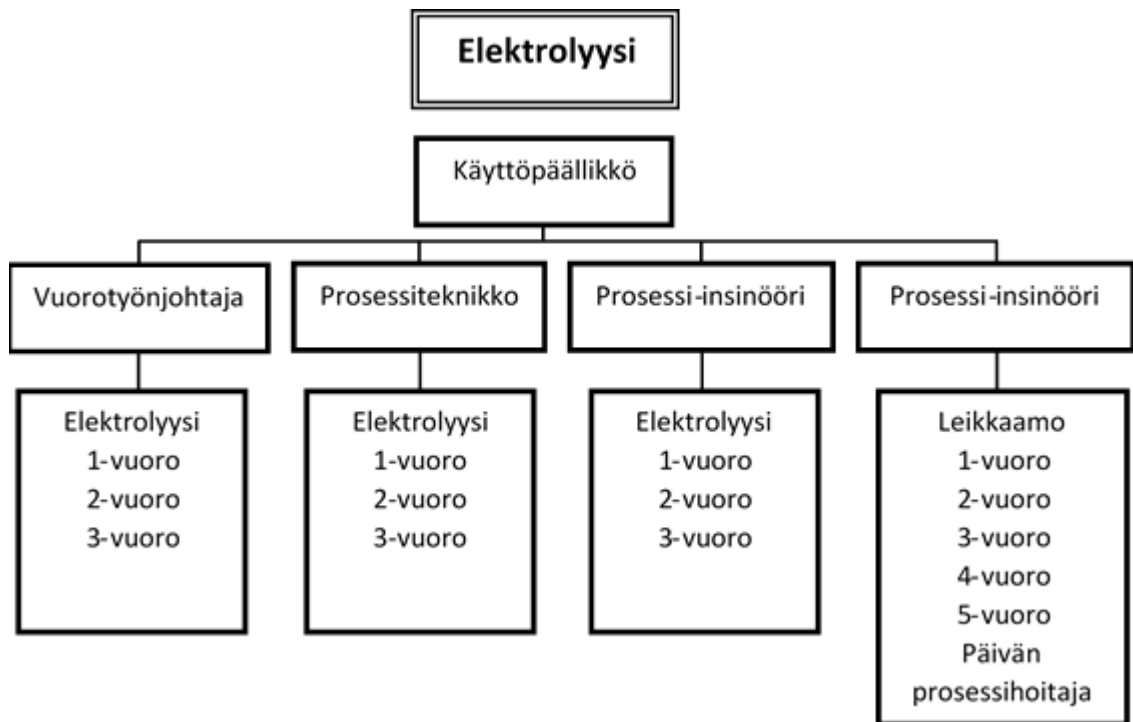
Kunnossapidon ansiosta hyvin huollettua kalustoa voidaan käyttää tuottavana aikana suunnitelluilla arvoilla, ja laadukkaasti huollettu tuotantokalusto tavallisimmin tuottaa laadukkaita tuotteita. Piittaamattomuus saattaa johtaa tuotteisiin, jotka eivät täytä laatuvaatimuksia. Tällöin tuotteen valmistuminen viivästyy ja kustannuksiin on lisättävä vähintään korjauskustannukset ja mahdolliset myöhästymiskustannukset. Huonoimmassa mahdollisessa tapauksessa tuotteet eivät ole korjattavissa ja tällöin kapasiteetista menetetään näiden tuotteiden osalta kokonaisuudessaan jalostavat, käsi-, apu- ja valmisteluajat. (Lapinleimu, Kauppinen, 1997, 364)

Merkittävimpiä ajansyöjiä ovat kuitenkin tekniset viat, käyttöhäiriöt ja organisatoriset häiriöt, joiden vuoksi tuotanto pysähtyy suunnittele mattomasti. Kunnossapidon vaikutuksista organisatorisiin häiriöihin on puhuttu huomattavan vähän. Organisatorisia häiriöitähän ovat esimerkiksi koneistajan, materiaalin, aihion tai osien puuttumiset. Koneen aikajakaumassa tällaiset puutteet näkyvät odotusaikoina eikä niitä aina analysoida loppuun saakka. Tarkempi asiaan perehtyminen yleensä osoittaa, että osapuutteet yms. yleisimmin johtuvat ongelmista edellisessä tai sitä edeltävissä vaiheissa. Monissa tapauksessa myös koneistajan puuttuminen on johtunut siitä, että hän on ollut poistamassa vikaa muista laitteista. Organisatoriset häiriöt johtuvat siis usein ketjuuntuneista ongelmista, joita voidaan merkittävästi poistaa kunnossapidolla, vaikkei tätä aina mielletä. (Lapinleimu, Kauppinen, 1997, 364)

Mikäli häiriöitä ja laatuhävikkiä ei saada aisoihin on hyödyntämättömän ajan taloudellinen hyväksi käyttäminen vaikeaa, koska epäluotettavan prosessin automatisointi on kannattamatonta. (Lapinleimu, Kauppinen, 1997, 364)

3.9 Leikkaamon organisointi

Leikkaamo kuuluu elektrolyysi-osastoon, minkä vuoksi käyttöpäällikkö on sama molemmilla osastoilla. Leikkaamossa työskentelee käyttöpäällikkö, prosessi-insinööri ja kolme vuoro-esimiestä. Leikkaamossa työskentelee yhteensä 13 prosessinhoitajaa, joista 10 henkilöä työskentelee viidessä ja 3 henkilöä kahdessa vuorossa. Leikkaamossa on lisäksi arkisin päivävuorossa yksi prosessinhoitaja.



Kuvio 1. Elektrolyysin organisaatio (NNH:n organisaatiokaavio)

Elektrolyysissä sekä leikkaamossa työskenteleviltä henkilöiltä vaaditaan tehtäviin sopiva koulutus tai pitkä kokemus alalta. Elektrolyysin organisaatio esitetään kuviossa 1.

3.10 Opinnäytetyön lähtökohdat

Nornickel Harjavalta Oy:llä on suunniteltu tuotettavan leikattuja katodeja oheisen budjettisuunnitelman (Taulukko 2) mukaisesti.

Taulukko 2. NNH:n budjettisuunnitelma

N	Tuotannot	Tonnia/v
1	1 tuuma	A
2	2 tuumaa	B
3	4 tuumaa	C
4	Stripit	D
N	Tuotannot	Tonnia/v
5	Reunaleikatut kokolevyt	E
6	Yhteensä	A+B+C+D+E

Leikkaamalla on resurssina työntekijöitä:

- 2 henkilöä 3-vuorotyössä automaattileikkurilla
- 2 henkilöä 2-vuorotyössä käsinleikkauksessa ("Bertsi")
- Lisäksi 1 lisähenkilö 2-vuorotyössä.

3.11 Katodileikkaamon toiminnan määritelmä

Lasketaan ensin leikkaamon tuotantobudjetti kuukauden ajalle. Vuoden aikana leikkaamo on huollossa n. 1 kuukauden ajan. Lasketut leikkausmäärät kuukautta kohden on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Katodileikkaamon toiminta kuukaudeksi

N	Leikatut tuotteet	Tonnia/kk
----------	--------------------------	------------------

1	1 tuuma	F
2	2 tuumaa	G
3	4 tuumaa	H
4	Stripit	I
5	Reunaleikatut kokolevyt	J
6	Yhteensä	F+G+H+I+J

12 kk/a – 1 kk/a huolto = 11 kk/a käytössä oleva leikkausaika

1 tuuman pala: $A \text{ tn} / 11 \text{ kk} = F \text{ tn/kk}$

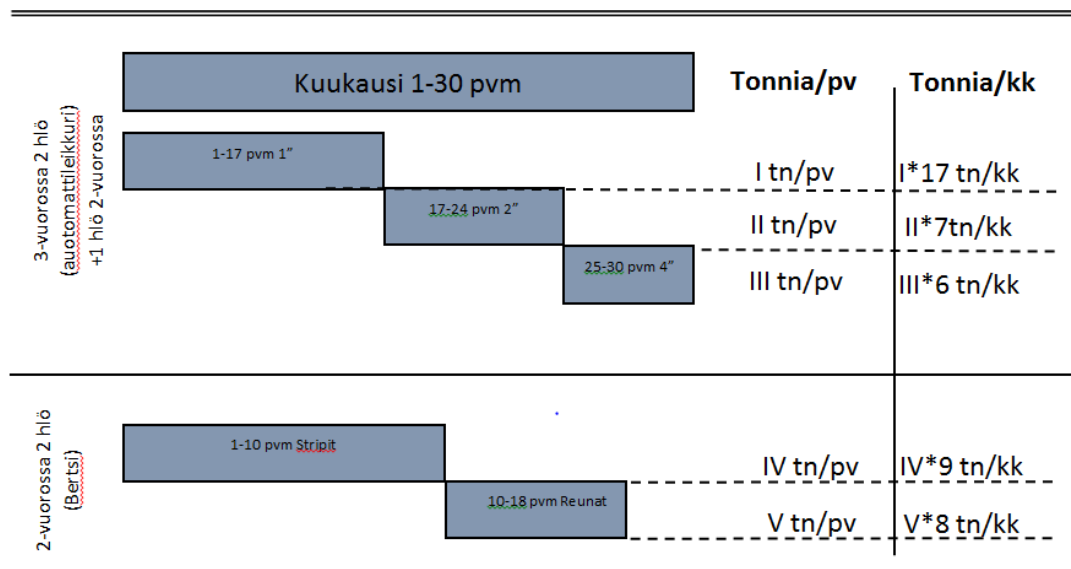
2 tuuman pala: $B \text{ tn} / 11 \text{ kk} = G \text{ tn/kk}$

4 tuuman pala: $C / 11 \text{ kk} = H \text{ tn/kk}$

Stripit: $D \text{ tn} / 11 \text{ kk} = I \text{ tn/kk}$

Reunaleikatut kokolevyt: $E \text{ tn} / 11 \text{ kk} = J \text{ tn/kk}$

Taulukko 4. Katodileikkaamon tuotanto päiväksi



Taulukossa 4 on esitetty leikkaamon tuotanto kuukauden aikana ja laskettu päivätuotannot. Taulukosta nähdään tarvittava nikkelin päivätuotanto, jolla saadaan haluttu kuukausituotos.

Taulukko 5. Katodileikkaamon tuotanto eri työvuoroille (automattileikkaus)

Vuoro		Henkilömäärä	1 tuuma, tn	2 tuumaa, tn	4 tuumaa, tn
Aamu	TAM37 (2) ¹ +TAM27 (1)	3	I/8*3	II/8*3	III/8*3
Ilta	TAM37 (2)+TAM27 (1)	3	I/8*3	II/8*3	III/8*3 ¹³
Yö	TAM37 (2)	2	I/8*2	II/8*2	III/8*2 ⁹
Yht		tn	I	II	III

Aamu-, ilta- ja yövuorojen työntekijämäärät vaihtelevat, minkä vuoksi taulukossa 5 on laskettu leikkausmäärät automaattileikkurilla eri vuoroille päivän aikana, eli työntekijät ovat erilaisilla työvuoroilla TAM 37 ja TAM 27. Päivävuoroilla työpajassa on enemmän ja yövuoroilla työpajassa on vähemmän työntekijöitä, minkä vuoksi pitää tietää, montako tonnia leikataan työvuoron aikana, lisäksi eri työvuorolla on vielä erilainen työrtyymi. Taulukossa 6 on laskettu leikkausmäärät eri vuoroille käsileikkausta (Bertsh) tehdessä. Eli taulukon idea on samalainen, kun taulukon 5, vain käsileikkaukselle.

Taulukko 6. Katodileikkaamon tuotanto eri työvuoroille (käsileikkaus)

Vuoro		Henkilömäärä	Stripit, tn	Reunat, tn
Aamu	TAM27 (2)	2	IV/4*2	V/4*2
Ilta	TAM27 (2)	2	IV/4*2	V/4*2
Yö	0	0	IV/4*0	V/4*0
Yht		tn	IV	V

Taulukko 7. Katodileikkaamon toiminta vuodessa (esimerkki)

		1	2	3	4	5	6
3- vuoro ssa 2 hlö	1 tuuma	A/6 tn			A/6 tn		

¹ TAM37 (2) – numero kaksi suluissa tarkoittaa 2 henkilöä.

	2 tuuma		B/2.9 tn			B/2.9 tn	
	4 tuuma			C/2.2tn			C/2.2 tn
2-vuorossa 2 hiö (Bertsj)	Stripit	D/6.7 tn	D/6.7 tn	D/6.7 tn	D/6.7 tn	D/6.7 tn	D/4.8 tn
	Reunat	E/5.6 tn	E/5.6 tn	E/5.6 tn	E/5.6 tn	E/5.6 tn	E/10 tn

Taulukko 7 (jatkuu)

		7	8	9	10	11	Yht
3-vuorossa 2 hiö 1 hiö 2 vuorossa (automattileikkuri)	1 tuuma	A/5.9 tn		A/6.14 tn	A/5.7 tn	A/5.7 tn	A tn
	2 tuuma		B/3.3 tn				B tn
	4 tuuma		C/16.4 tn	C/32.9 tn			C tn
2-vuorossa 2 hiö (Bertsj)	Stripit	D/25 tn					D tn
	Reunat						E tn

Taulukossa 7 on esitetty taulukkojen 5 ja 6 perusteella suunnittelu leikkausmääräksi vuoden aikana ottaen huomioon, että vuodessa on 11 kk aikaa käytettäväksi leikkaamiseen. Taulukko 7 on esimerkkilaskelma, koska vuosisuunnitelma vaihtelevat. Vuosisuunnitelma laaditaan myyntiennusten mukaan. Eri kuukaudessa voidaan tarvita erilainen tuotanto, mutta vuoden lopussa saadaan halutun nikkelin tonnimäärä.

3.12 Katodileikkaamon toiminnan kapasiteetti

Tuotannon kapasiteettia arvioitiin mittaamalla leikkauskoneen käyttöaika. Koe alkoi, kun nippukuljetin on täynnä, eli neljä nippua on päällä. Kokeeseen mennyttä aikaa seurattiin kellosta. Tauon aikana ajanotto pysäytettiin ja tauon jälkeen ajanotto laitettiin taas päälle. Taulukossa 8 esitetään kokeen tulokset, joissa näkyy päivämäärä, kokeeseen kulunut aika, nipun numero ja paino. Koe tehtiin 27. maaliskuuta 2018 ja siinä seurattiin kahdentuuman tuotteen leikkausta. Koe kesti 1 h 49 min ja 42 s, jonka aikana leikattiin neljä nippua. Kun paino ja leikkausaika tiedetään, voidaan laskea kapasiteetti. Taulukossa kapasiteetiksi on laskettu X kg/h. Kokeessa seurattiin ja laskettiin myös iskujen määrää, jonka avulla tiedetään, koska teränvaihto tulisi tehdä. Iskujen määrä vaihtelee riippuen palakoosta. Laskennassa pyrittiin määrittämään, kuinka monta tonnia voidaan leikata keskimäärän tunnin aikana. Esimerkin omaisesti: Oletetaan että kone tekee 1 tuuman palaa leikattaessa 650 isku/tn. Siispä leikattaessa 30 tn 1 tuuman tuotetta tehdään: $30 \text{ tn} \times 650 \text{ isku/tn} = 19\,500 \text{ isku}$.

Taulukko 8. Kokeen tulokset

	Aika						Iskut		
	h	min	s	h	kg	kg/h	kpl	kpl/h	kpl/tn
2 tuuma (I)	1	49	49	1,83	X	X/1.8 3			
2 tuuma (II)	1	38	23	1,64	Y	Y/1.6 4	y	y/1,64	y/Y
1 tuuma (I)	2	23	23	2,39	Z	Z/2.3 9			
1 tuuma (II)	1	18	37	1,31	O	O/1.3 1	o	o/1.31	o/O

Kapasiteettia laskettaessa on huomioitava, kauanko aikaa kuluu koko leikkaamon tuotantoprosessiin: nippujen kuormaamiseen, reunapalojen tekemiseen ja riiskakuupan

vaihtamiseen. Automaattileikkuri toimi kokeen aikana hyvin, eikä vikoja ilmennyt. Pakkauslinja toimii automaattisesti leikkurin perässä ja tavallisesti pakkaus on nopeampaa kuin leikkaus.

Taulukko 9. Katodileikkaamon kapasiteetti

		Tonnia/pv	Tonnia/kk	Tonnia/v
auotomatti leikkuri	Kuukausi 1-30 pvm			
	1-30 pvm 1"	VI tn/kk	VI*30 tn/kk	*11 tn/v
	1-30 pvm 2"	VII tn/kk	VII*30 tn/kk	*11 tn/v
	1-30 pvm 4"	VIII tn/kk	VIII*30 tn/kk	*11 tn/v
(Bertsi)	1-30 pvm Stripit	IX tn/kk	IX*30 tn/kk	*11 tn/v
	1-30 pvm Reunat	X tn/kk	X*30 tn/kk	*11 tn/v

Pakkausnopeus ja määrä ovat riippuvaisia siitä, kuinka paljon siilossa on tavaraa. On otettava huomioon, että 20 % leikatusta katodista on reunapalaa ja riiskaa. Lisäksi on huomioitava, että koneen mahdolliset häiriöt, viat, rikkoantumiset yms. vaikuttavat lopputulokseen. Leikkaamon päiväkapasiteettiä laskiessa on oletettu leikkaamo olevan toiminnassa 7 h /vuoro.

Taulukossa 9 esitetään katodileikkaamon kapasiteetti, eli maksimaalinen tuotanto. Se tarkoittaa, kuinka monta tonnia nikkeliä leikkaamo voi tuottaa, jos koneet ovat työssä keskeytymättä.

4 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä oli tavoitteena optimoida leikkaamon katodileikkaus niin, että budjetin mukainen tuotanto saadaan leikattua käytettävissä olevin laittein ja resurssein. Työn tavoitteena oli myös määrittää todelliset leikkausmäärät kuukautta kohden ja määrittää leikkaamon laitteiden kapasiteetit. Lopputyössä on kerätty tietoa haastattelemalla asiantuntijoita ja työntekijöitä.

Opinnäytetyön aikana suoritettiin koe, jossa määritettiin automaattileikkauksen kapasiteetti. Kokeessa seurattiin kahta erilaista tuotetta: kahden tuuman ja yhden tuuman paloja. Yhden ja kahden tuuman paloja voidaan leikata ja pakata täysin automaattisesti. Automaattileikkauksessa leikkaus suoritetaan I- ja II-leikkureilla.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että on mahdollista leikata suunniteltu tuotanto ajallaan, mutta automaattileikkurin leikkausmäärät riippuvat inhimillisistä tekijöistä ja työntekijöiden kokemuksesta. Käsileikkaus riippuu automaattileikkausta enemmän työntekijöistä kuin laiteista. Käsileikkauksen kapasiteettia määritettäessä on käytetty henkilöiden pienimpiä tuloksia, jotta varmistetaan leikkauksen vähimmäismäärä. Inhimillisten tekijöiden lisäksi kapasiteettiin vaikuttaa eri tuotteiden erilainen leikkauksenopeus. Kapasiteetin määrittämisessä vaikeutena on myös laitteiden korkea ikä, josta johtuen laitteiden hajoamista ei voi ennustaa eikä siis huollon tarvetta. Huomioitava on myös, että aamuvuorossa ja iltavuorossa on enemmän työntekijöitä ja yövuorossa on vähemmän. Tuotannon optimoinnin vuoksi olisi hyvä lisätä työntekijöitä kolmivuoroon ja vähentää työntekijöitä kaksivuorosta, se auttaisi lisäämään tuotantoa. Vaikka koneet ovat vanhoja, vuosina 2017–2018 tehtyjen laitteiden korjauksien ja huoltojen seurauksena laitteet toimivat hyvin ja kykenevät tuottamaan tarpeellisen tuotannon. Leikkaamalla on myös stanssaus kone, joka vaatii aina yhden työntekijän valvomiseen koko vuoron ajaksi.

Todellinen leikkaustarve on se, että leikataan budjetin ja myynnin ennusteen mukaan. Palakoot 4x4 tuumaa, 2x2 tuumaa, reunaleikatut kokolevyt ja stripit leikataan tilauksen mukaan. Muulloin leikkaamalla leikataan 1x1 tuuman palaa.

LÄHTEET

- Aaltola, J. 2009. Ikkunoita tutkimusmetodeihin: 1, Metodien valinta ja aineiston keruu: virikkeitä aloittelevalla tutkijalla. Jyväskylä b PS-Kustannus.
- Bellgran, M. & Säfssten, K. 2010. Production Development Design and Operation of Production Systems. London: Springer-Cerlag London.
- Burton, T. & Boender S. 2003. Lean Extended Enterprise: Moving Beyond the Four Walls to Value Stream Excellence. Boca Raton, Fla: J. Ross Publishing, Incorporated.
- Carr W & Kemmis S. 1986. Becoming critical: Education, knowledge and action research. Farmer: London
- Dal Pont, J. & Azzaro-Pantel, C. 2014. FOCUS Series: New Approaches in the Process Industries: The Manufacturing Plant of the Future (1). US: Wiley-ISTE, Somerset.
- Dennis, P. & Shook, J. 2007. Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system. New York: Productivity Press.
- Duunitori, 2018, Norilsk Nickel Harjavalta Oy. Viitattu 21.12.2018. <https://duunitori.fi/yritys/norilsk-nickel-harjavalta>.
- Erto 2018, Terveet ja tulokselliset työajat. Viitattu 6.11.2018. <https://www.erto.fi/tietoa-ertosta/tiedostopankki?dir=17-yksityinen-sosiaalipalveluala>
- Hakola, T., Hublin, C., Härmä, M., Kandolin, I., Laitinen, J. & Sallinen M. 2007. Toimivat ja terveet työajat. Helsinki: Työterveyslaitos.
- Hirsjärvi, Sirkka, Remes, Pirkko, Sajavaara, Paula. (2009). Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi
- Hokkanen, S. 2016. Varastonhoitajan Käsikirja: Oikein suunniteltu, toiminnallisesti hyvin toteutettu, hyvällä prosessien hallinnalla sekä pätevällä ja motivoituneella henkilöstöllä miehitetty varasto tuottaa logistiseen ketjuun merkittävää lisäarvoa. Sho Business Development OY
- Hongisto, P. 2018. Joustavuuden ja materiaalivirtojen ohjauksen kehittäminen räätälöityjen kappaleiden piensarjatuotannossa. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 6.11.2018. <https://turkuamk.finna.fi/Search/Results?lookfor=JOUSTAVUUDEN+JA+MATERIAALIVIRTOJEN+OHJAUKSEN+&type=AllFields&hiddenFilters%5B%5D=building%3A0%2FTUAMK%2F&limit=20>
- Hublin, C. & Härmä, M. 2010. Työajat ja terveys. Teoksessa Martimo, K.-P., AnttiPoika, M. & Uitti, J. (toim.) Työstä terveyttä. Helsinki.
- Karjalainen, T. & Karjalainen E. 2002. Six Sigma – Uuden sukupolven johtamis- ja laatumenetelmä. Hollola: Quality Knowhow Karjalainen
- Karrus, K. 2001. Logistiikka. Helsinki: WSOY

- Kouri, I. 2010. Lean-taskukirja. Helsinki: Teknologiateollisuus ry
- Kuntatyönantajat. 2018. Kunta-alalla käytössä useita työaika-uojoja. <https://www.kt.fi/sopimukset/tuntipalkkaiset/2017/tyoaika>. Viitattu 6.11.2018.
- Lapinleimu, I., Kauppinen V., 1997. Kone ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät”, Porvoo; Helsinki; Juva: WSOY
- Leanproduction. 2018, Theory of Constraints. Viitattu 6.11.2018 <https://www.leanproduction.com/theory-of-constraints.html>
- Lewin K. 1946. Action research and minority problems. Journal of Social Issues 2 (4).
- Liker, J.K., Convis, G.L. & Niemi, M. 2012. Toyotan tapa Lean-johtamiseen. Helsinki: Readme.fi.
- Martinsuo, M.; Mäkinen, S.; Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Helsinki: Edita.
- Metodix 2018, Toimintatutkimuksen taustaa, Viitattu 26.11.2018 <https://metodix.fi/2014/05/19/suojanen-toimintatutkimus/>
- Modig, N., & Åhlström, P. 2013. Tätä on Lean: ratkaisu tehokkuusparadoksiin, kääntäjä Tillman, M.1. p. Tukholma: Rheologica Publishing.
- Nornickel 2018a, Fakti investionnojen privilekateksi, Viitattu 26.11.2018 <https://www.nornickel.ru/investors/key-facts/>
- Nornickel 2018b, Nikkelijalostuksen maailmanluokan asiantuntija, Viitattu 26.11.2018 <http://nornickel.fi/nornickel-harjavalta/>
- Nornickel 2018c, Nikkelituotannon kokenut erikoisosaaja, Viitattu 26.11.2018 <http://nornickel.fi/tuotteemme/tuotantoprosessi/>
- Nornickel 2018d, Nornickel Harjavallan historiaa on tehty jo lähes 60 vuotta, Viitattu 26.11.2018 <http://nornickel.fi/nornickel-harjavalta/historia/>
- Nornickel 2018e, Valmistamme korkean teknologian nikkeli tuotteita, Viitattu 26.11.2018 <http://nornickel.fi/tuotteemme/>
- Provost, L.P. & Murray, S.K. 2011. The health care data guide: learning from data for improvement. San Francisco: Jossey-Bass.
- Sakki, J. 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Espoo. Jouni Sakki Oy
- Toc4finland 2018, Mitä on TOC ?, Viitattu 12.12.2018 <https://www.toc4finland.com/mita-on-toc/>.
- Tuurala, T. 2016. Laatuakatemia. Saatavissa: viitattu 6.11.2018 <http://www.kotiposti.net/tuu-rala/prosessit.htm>.
- Työaikalaki. 09.08.1996/605. Annettu Helsingissä 09.08.1996. Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960605>.
- Äimälä, Markus, Åström, Johan, Rautiainen, Hannu & Nyssölä, Mikko 2009. Käytännöntyöoikeutta esimiehille. Helsinki: WSOY.

Haastattelulomake

Olen Viacheslav Eskin. Opiskelen Turun AMK:ssa. Tällä hetkellä teen opinnäytetyötä meidän yrityksessä. Haastattelin yrityksen työntekijöitä työtä varten. Haastattelulla pyrin selvittämään: Mitä voitaisiin vielä optimoimalla parantaa, mikä on optimaalinen leikkaussuunnitelma, jotta saavutetaan budjetoitu katodituotanto.

Kysymyksiä

1. Mikä on teidän nimenne?
2. Voinko käyttää haastattelun vastauksia opinnäytetyössäni? Voinko säilyttää litteroidun haastattelun 31.7.2019 saakka?
3. Millä osastolla työskentelette?
4. Mikä on teidän työtehtävänne?
5. Miten katodituotteiden myyntiennuste laaditaan?
6. Mihin tuotetta toimitetaan eniten ja mitä palakokoa? Mikä palakoko myy eniten ja mikä vähiten?
7. Miksi ei leikata samaa tuotetta puoli vuotta ja sen jälkeen seuraava tuotetta ja jatketa samalla tavalla?
8. Onko tärkeä leikata kaikki katodit painottaen tuumanpalakokoa? Jos leikataan isompia paloja, saadaan enemmän kokolevyjä leikatuksi samassa ajassa ja samalla myös saadaan nopeammin tuotetonneja.
9. Miten tuotejakautuma ja leikkaus suunnitellaan nyt?
10. Paljonko syntyy hukkaa?
11. Miten hukkaa voitaisiin mielestäsi vähentää tulevaisuudessa?
12. Miten työjärjestelyt suunnitellaan nyt?
13. Miten työjärjestelyjä voitaisiin mielestäsi parantaa?
14. Miten tuotantosuunnitelma laaditaan nyt?
15. Miten myyntiennusteen tai saatujen tilausten muutokset siirretään tuotantosuunnitelmaan?
16. Kuinka nopeasti muutoksiin pystytään reagoimaan?
17. Miten parantaisit tuotantosuunnitelman tekemistä?
18. Mitä esimiehen tarvitsee tietää tai tehdä, että yritys pysyy suunnitellussa (leikkaamo) tuotannossa?
19. Mitä prosessihoitajan tarvitsee tietää tai tehdä, että yritys pysyy suunnitellussa tuotannossa?

20. Mitä muuta haluaisit mahdollisesti sanoa aiheeseen liittyen?

Kiitokset !!!

Haastattelu

Olen Viacheslav Eskin. Opiskelen Turun AMK:ssa. Tällä hetkellä teen opinnäytetyötä meidän yrityksessä. Haastattelin yrityksen työntekijöitä työtä varten. Haastattelulla pyrin selvittämään: Mitä voitaisiin vielä optimoimalla parantaa, mikä on optimaalinen leikkaussuunnitelma, jotta saavutetaan budjetoitu katodituotanto.

1. Mikä teidän nimenne on?
2. Voinko käyttää haastattelun vastauksia opinnäytetyössäni? Voinko säilyttää litteroidun haastattelun 31.7.2019 saakka?
3. Millä osastolla työskentelette?
4. Kuinka kauan olet työskennellyt nikkelitehtaalla?
5. Mikä on teidän työtehtävänne?
6. Kuinka monta tonnia nikkeliä, eri palakokoja, voidaan leikata vuorossa?
7. Onko teidän mielestä mahdollista optimoida leikkaamon tuotanto ja jos niin miten?
8. Mitä muuta haluaisit mahdollisesti sanoa aiheeseen liittyen?

Kiitokset!