

Mika Mäkinen

Alumiinioptimoinnin automatisointi

Opinnäytetyö

Kevät 2018

SeAMK Tekniikka

Kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Konetekniikka

Tekijä: Mika Mäkinen

Työn nimi: Alumiinioptimoinnin automatisointi

Ohjaaja: Heikki Heiskanen

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 39

Liitteiden lukumäärä: 2

Tämä opinnäytetyö tehtiin Skaala Production Oy:n tuotannosuunnitteluun erikoistuneen osaston alaisuudessa. Työlle oli tarvetta, koska alumiinien optimointi hoidettiin ennen uudistusta mekaanisesti työsuunnittelijan toimesta, käsin syöttämällä. Tämä tarkoittaa sitä, että työsuunnittelija näppäili optimoitavat tiedot ohjelmaan, josta sitten saatiin määrät tilattaville profiileille. Tärkeimpänä tavoitteena oli edellä mainitun vaiheen automatisointi, jolla saatiin vapautettua työsuunnittelijalle aikaa tehtaan kuormittamiseen.

Työssä tutustuttiin optimoinnin monimuotoisuuteen sekä virheherkkyyteen ja pyrittiin löytämään ratkaisuja niiden poistamiseen teorian kautta saatujen tietojen sekä asiantuntijoiden tietotaidon avulla. Virheisiin sisältyi asioita, kuten väärin värien ja mittojen tilaamista, aikaa kului myös liian paljon yksittäiseen optimointitapahtumaan. Uudella mallilla saatiin aikaan tuhansissa euroissa laskettavia rahallisia hyötyjä, ja myös ajankäyttöä saatiin pienennettyä.

Työssä syvennyttiin kirjallisuuden avulla optimoinnin matemaattisiin teorioihin. Nykyiseen tilanteeseen tutustuttiin yrityksen sekä ulkoisten toimijoiden asiantuntijoiden avulla.

Itse työ keskittyy alumiinitilauksen automatisointiin. Käytännössä tämä tarkoittaa optimoinnin mekaanisen vaiheen poistamista tilausvaiheesta. Tämän toteuttamiseksi kehitettiin uusi tilausraporttipohja, johon integroitiin PreCut-optimointiohjelma asiantuntijoiden kanssa.

Tilaaajan tekemät virheet saatiin poistettua lähes kokonaan. Nykyinen malli poistaa noin 80 prosenttia huolimattomuusvirheistä.

Avainsanat: Optimointi, algoritmi, automatisointi

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Machine Technology

Author: Mika Mäkinen

Title of thesis: Automation in Aluminium Optimization

Supervisor: Heikki Heiskanen

Year: 2018

Number of pages: 39

Number of appendices: 2

The client of this thesis was the production planning section of Skaala Production Oy. The main focus was on the diversity and error sensitivity of optimization. The errors included such issues as wrong colours and measures in the order process. The amount of time spent on an individual optimizing case was also a problem. The main target was to improve the time management and stability of the optimization and order process. In this thesis, mathematical theories on optimization were researched with the help of different theoretical sources and knowledge gathered by different experts.

In the thesis the work itself focused on the automatization of an aluminium order process. From the practical point of view, this means that the mechanical phase in the optimization will disappear from the order process. To make this possible a new report containing an integrated optimization program PreCut, was developed.

The result of the thesis was that the errors made by the subscriber were removed almost completely. Compared to the starting point, the current model removes nearly 80 percent of errors caused by negligence. With the new model, the used time can be decreased and the achieved savings can be counted in thousands.

Keywords: Optimization, algorithm, automation

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
KÄYTETY TERMIT JA LYHENTEET.....	7
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Työn tausta.....	8
1.2 Työn tavoitteet.....	8
1.3 Tarvittavat toimet tavoitteisiin pääsemiseksi.....	9
1.4 Rajaukset.....	9
1.5 Yritysesittely.....	9
2 TEORIAOSIO.....	11
2.1 Optimointi yleisesti.....	11
2.1.1 Yksiulotteinen optimointi.....	13
2.1.2 Kaksiulotteinen optimointi.....	14
2.1.3 Kolmiulotteinen optimointi.....	15
2.1.4 Moniulotteinen optimointi.....	16
2.2 PreCut-ohjelmisto.....	17
2.2.1 Precut profile.....	17
2.2.2 WinPlan-toiminnanohjausjärjestelmä.....	18
2.3 Algoritmit.....	19
2.3.1 Next-fit algoritmi.....	20
2.3.2 First-Fit-algoritmi.....	21
2.3.3 First-Fit Decreasing -algoritmi.....	22
3 TYÖN KULKU.....	23
3.1 Lähtötilanteen kartoitus.....	23
3.2 Kehityskohteet.....	24
3.3 Kehityksen kuvaaminen.....	24
4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU.....	25
4.1 Lähtötilanne.....	25

4.1.1 Tilanne ennen muutosta.....	26
4.1.2 Tilanne muutosten jälkeen	30
4.1.3 Tilauksen lähettäminen	33
4.1.4 Projektin jatkotoimenpiteet.....	34
5 POHDINTA	35
6 YHTEENVETO.....	37
LÄHTEET	40
LIITTEET.....	41

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuvio 1. Optimointi havainnollistettuna	12
Kuvio 2. Esimerkki katkonnan järjestelystä	13
Kuvio 3. Havainnollistus kaksiulotteisesta optimoinnista.....	14
Kuvio 4. Havainnollistus kolmiulotteisesta optimoinnista	15
Kuvio 5. Havainnollistus neliulotteisesta optimoinnista	16
Kuvio 6. Esimerkki Next-Fit-algoritmin toiminnasta.....	20
Kuvio 7. Esimerkki First-Fit-algoritmin toiminnasta	21
Kuvio 8. Esimerkki First-Fit-Decreasing -algoritmin toiminnasta	22
Kuvio 9. Ajo-ohjelman muodostaminen.....	26
Kuvio 10. Katkaisuluettelon avaaminen.	27
Kuvio 11. Katkaisuluettelo.....	27
Kuvio 12. Optimoitavat kappaleet.	28
Kuvio 13. Optimointitulos.	29
Kuvio 14. Tilausraportti.	31
Kuvio 15. Automaatiikalla optimoidut määrät.	32
Kuvio 16. Tilaustietojen syöttäminen järjestelmään.	33
Kuvio 17. Esimerkki kulujen muutoksista.....	36

KÄYTETY TERMIT JA LYHENTEET

Algoritmi	Yksityiskohtainen kuvaus tai ohje siitä, miten prosessi suoritetaan. Algoritmi on lähtökohdaltaan matemaattinen käsite, mutta nykyisin se liittyy useimmiten tietokoneiden ohjelmointiin ja käsittelytieteeseen.
ERP	ERP (Enterprise Resource Planning) eli toiminnanohjausjärjestelmällä tarkoitetaan yrityksen käyttämää tietojärjestelmää, joka integroi eri toimintoja, esimerkiksi tuotantoa, jakelua, varastohallintaa jne.
Hukka	Hukalla tarkoitetaan katkontavaiheessa ylijäävää käyttämätöntä materiaalia sekä kaikkea muuta materiaalia, mikä ei lisää arvoa lopputuotteeseen tai palveluun.
Integrointi	Integroinnilla tarkoitetaan esimerkiksi kahden ohjelmiston sulauttamista yhteen, niin että ne toimivat saumattomasti yhtä aikaa.
Maksimointi	Maksimointi tarkoittaa mahdollisimman suuren määrän saavuttamista.
Minimointi	Minimointi tarkoittaa mahdollisimman pienen määrän saavuttamista.
Optimointi	Optimointi tarkoittaa jonkin ongelman tai katkonnan taloudellisinta ja helpointa tapaa tehdä työ.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tämä työ tehtiin Skaala Oy:lle tuotannosuunnittelun yksikköön. Opinnäytetyön tekijä suoritti yritykselle myös henkilökohtaiset projektiopinnot, joista suurimpana kehityskohteena oli alumiinin pituusoptimoinnin automatisointi. Opintojakson aikana opinnäytetyön tekijä tutustui PreCut-nimisen ohjelmiston ominaisuuksiin ja sen liittämiseen tuotannonohjausjärjestelmään.

Alumiinit tilattiin vakioväreihin aikaisemmin alumiiniosastolta karkeasti laskettujen määrien perusteella, jolloin saattoi esiintyä puutteita. Nykyään kaikki alumiinit tilataan tuotannosuunnittelusta käsin optimoinnista saatujen tulosten perusteella, joka on kuitenkin hidaskäyttöinen prosessi, koska optimointi suoritettiin manuaalisesti tuotannosuunnittelijan toimesta.

Tällä tavoin saadaan alumiinihukka pienemmäksi, kun tilatut määrät vastaavat tarkkaa optimointitulosta. Näin saadaan myös varaston arvoa pienemmäksi, koska alumiinia ei ole isoja määriä yhtäjaksoisesti käyttämättömänä.

Työssä keskitytään optimoinnin automatisointiin sekä sivutaan materiaalinhallinta- ja tilaussykliä. Työssä apuna käytettiin alan kirjallisuutta, jota oli melko paljon saatavilla, vaikkakin se oli hyvin samankaltaista riippumatta tekijästä, sekä optimointiohjelmiston kehittäjän teoretietoja.

1.2 Työn tavoitteet

Työssä päätavoitteena on kehittää alumiinioptimointia automatisoidumpaan suuntaan. Alumiinin tilaaminen pyritään muuttamaan käyttäjäystävällisemmäksi ja vähemmän aikaa vieväksi vaiheeksi työn suunnitteluprosessissa. Työn ensisijaisena tavoitteena oli helpottaa optimointivaihetta.

1.3 Tarvittavat toimet tavoitteisiin pääsemiseksi

Työssä tutustutaan optimoinnin teoriaan PreCut-ohjelmiston kehittäjän tietoja hyväksi käyttäen sekä kirjallisuuden avulla. Tämänhetkistä tilannetta kartoitetaan selvittämällä nykyistä optimointiprosessia haastatteleamalla tuotannonsuunnittelijoita ja ohjelmiston kehittäjää. Perehdytään nykyisen optimoinnin mekaaniseen tekemiseen ja yritetään löytää ratkaisu automaattisempaan suuntaan. Työn lopussa esitellään saatuja tuloksia kuvilla havainnollistaen.

1.4 Rajaukset

Työssä keskityttiin kotimaan tuotantoon tilattavien ulkopuole- sekä karmiverhousalumiinien optimoinnin automatisointiin. Alumiineista aiemmin varastotuotteena olleet värit valkoinen, ruskea ja harmaa kuuluvat nykytilanteessa tilauskohtaisesti tilattavien piiriin, kuten erikoisväritkin. Prosessi on sama, oli kyseessä sitten erikoisväri tai varastoväri.

1.5 Yritysesittely

Skaala-konserni on vuonna 1956 perustettu ikkuna-, ovi- ja lasiprosesseihin erikoistunut perheyritys. Skaala on tunnettu vahvasta puusepänteollisuuden osaamisesta, joka on yhdistetty moderneihin tuotantomenetelmiin ja edellä käyviin tuoteratkaisuihin. Skaalan isona valttina ovat energiatehokkaat tuoteratkaisut ja kokonaisvaltainen palvelu, johon sisältyy laadukkaan tuotannon lisäksi myös asennustyöt. Kotimarkkinoiden lisäksi Skaala tuottaa ikkunoita ja ovia pääasiassa Ruotsiin, Iso-Britanniaan ja Venäjälle. Skaalalla on siis toimintaa neljällä eri markkina-alueella (Skaala 2018.)

Liikevaihto Skaalalla 2016 vuoden lopulla oli noin 96 miljoonaa euroa ja yritys työllistää tällä hetkellä noin 400 henkilöä. Päätoimipaikka on Kauhavalla, Etelä-Pohjanmaalla. Skaalaa on palkittu useilla, tuotekehitykseen, laatuun, energiatehokkuuteen sekä kestävään kehitykseen liittyvillä palkinnoilla. Yksi näistä on Tek-

niikan Maailman myöntämä testivoitto vuonna 2009, liittyen Alfa-tuoteperheen ikkunoihin, joka on myös yrityksen lippulaivamalli. (Skaala 2018.)

Tuotantotehtaita Skaalalla on tällä hetkellä Suomessa yhteensä viisi. Kuortaneella tuotanto keskittyy sisustus- ja erikoisoviin. Vetelissä valmistetaan karmiosia Kauhavalla sijaitsevan päätehtaan tarpeisiin. Alahärmän tehtaalla koneistetaan kaikki vientiin menevät ovet ja ikkunat, jotka myöhemmin kokoonpannaan Ylihärmän tehtaalla. Päätehdas ja tätä myöden myös suurin laitos sijaitsee Ylihärmässä. Ylihärmän tehtaassa valmistetaan kaikki kotimaan avautuvat sekä kiinteät ikkunat ja ovet. Tehtaan ympäristössä sijaitsee myös alumiininjalostustehdas, joka tuottaa tarvittavat alumiinikomponentit kaikkien tehtaiden tarpeisiin. Tehtaassa on myös eristyslaselementtejä valmistava osasto, jossa tuotetaan kaikki lasielementit jokaisen tehtaan tarpeisiin. Päätehtaan läheisyydessä sijaitsee myös talousosasto, tuotekehitys ja päälogistiikkakeskus kaikelle lähtevälle ja saapuvalla tavaralle. (Skaala 2018.)

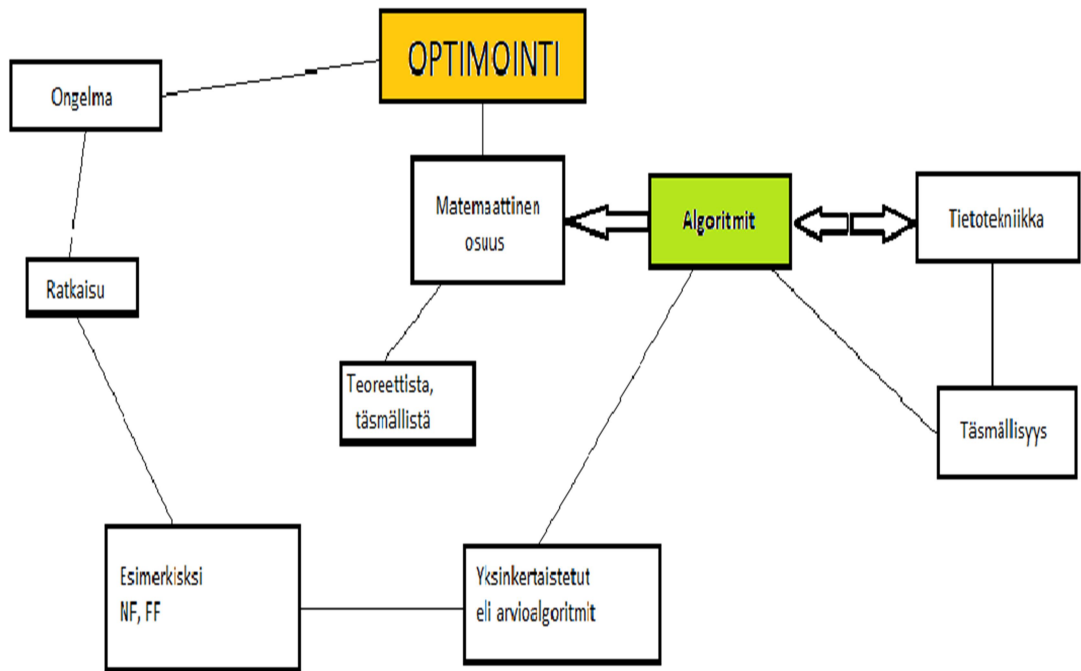
Skaala myi vuoden 2017 alussa 80 prosenttia osakekannastaan Itävaltalaiselle IFN Groupille. IFN Holding (International Fenster Network) on johtava eurooppalainen yritysryhmä, joka tarjoaa kattavia ratkaisuja ikkuna-alalla. Myös IFN on perheyritys, johon kuuluvat esimerkiksi Internorm (Euroopan johtava ikkuna-brändi) ja Schlotterer (Itävallan markkinajohtaja aurinkosuojissa) sekä kansainvälisesti toimiva julkisivurakentaja GIG. Skaalan entisellä omistajaperheellä Hautasilla on jatkossakin tärkeä rooli yrityksen johdossa. Markku Hautanen toimii operatiivisena johtajana ja Hannu Hautanen markkinointipäällikkönä. Yrityksen nykyisenä toimitusjohtajana toimii Itävaltalainen Christian Klinger. (Skaala 2018.)

2 TEORIAOSIO

2.1 Optimointi yleisesti

Optimoinnilla haetaan jonkin ongelman tai katkonnan taloudellisinta ja yksinkertaisinta tapaa työn tekemiseen. Optimointia tapahtuu väistämättä myös jokapäiväisessä elämässä, esimerkiksi silloin, kun mietitään järkevimpiä reittejä kaupungilla käymiseen. Kannattaako ensin käydä kaupassa, vai sittenkin kirjastossa. Sama pätee kokeeseen valmistautuessa, jos lukeminen on jäänyt viimeisille päiville, tässä tapauksessa kannattaa lukea vain tehdyt tiivistelmät. Minimoinnin käänttöpuolella on maksimointi. Edellä mainituissa esimerkeissä tämä tarkoittaisi sitä, että reitistä välittämättä maksimoitaisiin aika ostosten tekemiseen, jolloin kuljetusta matkasta voi tulla pidempi ja aikaa jää vähemmän kirjastossa käymiseen. Kokeeseen lukemisessa tämä voisi tarkoittaa sitä, että keskitytään enemmän vapaa-ajan riittävyyteen kuin siihen, että onnistuu kokeessa. Yhteenvetona näistä voidaan todeta, että tietyillä päätöksillä on aina vaikutus johonkin toiseen asiaan. Käytännön elämässä optimointi tapahtuu usein automaattisesti henkilön mieltymyksiensä perusteella, kun taas tuotannollisessa optimoinnissa asiat toteutetaan vahvasti matemaattisilla keinoilla, jolloin päästään tarkkoihin tuloksiin. (Hamdy 1976, 1-6.)

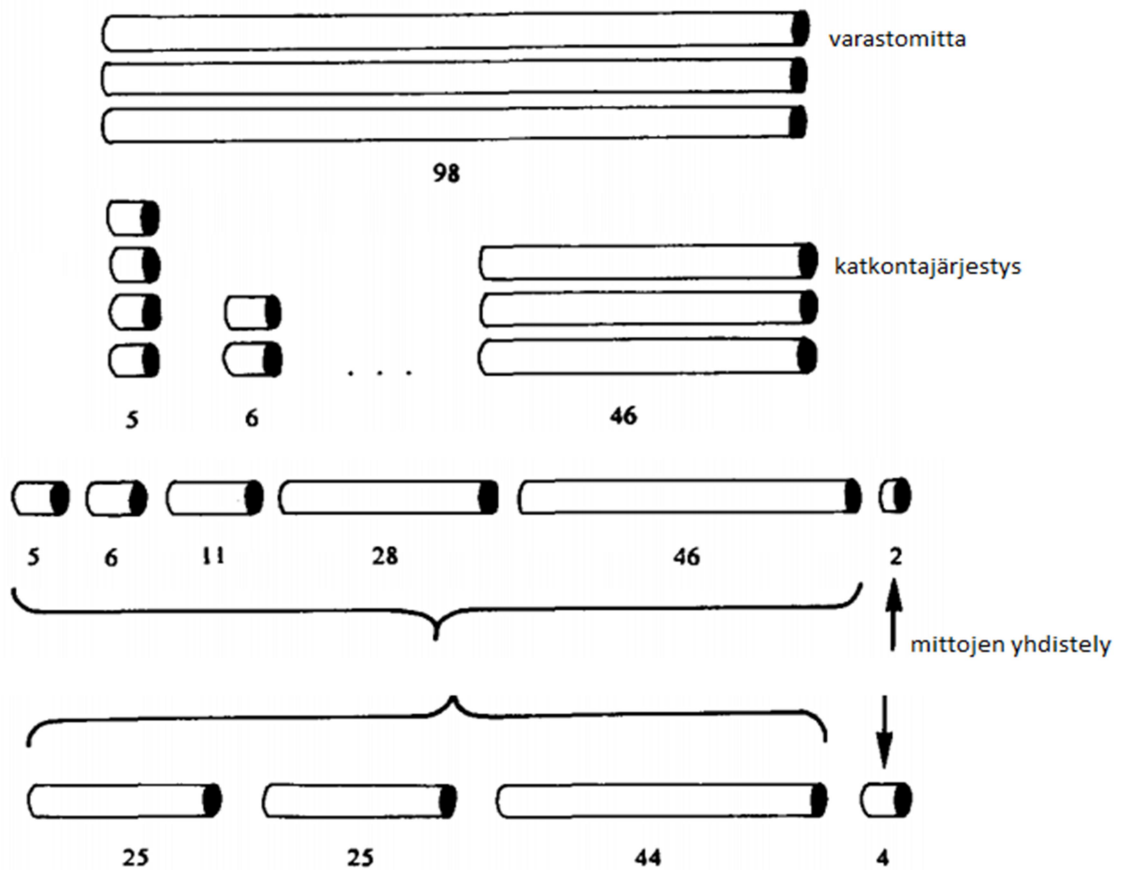
Matemaattisella puolella optimoinnilla tarkoitetaan tietyn pisteen hakemista, jossa funktio $f(x)$ on pienimmässä arvossa. Tämä tarkoittaa sitä, että haetaan minimipistettä parhaalla x -arvolla. Optimointiin tarvitaan usein avuksi maksimointi. Matemaatikassa maksimoinnin kertoo aina jokin minimointi, joten lopulta optimointituloksen ratkaisee minimointi. (Hamdy 1976, 7-9.) Lineaarisia kappaleita optimoidessa lasketaan usein minimihukka. Matemaattisesti tämä tarkoittaa sitä, että haetaan katkontaan parhaat mitat x , joilla katkottavat komponentit saadaan valmistettua minimihukalla. (Haataja 1991, 10-12.) Kuviossa 1 on optimointiprosessi havainnollistettu.



Kuvio 1. Optimointi havainnollistettuna. (Kärkkäinen & Laine 2009, 2.)

2.1.1 Yksiulotteinen optimointi

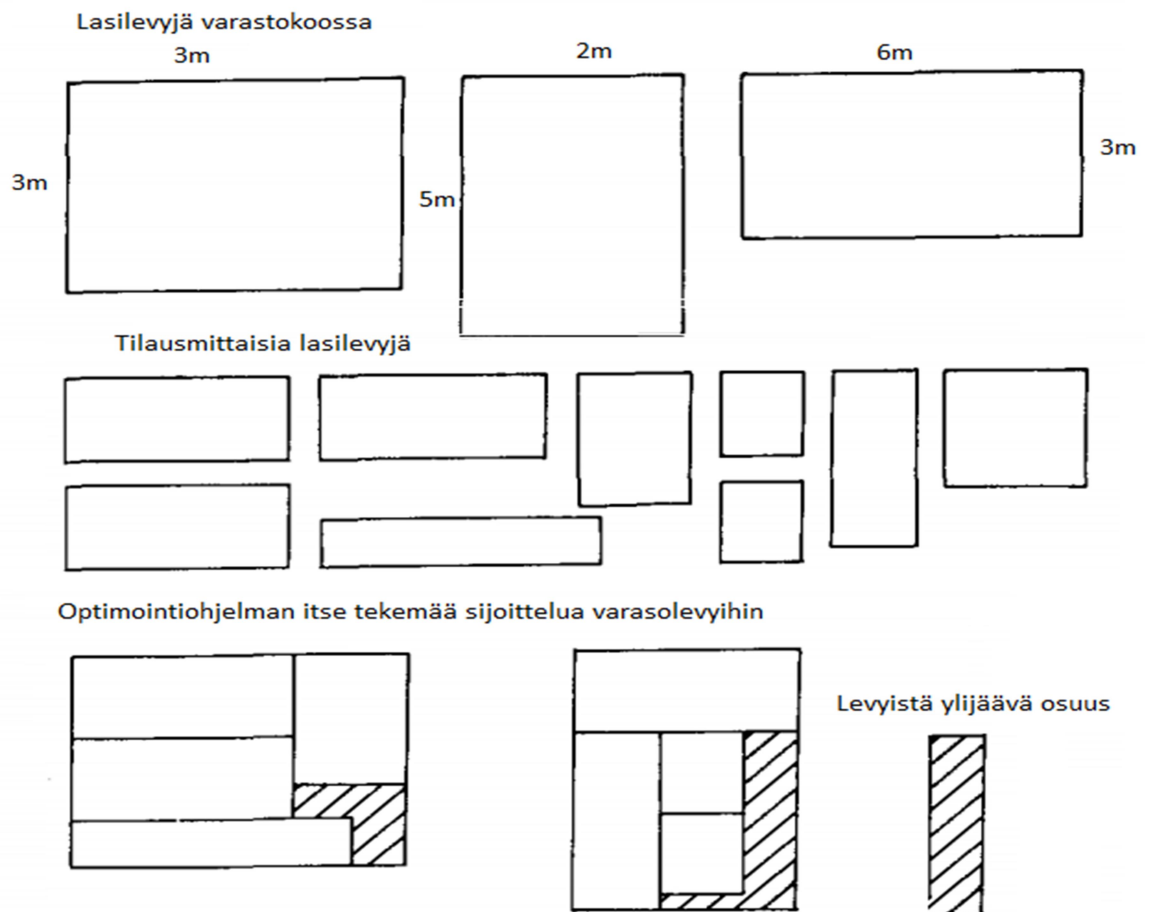
Yksiulotteisella optimoinnilla tarkoitetaan jonkin lineaarisen kappaleen parasta katkomisjärjestystä minimihukkaan pääsemiseksi. Yksiulotteisessa optimoinnissa suurin merkitys on aihion/aihioiden pituuksilla sekä katkaisumitoilla, joita aihioista pitää sahata. Optimointi on vahvasti matematiikkaan perustuvaa toimintaa, jonka suorittaa tietokonejärjestelmä syötettyjä algoritmeja hyväksi käyttäen. Kappaleiden leveydellä tai kapeudella ei ole merkitystä optimointitulokseen, koska tässä menetelmässä se tapahtuu vain pituussuunnassa. Kuviossa 2 on esitetty periaate lineaarisesta optimoinnista. (Dyckhoff ym. 1990, 146.)



Kuvio 2. Esimerkki katkonnin järjestelystä. (Dyckhoff ym. 1990, 146.)

2.1.2 Kaksiulotteinen optimointi

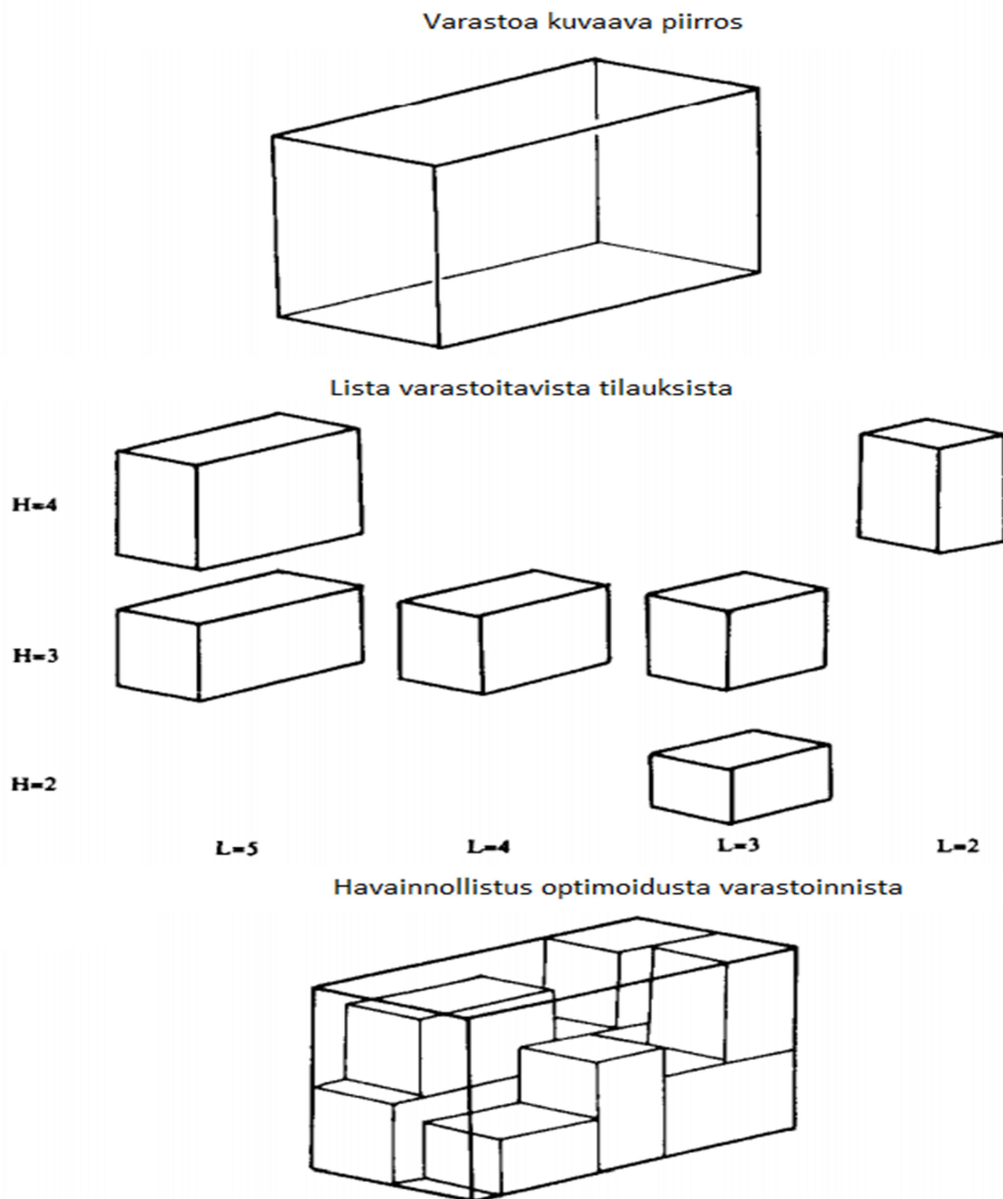
Kaksiulotteisella optimoinnilla haetaan levymäisten kappaleiden (lasi) parasta leikkausjärjestystä. Leikattavien kappaleiden leveys ja korkeus ratkaisevat kappaleiden leikkausjärjestyksen, esimerkiksi 3 m*3 m kokoisesta lasilevyaihiosta. Materiaalin paksuudella ei ole merkitystä optimointitulokseen. Se on rajoittava tekijä ainoastaan silloin, kun leikkaavassa laitteistossa on jokin maksimi leikkuusyvyys, kuten yleensä on, mutta aina 50 mm saakka pystytään toimimaan ongelmitta. Kuviossa 3 on esitettyä esimerkki levyn leikkausoptimoinnista. (Dyckhoff ym. 1990, 148.)



Kuvio 3. Havainnollistus kaksiulotteisesta optimoinnista. (Dyckhoff ym. 1990, 148.)

2.1.3 Kolmiulotteinen optimointi

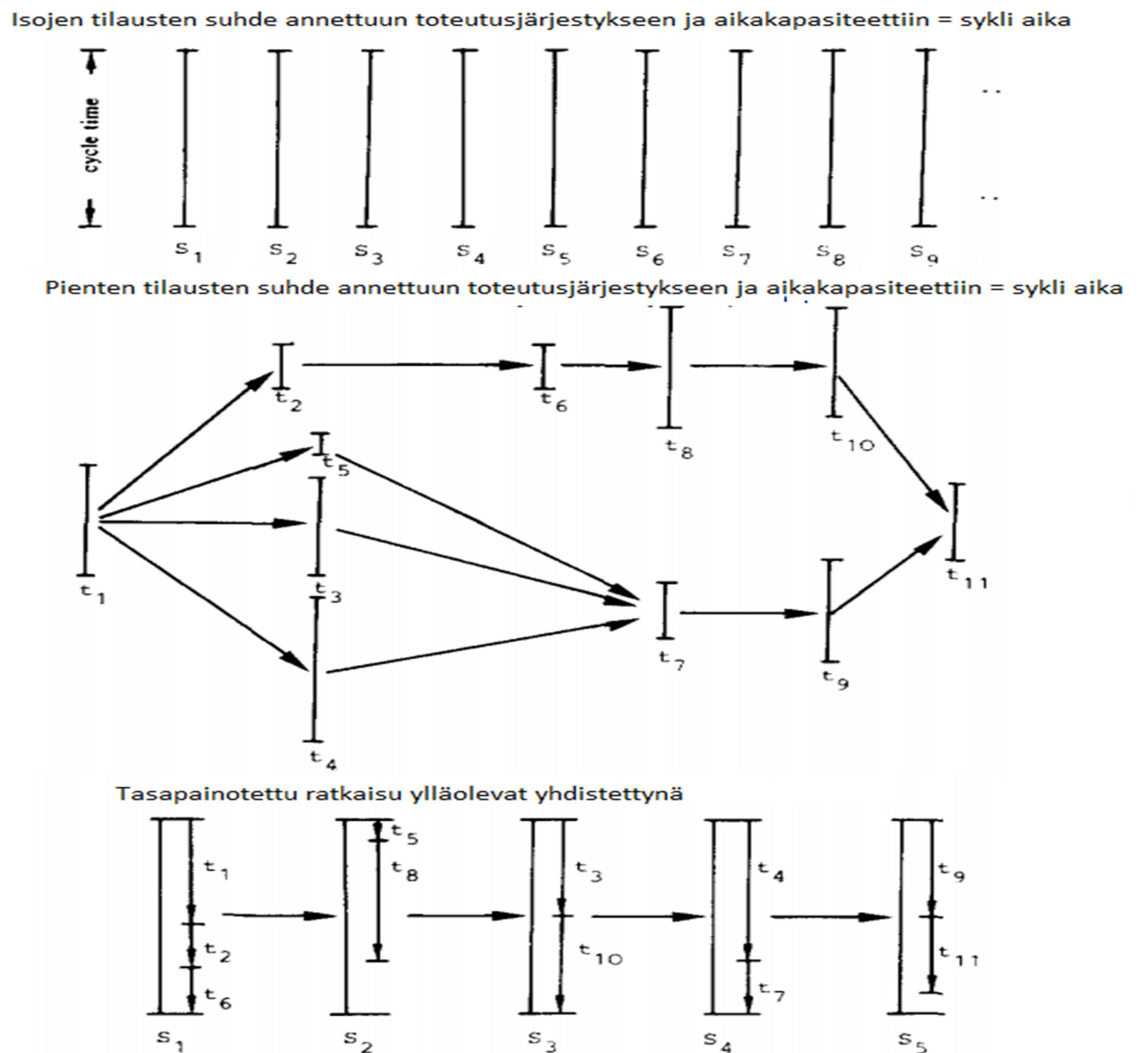
Kolmiulotteista optimointia käytetään useimmiten varastoinnissa. Tässä tavassa huomionarvoista on leveyden ja korkeuden lisäksi myös syvyysuunta. Optimoitavat kappaleet voivat olla esimerkiksi erikokoisia varastointilaatikoita ja aihiona tässä tapauksessa toimii varasto, jonne täytyy saada mahtumaan mahdollisimman monta laatikkoa järkevästi ja mahdollisimman hyvin tilaa hyödyksi käyttäen. Kuviossa 4 havainnollistetaan edellä mainittua toimintoa. (Dyckhoff ym. 1990, 147.)



Kuvio 4. Havainnollistus kolmiulotteisesta optimoinnista. (Dyckhoff ym. 1990, 147.)

2.1.4 Moniulotteinen optimointi

Moniulotteinen optimointi on yhdistelmä edellä mainitusta kolmiulotteisuudesta ja ajankäytöstä. Tässä tapauksessa optimointi tapahtuu muuten samalla tavalla kuin kolmiulotteisessa optimoinnissa sillä erolla, että varastointiin käytettävä aika otetaan tässä huomioon. Tapauksesta riippuen on mahdollista, että itse varastoinnin optimointitulos ei ole optimaalisin käytettävissä oleva. Tämä johtuu neljännessä ulottuvuudesta ajasta. Usein tuotannollisissa tehtävissä aika on rahaa, jolloin tätäkin osuutta joudutaan miettimään. Yleisimmin tulos on kuitenkin vähintään hyvä molempia lopputuloksia ajatellen. Kuviossa 5 esitellään esimerkki yllä olevasta. (Dyckhoff ym. 1990, 149.)



Kuvio 5. Havainnollistus neliulotteisesta optimoinnista. (Dyckhoff ym. 1990, 149.)

2.2 PreCut-ohjelmisto

Opinnäytetyössä käytetty optimointiohjelmisto PreCut on Finortec Oy:n kehittämä. Yrityksellä on yhteensä 300 asiakasta Suomessa, Skandinaviassa ja Baltiassa. Finortec on kehittänyt ohjelmistojaan jo yli kymmenen vuoden ajan yhdessä asiakkaidensa kanssa. Ohjelmistoratkaisuja löytyy räätälöitynä laajasti aina ikkuna- ja julkisivuteollisuudesta marmoria valmistamaan teollisuuteen saakka. Modulaarisen ja laajan rakenteen ansiosta PreCut-tuote voidaan sovittaa vastaamaan yrityksen yksilöllisiä tarpeita. (Finortec 2018.) Tässä työssä ohjelmistona toimi Precut profile-sovellus.

2.2.1 Precut profile

Precut profile -sovellus on ohjelmisto, joka soveltuu yksiulotteisten profiilien katkaisun optimointiin. Lähtötietoina toimivat sahattavat kappaleet ja aihiot. Sahattaviin aihioihin voidaan määritellä myös päiden vinot kulmat. Ohjelma huomioi materiaalinkäytön siten, että hukka on mahdollisimman pieni. Ohjelmisto soveltuu lähes kaikille profiilimalleille, näistä esimerkkeinä: alumiini-, muovi-, puu- sekä metalliprofiilit. (Finortec Oy 2018.)

Ohjelmiston avulla saadaan merkittävästi pienennettyä katkonnassa syntyvää materiaalihukkaa, tuotannon tehokkuus kasvaa ja yrityksen kannattavuus paranee. Ohjelmisto on helposti integroitavissa muihin järjestelmiin. (Finortec Oy 2018.) Tässä työssä tuotteen kehittäjä integroi ohjelmistonsa yrityksessä olevaan WinPlan-toiminnanohjausjärjestelmään.

Integrointi mahdollistaa sen, että katkonnassa tarvittavia mittatietoja ei tarvitse syöttää järjestelmään käsin, vaan ne saadaan automaattisesti toiminnanohjausjärjestelmän tietokannasta. Ohjelmisto etsii myös tuotannon kannalta parhaiten sopivat ahiomitat. (Finortec Oy 2018.)

2.2.2 WinPlan-toiminnanohjausjärjestelmä

WinPlan on DB-Managerin kehittämä Skaalalla käytössä oleva ikkuna- ja oviteollisuuden tarpeisiin kehitetty ERP eli toiminnanohjausjärjestelmä. Tämän ohjelmiston kautta hallitaan koko yrityksen materiaalivirtoja sekä oikea-aikaisuutta tilauksissa. (DB-Manager Oy 2018.)

Ohjelmisto tarjoaa monenlaisia sovelluksia kokonaisvaltaiseen toiminnanohjaukseen. Tuote mahdollistaa kaikkien ikkuna- ja ovitehtaan toimintojen hallitsemisen yhdellä ohjelmalla. WinPlan on monipuolisesti räätälöitävissä yrityksen tarpeisiin nähden. Järjestelmästä saadaan tulostettua kaikki tuotantoon tarvittavat työpaperit aina katkaisuluetteloista kokoonpanoluetteloihin saakka. (DB-Manager Oy 2018.)

2.3 Algoritmit

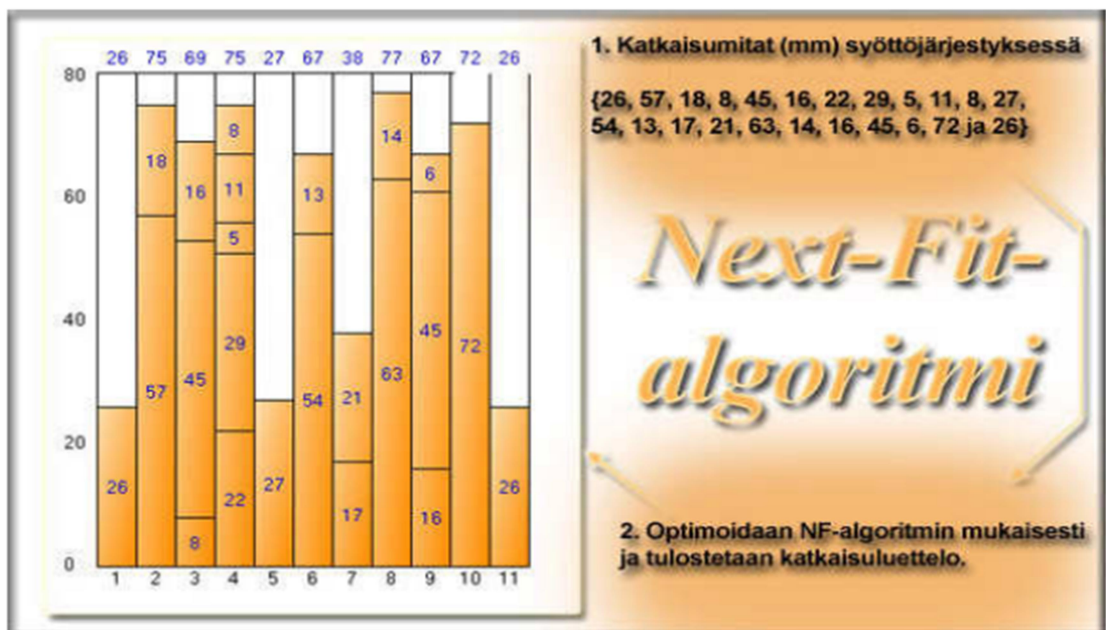
Algoritmit sisältävät erilaisen joukon toimenpiteitä, joiden avulla jokin tietty tehtävä saadaan suoritettua. Käsite algoritmi on erittäin laaja, sillä tarkoitetaan paljon muuta kuin tietotekniikkaan ja matematiikkaan kuuluvia menetelmiä. Kaikki täsmälliset suoritusohjeet luetaan algoritmeihin, kuten keittokirjat, hitsausohjeet tai drinkkien sekoitussuhteet. Nämä kaikki ovat algoritmeja, joita seurattaessa pitäisi edellä mainittujen toimien onnistua. (Vihtonen 2002, 34.)

Tarkastellaan algoritmeista lähemmin drinkkien sekoitussuhteiden ohjetta ja sen noudattamista. Algoritmeissa ilmenee usein vaihtoehtoisuutta, jolloin joudutaan punnitsemaan esimerkiksi kahta tilannetta ja valitsemaan niistä toinen. Tässä tapauksessa ohjeet voivat olla melko väljiä, jolloin valmiin drinkin tulokset voivat vaihdella suuresti toisistaan. Esimerkiksi on tilanne, jossa drinkin valmistaja on kokenut ammattilainen, joka ei noudata ohjetta täysin ehdoitta, vaan lisää omia sekoituksia jo valmiin reseptin joukkoon. Tällöin valmiista sekoituksesta tulee hieman erilainen mitä ohjeet käskivät tehdä. Pääajatuksena on kuitenkin se, että jos annettuja ohjeita eli algoritmia ei noudateta, saatu lopputulos ei ole oikea. (Vihtonen 2002, 34.)

Matemaattisiin ja tietoteknisiin ongelmiin liittyy kuitenkin pääsääntöisesti täsmälliset ohjeet, joista ei saa poiketa ja joita noudattamalla päästään oikeaan lopputulokseen. Lopputulos ei saa myöskään vaihdella. Otetaan esimerkiksi taskulaskin, jota ohjataan yksinkertaisella laskenta-algoritmilla, joka sisältää kerto-, yhteen-, vähennys- ja jakolaskujen säännöt. Tässä tapauksessa on välttämätöntä, että käyttäjä saa laskusta $4 \cdot 9$ vastaukseksi 36, eikä esimerkiksi 10. (Vihtonen 2002, 37.) Seuraavassa osiossa kerrotaan syvemmin muutamasta eri algoritmimallista.

2.3.1 Next-fit algoritmi

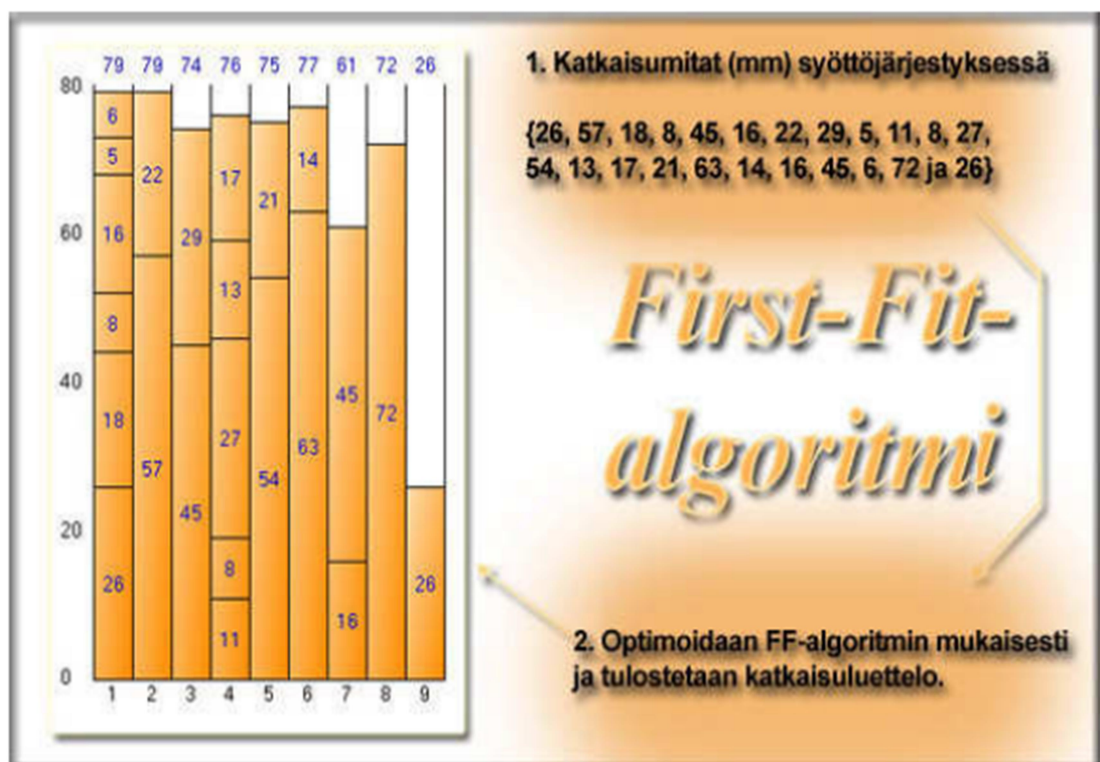
Katkaisussa yksinkertaisin käytössä oleva algoritmi on nimeltään Next-Fit. Tämä menetelmä käy katkaisumitat läpi syöttöjärjestyksessä, jotka sitten sijoitetaan sahausvuorossa olevaan aihioon. Kun ohjelma tunnistaa ensimmäisen katkaisumitan, se sijoitetaan ensimmäiseen aihioon, joka on esimerkiksi kuusi metriä. Kuitenkin niin, että katkaistava mitta ei ylitä aihion mitta. Kun ohjelma huomaa, että ensimmäiseen aihioon ei voi enää sijoittaa uutta katkaisumittaa, se vaihtaa uuteen ja sijoittaa mitan siihen, mistä syystä katkaisuhukka muodostuu isoksi. Tämä sijoittelu jatkuu yllä mainittuun tapaan niin kauan, että viimeinenkin tarvittava mitta on katkaistu. Tämän jälkeen ohjelma ilmoittaa koneelle, että kaikki kappaleet on sahattu. Kuviossa 6 algoritmi on havainnollistettuna. Katkaisuhukka ilmaistaan valkoisilla palkeilla ja oranssit palkit ovat katkaisumittoja. (Kärkkäinen & Laine 2009, 10.)



Kuvio 6. Esimerkki Next-Fit-algoritmin toiminnasta. (Kärkkäinen & Laine 2009, 11.)

2.3.2 First-Fit-algoritmi

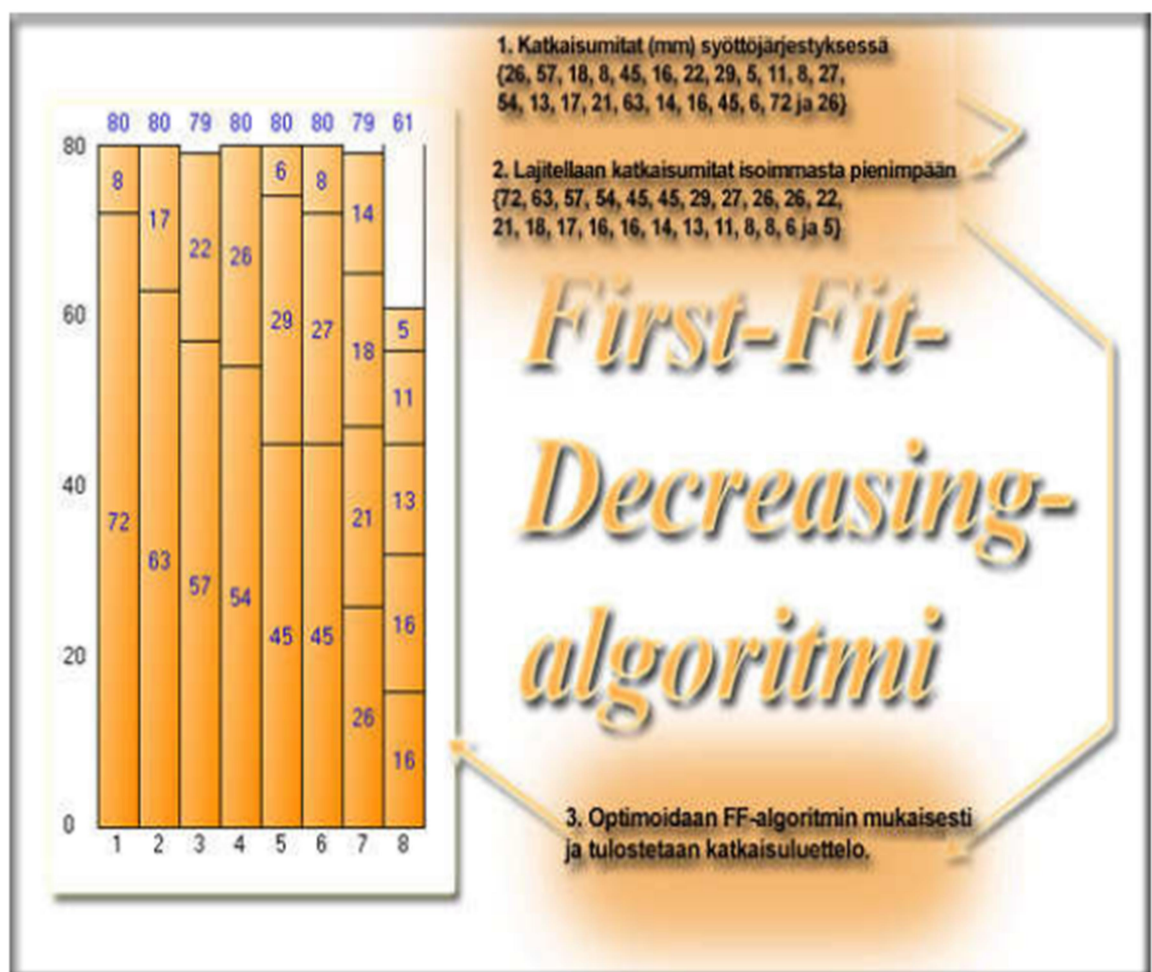
Toinen yleisesti katkonnassa käytetty algoritmi on nimeltään First-Fit, joka on Next-Fit-algoritmista kehittyneempi versio. Next-fitin tapauksessa jo käytetyistä aihioista jäi osassa katkaisuja reilusti materiaalia jäljelle, ja tähän tulee parannus, kun käytetään First-Fit-mallia. Tätä tapaa käytettäessä algoritmi hyödyntää yli jääneet aihiot katkaisun edetessä sijoittelemalla niitä ohjelmaan aina silloin, kun löytyy sopiva mitta sahattavaksi. Siinä tapauksessa, jos katkaistava mitta ei enää mahdu uudelleen sijoitettuun aihioon, sijoitetaan mitta uuteen täyspitkään aihioon. Tällä menetelmällä saadaan useissa tapauksissa aihoiden päähän jäävää hukkaa pienemmäksi ja usein myös kokonaisten aihoiden määrää pienemmäksi, mikä tarkoittaa sitä, että kokonaishukka pienenee merkittävästi. Kuviossa 7 havainnollistetaan tätä tilannetta. (Kärkkäinen & Laine 2009, 12.)



Kuvio 7. Esimerkki First-Fit-algoritmin toiminnasta. (Kärkkäinen & Laine 2009, 12.)

2.3.3 First-Fit Decreasing -algoritmi

First-Fit Decreasing algoritmi toimii kaksivaiheisesti: Aluksi katkaisumitat järjestellään isoimmasta pienimpään laskevasti. Toisessa vaiheessa algoritmi toimii kuten First-Fitin tapauksessa. Tällä tavoin saadaan jaettua isot mitat alkupäähän ja hankalammat pienet mitat voidaan sijoittaa aihioihin, mikä pienentää katkonnan kokonaishukkaa entisestään. Tämä on yleisimmin käytetty algoritmi yksiulotteisessa optimoinnissa. Kuviossa 8 havainnollistetaan tätä tilannetta. (Kärkkäinen & Laine 2009, 14.)



Kuvio 8. Esimerkki First-Fit-Decreasing -algoritmin toiminnasta. (Kärkkäinen & Laine 2009, 14.)

3 TYÖN KULKU

3.1 Lähtötilanteen kartoitus

Opinnäytetyö aloitettiin yrityksen optimointiohjelmistoon tutustumisella. Ohjelma itsessään oli jo käyttäjälle tuttu, mutta normaalityön ohessa siihen pääsi tutustumaan vielä syvemmin. Kirjallisuusosassa käsitelty teoria auttoi ohjelmiston ymmärtämisessä, kuten myös se, että sitä käytetään päivittäisessä työssä. Työn tekijälle nykyinen optimointiohjelmiston käyttötapa oli jo kolmen vuoden takaa tuttu, mistä syystä idea kehittämisestä nousi pinnalle.

Ohjelmiston helppokäyttöisempään hyödyntämiseen tutustuttiin ohjelmiston kehittäneen yrityksen sekä Skaalalla työskentelevän ohjelmistopäällikön kanssa. Ohjelmiston logiikka ja muokkaaminen tulivat tarvittavalla asteella tutuiksi keskustelemalla asiantuntijoiden kanssa.

Lähtötilanteen kartoituksen jälkeen aloitettiin pohtimaan isoimpia ongelmia optimointiprosessin aikana sekä sitä, miten niitä pystyttäisiin poistamaan ja kehittämään. Isoimmat ongelmat ja kehityskohteet löytyivät mekaanisesta työvaiheesta, joka oli hyvin kankea ja aikaa vievä vaihe alumiinin tilaamisessa. Optimointitulokset olivat jo edellä mainitulla tyyllillä hyvinkin riittävät, mutta varsinaiselle tuotannon suunnittelulle ei jäänyt riittävästi aikaa, koska optimoidessa kaikki arvot jouduttiin syöttämään profiilikohtaisesti käsin. Tästä syystä ohjelmistoa lähdettiin vieämään automaattisempaan suuntaan.

Optimointiprosessin eri vaiheista ja niiden kestosta tehtiin dokumentaatiota. Lisäksi selvitettiin tarvittavat katkaisukulmat, jotka sisältyvät kotimaan avautuvien ikkunoiden alumiiniprofiilien katkomiseen. Edellä mainittuja muistiinpanoja käytettiin apuna raporttipohjan tietojen syötössä.

3.2 Kehityskohteet

Yrityksessä oltiin tyytyväisiä varsinaisen optimoinnin tulosten tarkkuuteen, mutta haluttiin päästä eroon aikaa vievästä ja kankeasta käyttöliittymästä. Tästä syystä helppokäyttöisyydestä ja nopeudesta muodostui tärkein kehitettävä asia. Automaattisen optimointituloksen saamista varten luotiin oma raporttipohja yrityksen sisäisten ja ulkoisten asiantuntijoiden kanssa. Opinnäytetyön tekijän rooli oli tässä vaiheessa profiilikoodien, värien sekä katkaisukulmien selvittäminen sekä niiden raportointi ohjelmiston kehittäjälle.

Suurin työ tässä kehitystehtävässä oli yllä mainittu tietojen dokumentointi, koska profiileja kuten katkaisukulmiakin on useita, väreistä puhumattakaan. Itse optimointituloksen saaminen valmiina oli osuus, joka toteutettiin ulkoisella palvelun tarjoajalla, DB-Managerilla. Skaalalla on käytössä WinPlan-niminen ERP-toiminnanohjausjärjestelmä, josta saatiin valmis raporttipohja. Tähän pohjaan syötettiin kerätyt tiedot DB-Managerin avustuksella, minkä jälkeen se yhdistettiin optimointiohjelmistoon Skaalan ohjelmistopäällikön kanssa.

3.3 Kehityksen kuvaaminen

Optimointiprosessin lähtötilannetta varten luotiin kuvasarja, josta nähdään kohta kohdalta, miten ohjelmistoa käytettiin mekaanisesti. Kuvasarja luotiin siitä syystä, että lukijalle selviää tarkka kuva siitä, kuinka kankea prosessi oli. Lopputuloksesta luotiin samanlainen kuvasarja vertailupohjaksi vanhaan tapaan peilaten, josta nähdään kuinka paljon sujuvammaksi optimointiprosessi muuttui. Saadun tuloksen on tarkoitus auttaa käyttäjää päivittäisessä työssä.

4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO

4.1 Lähtötilanne

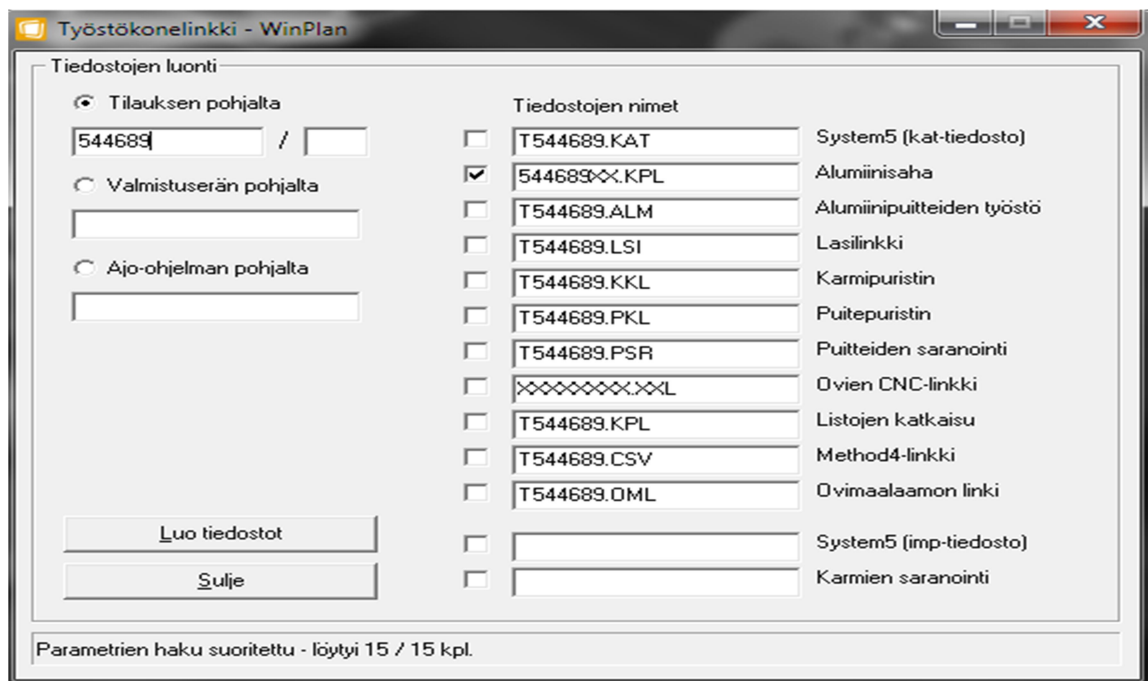
Opinnäytetyön tekemisen alkaessa alumiinin optimointi hoidettiin PreCut-nimisellä ohjelmistolla manuaalisesti. Alumiinit tilataan tilauskohtaisesti väristä riippumatta, joten optimointi täytyy tehdä joka tilaukselle erikseen. Tuotannosuunnittelijan käsitellessä tilausta muut materiaalit, kuten esimerkiksi sälekaihtimet, saadaan tilattua valmiiksi tehdyillä tilauspohjilla eli tilausraportilla. Tässä tapauksessa suunnittelijan ei tarvitse tehdä muita toimenpiteitä kuin syöttää tilausnumero Winplantoiminnanohjausjärjestelmän materiaalinhallinnan osioon, jolloin järjestelmä tarkistaa tilauksen rivit ja poimii sieltä tilaukseen tarvittavat kaihdinmallit, värit ja mitat.

Alumiiniprofiilien tilaaminen ei alkuvaiheessa ollut näin yksinkertaista. Kuten yllä mainitaan, alumiinien tilausmäärät täytyi optimoida käsin erillisellä ohjelmalla, josta sitten kirjattiin saadut tilausmäärät metreinä materiaalinhallintaan. Tämä vaihe vei tilausten käsittelystä tuhottomasti aikaa ja sitä ei jäänyt riittävästi itse tuotannon kuormituksen suunnitteluun. Tapa oli myös erittäin herkkä virheille, koska jokaisen tilaukseen kuuluvan profiilin katkaisukulmatiedot sekä värit syötettiin käsin optimointiohjelmaan oletettavasti oikeilla tiedoilla. Virheherkkyys johtui siis siitä, kun samaa asiaa piti tehdä useaan kertaan, jolloin mahdollisuus inhimilliseen erehdykseen on suuri.

Liitteessä 1 olevassa prosessikaaviossa havaitaan optimointitoimenpiteen hankaluus ja hitaus. Lisäksi siinä havainnollistetaan profiilien katkaisukulmien sekä värien runsautta.

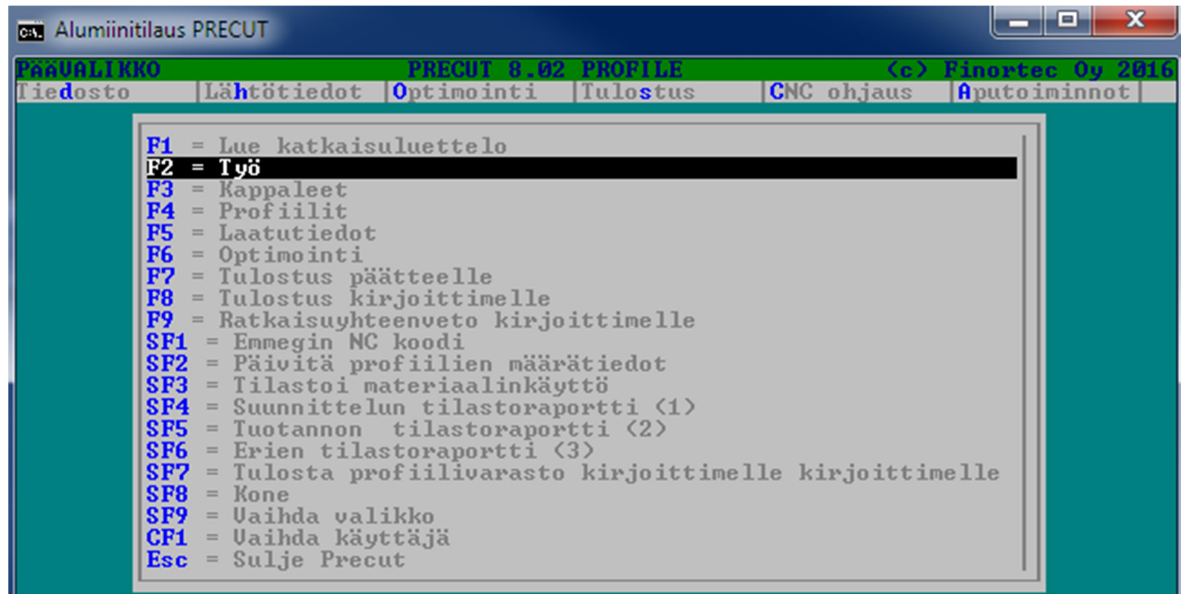
4.1.1 Tilanne ennen muutosta

Tässä osiossa kuvataan alumiinin optimointi- ja tilausprosessin monimutkaisuutta. Tuotannosuunnittelijan aloittaessa alumiinitarpeen määrittämisen täytyy hänen muodostaa ajo-ohjelma sillä hetkellä käsitellyssä olevan tilauksen perusteella PreCut-ohjelmistoon, minkä pohjalta tiedot siirtyvät optimoitavaksi. Kuviossa 9 nähdään, miten ajo-ohjelma muodostetaan. Tämä vaihe on kuitenkin yksinkertaisin koko optimointiprosessissa.

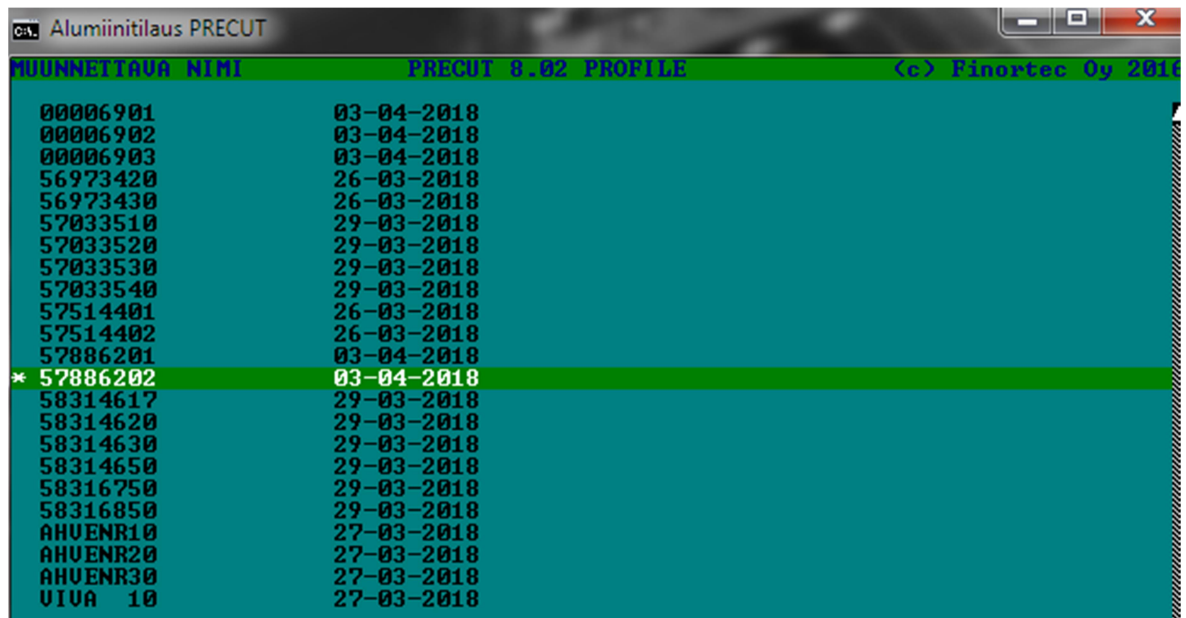


Kuvio 9. Ajo-ohjelman muodostaminen.

Seuraavassa vaiheessa ajo-ohjelma luetaan selkokieleksi PreCut-ohjelmaa hyväksi käyttäen. Kuviossa 10 valitaan kohta "Lue katkaisuluettelo" aktiivisesti, jonka takaa aukeaa lista tehdyistä ajo-ohjelmista, kuten kuviossa 11 nähdään.



Kuvio 10. Katkaisuluettelon avaaminen.



Kuvio 11. Katkaisuluettelo.

Tämän jälkeen valitaan haluttu tilauksen pohjalta tehty ajo-ohjelma aktiiviseksi ja jatketaan seuraavaan kohtaan, joka on "Kappaleet". Tämän takaa löytyy optimoitavan profiilin koodi sekä väritiedot, kunhan se on valmiina syötettynä järjestelmään. Siinä tapauksessa, jos järjestelmä ei löydä väriä, joudutaan sekin syöttämään käsin kuten katkaisukulmat. Katkaisukulmia on kahta eri astetta: ulkopuolteessa 45 ja karmin verhouspelleissä 90 astetta. Alkutilanteessa asteet ovat nollassa, joten ne joudutaan syöttämään käsin. Yllä mainitut toiminnot tehdään jokaiselle profiilille mitä kyseessä olevan tilauksen ikkunat sisältävät. Yleensä profiileja on neljää laatua: 19823 = ulkopuite, 7804 = karmin alaverhousalumiini, 2614 = karmin sivu- ja yläverhousalumiini sekä 2615 = välikarmiverhous. Kuviossa 12 on havainnollistettuna yllä kerrottu.

Kpl	Pituus	Materiaali	Mater. 2	Alkuk	Loppu	Pos.	A	Ry	Pr
2	324.0	19823	RAL8007	0.0	0.0	1	1	0	0
2	744.0	19823	RAL8007	0.0	0.0	2	1	0	0
6	784.0	19823	RAL8007	0.0	0.0	3	1	0	0
2	934.0	19823	RAL8007	0.0	0.0	4	1	0	0
4	1064.0	19823	RAL8007	0.0	0.0	5	1	0	0
6	1084.0	19823	RAL8007	0.0	0.0	6	1	0	0
2	1104.0	19823	RAL8007	0.0	0.0	7	1	0	0
12	1464.0	19823	RAL8007	0.0	0.0	8	1	0	0

↑
Katkaisukulmat määritettävä manuaalisesti

Kuvio 12. Optimoitavat kappaleet.

Näiden alkuvalmistelujen jälkeen tulee viimeinen vaihe eli varsinaisen optimoinnin suorittaminen. Kun ohjelma saa käsin syötetyt arvot tietokantaansa, se tekee optimointivaiheen automaattisesti First-Fit-Decreasing-algoritmia hyväksi käyttäen. Käyttäjä saa valmiin optimointituloksen ohjelmasta, josta se sitten siirretään tilaukseksi. Kustakin tilauksesta jää aina jonkin verran hukkamateriaalia jäljelle. Tässä tapauksessa sitä jäi noin 3 metriä. Ylijäävä materiaali varastoidaan ja käytetään myöhemmin mahdollisiin samalla värillä tehtäviin reklamaatiotöihin. Kuviossa 13 esitellään näkymä valmiista tuloksesta.

KAAVIOT Materiaali 19823 erik									
1	6000-0	mm	2	KPL	5.22	×	R:	0-0	
2	6000-0	mm	1	KPL	5.11	×	R:	0-0	
3	6000-0	mm	1	KPL	5.05	×	R:	0-0	
4	6000-0	mm	1	KPL	5.44	×	R:	0-0	
5	6000-0	mm	1	KPL	9.32	×	R:	0-0	
6	6000-0	mm	1	KPL	15.38	×	R:	0-0	
SAANTI 92.75%			KOK.HUKKA 7.25%						
KÄYTETTY 7 kpl 6000-0 mm			PITUUS 42.00 m						
PROFIILIN KOKONAISPITUUS					42.000 m;		HUKKA 3.045 m		
KAPPALEIDEN KOKONAISPITUUS					38.955 m;		YHT. 36; ERIL. 8		
KATKAISUKAAVIOT					Työ NÄITÄ 10 28.09.2017 Sivu 1				

Kuvio 13. Optimointitulokset.

Nyt alumiinimäärät on optimoitu, minkä jälkeen voidaan suorittaa varsinainen tilaus saatujen tulosten perusteella. Kun tulokset on otettu ohjelmasta ylös, niistä tehdään tilaus alihankkijalle materiaalinhallintaohjelmaa hyväksi käyttäen. Tämäkin vaihe kirjataan käsin yksi profiili kerrallaan, kunnes tilauksessa on määrät ja värit oikein.

Yhteenvetona tästä kaikesta saadaan selvyys siitä, miten kankea vaihe alumiinin optimointi oli. Tilausprosessi ei edelleenkään ole täysin automaattinen, koska kehitystyö on vielä kesken ja se vie aikaa sekä rahaa, joita ei kumpaakaan ole rajattomasti. Seuraavassa osiossa lukija saa kuitenkin huomata, miten paljon nykyinen tilanne on muuttunut vanhaan verrattuna.

4.1.2 Tilanne muutosten jälkeen

Muutosta lähdettiin suunnittelemaan yhdessä optimointiohjelmiston kehittäjän, toiminnanohjausjärjestelmän tekijöiden sekä Skaalan ohjelmistopäällikön kanssa. Palaverissa pohdittiin suurinta ongelmaa eli sitä, miten prosessi saadaan automaattisempaan suuntaan. Tätä lähdettiin purkamaan yhteisillä palavereilla yllä mainittujen asiantuntijoiden kanssa. Työn tekijän rooli näissä palavereissa oli tehtyjen dokumentaatioiden esittely ohjelmistojen kehittäjille ja myöhemmin niiden siirtäminen raporttipohjaan. Rajallisista resursseista johtuen alkuperäiseen täysin automaattiseen portaaliratkaisuun ei kuitenkaan päästy, joten asioita jouduttiin soveltamaan käytössä olevien resurssien ehdoilla. Toiminnanohjausjärjestelmän kehittäjillä oli jo valmis tilausraporttipohja kyseistä toimintaa varten, johon työn tekijä sai siirtää kerätyt dokumentit käyttöön. Dokumenttien siirron jälkeen optimointiohjelmiston kehittäjä liitti ohjelmiston raporttipohjaan, jolloin saatiin edellä mainittu mekaaninen tekeminen poistettua.

Nykyinen malli toimii siten, että tuotannonsuunnittelija pystyy hakemaan tilattavien ja valmiiksi optimoitujen alumiinien määrät yksinkertaisemmin tuotantopäivää käyttämällä. Otetaan esimerkiksi huhtikuun viikko 15 ja siitä tuotantopäivä 10.4.2018. Kun suunnittelija syöttää kyseisen tuotantopäivän tehtyyn raporttiin, se antaa kaikkien kyseisellä tuotantopäivällä olevien tilausten optimoidut ja oikeat mitat tuloksena käyttäjälle. Kuviossa 14 esitellään raporttipohja ja kuviossa 15 tilattavaksi optimoidut määrät ja värit.

Raportin ajaminen

ODBC-Tietolähde: WINPLAN

Raportit: []

Raporttitiedosto: \\SKAALA2\winplan\Db\Alukoonti Erikoisvärit

Selaa...

Parametrit

	Kuvaus	T	Arvo
1	Tuotantopäivä	D	16.11.2016

Esikatselu...

Sivut: [] - []

Kopioita: [] kpl

Kirjoitin...

Tulosta

Sähköpostiin

Lopetus Ohje... Ohjelmatietoja...

Kuvio 14. Tilausraportti.

Nimike	Väri	jm	Tilattava jm
Alumiini alaverhous 7804	RAL7040	7.9	12
Alumiini alaverhous 7804	RAL7046	12.3	18
Alumiini alaverhous 7804	RAL9006	79.2	90
Alumiini HP:n aihio	RAL9006	8.1	12
Alumiini karmilista 11658	RAL9010/RAL7045	24.2	30
Alumiini sivu+ylä verhous 2614	RAL7040	39.8	48
Alumiini sivu+ylä verhous 2614	RAL7046	62.3	66
Alumiini sivu+ylä verhous 2614	RAL9006	275.2	282
Alumiini TASKUpuitteen aihio 19823	RAL7046	78.0	84
Alumiini TASKUpuitteen aihio 19823	RAL9006	442.7	474
Alumiini TASKUpuitteen aihio 19824	RAL7040	46.5	48
Aluvälikarmilista 2615	RAL7046	3.1	6
Aluvälikarmilista 2615	RAL9006	50.5	54

Kuvio 15. Automatiikalla optimoidut määrät.

Kuten kuviossa 15 näkyy, nykyinen malli antaa halutun tuotantopäivän alumiini-määrät valmiiksi optimoituna ja värien mukaan järjestettynä. Tällä tavalla tuotannon suunnittelijan tarvitsee enää poimia raportin antamat tilausmäärät materiaalin hallintaan ja lähettää tilaus alihankkijalle. Kyseisellä tavalla alumiinien tilaaminen nopeutui huomattavasti ja virheiden määrä on vähentynyt huomattavasti.

Otetaan RAL 7040 (harmaa) karmiverhousprofiili lähempään tarkasteluun. Raportti näyttää ”juoksumetri”-sarakkeessa tarkan tarpeen kyseiselle profiilille. Toinen sarakke näyttää tilattavan määrän. Tilattava määrä on 12 metriä. Koska alihankkijalta tilattavat profiiliihiot toimitetaan kuuden metrin salkoina, tullaan tilanteeseen, jossa yksi salko ei riitä, koska tarpeen osoittama määrä on 7,9 metriä. Tämän takia optimointi antaa tilausmääräksi kaksi täysimittaista salkoa. Pieniä määriä tilatessa hukka on suhteessa pienempi kuin isojen määrien kohdalla.

4.1.3 Tilauksen lähettäminen

Tilausvaihe prosessista jäi vielä suunnittelijan käsin tehtäväksi, vaikka optimointitulos saadaankin nykyään automaattisesti oikeilla määrillä. Optimointitulosta ei saatu siirtymään suoraan tilausjärjestelmään, jolloin se joudutaan tekemään mekaanisesti. Metrimäärien optimoitu tulos siirretään käsin näppäilemällä järjestelmään, värit ja profiilit saadaan automaattisesti. Tämä vaihe toistetaan kaikille tilauksella oleville profiileille. Kuviossa 16 esitetään yllämainittu vaihe.

NimikeID		Nimitys	
ALU_19823		Alumiini TASKUpuitteen aihio 19823	
Määrät		Yksikkö	Kirjaustapa
Tilattu	84	jm	<input type="radio"/> Varastoon
Toimitettu	0	A-hinta	<input checked="" type="radio"/> Myyntitilaukselle
Hylätty	0	Mitta1	0 0
Laskutettu	0	Mitta2	Tilausrivi 0
Alkuperäinen	78	Mitta3	0
			ToimPvm (arvioitu)
			12.10.2017
			<input type="checkbox"/> Sama pvm kaikille riveille
			ToimPvm (vahvistettu)
			<input type="checkbox"/> 27. 9 .2017
			<input type="checkbox"/> Sama pvm kaikille riveille
			ToimPvm (toteutunut)
			<input type="checkbox"/> 27. 9 .2017
Väri	RAL7046		
Huomautus1			
Huomautus2			
Kirjausviite			

Kuvio 16. Tilautustietojen syöttäminen järjestelmään.

4.1.4 Projektin jatkotoimenpiteet

Kuten edellisessä osiossa mainittiin, tilausprosessia ei saatu rajallisten resurssien vuoksi vielä täysin automaattiseksi. Tämä hetkinen tapa toimia alumiinia tilatessa muuttui kuitenkin suuresti lähtötilanteeseen verrattuna. Kun tilaaja joutui vielä aiemmin tekemään optimoinnin mekaanisesti, se onnistuu nykyään tehtyä raporttia käyttämällä automaattisesti. Tilaajan vastuulle jää näin ollen enää tarkistusvaihe syötettyjen värien, profiilikoodien ja mittojen oikeellisuudesta ennen tilauksen lähettämistä.

Tämänhetkistä tilannetta kehitetään sallitun ajan ja varojen sisällä samalla työryhmällä siten, että tilaustakaan ei tarvitse enää syöttää käsin. Raportti tulee tulevaisuudessa toimimaan samalla tavalla, mutta se liitetään vielä materiaalinhallintaohjelmaan niin, että tilaus lähtee alihankkijalle automaattisesti raportista saatujen tietojen perusteella. Tämä muutos tulee käyttöön aikaisintaan vuoden 2019 alkupuolella.

5 POHDINTA

Tuotannonsuunnitteluprosessissa on useita haastavia ja tarkkuutta vaativia vaiheita. Yksi isoimmista on tässä työssä käsitelty alumiinin optimointi ja tilaaminen. Aihe on melko laaja ja monimutkainen toiminnan muoto. Tilanne ennen muutoksia oli vanhanaikainen ja kankea, vaikkakin toimiva. Vanha toimintatapa oli todella virheherkkä ja aikaa vievä prosessi, mistä syystä tilanteen kehittämistä lähdettiin viemään eteenpäin.

Alkuperäinen optimointimalli oli myös kustannuskysymys, koska paljon aikaa vievä niin sanottu turha työ vei resursseja suunnittelijoiden tärkeimmästä tehtävästä eli tuotannon oikea-aikaisesta kuormittamisesta. Vastaan tuli myös tilanteita, joissa kaikkia tietyn viikon alumiineja ei ehditty tilaamaan ajoissa, koska optimointivaihe oli niin hidas. Tästä syystä jotkut tilaukset olivat jo kokoonpanon aloitusvaiheessa myöhässä, koska alumiineja ei ollut ehditty tilaamaan tiettyjen alihankkijan asettamien aikarajoitteiden sisällä. Toisaalta vastaan tuli myös sellaisia tilanteita, missä alumiinia oli tilattu liian vähän, väärillä väreillä tai väärillä kulmilla. Tämä lisäsi kustannuksia monella osa-alueella, pelkästään väärät alumiinit maksoivat merkittävän summan puhumattakaan siitä, miten paljon tilaukset myöhästyivät ja näistä tuli taas sakkoja ja muita kuluja. Suurin osa edellä mainituista virheistä johtui käyttäjän tekemistä näppäilyvirheistä optimointivaiheessa. Tilaamiseen ja tuotannonsuunnitteluun ei sovi kiire ja epäjärjestelmällisyys, jota kuitenkin väkisinkin syntyi ohjelmiston hitauden ja vaikeakäyttöisyyden vuoksi. Uusi paranneltu optimointimalli on poistanut virheet lähes kokonaan ja tätä kautta myös tuotannon kuormitus ja tilausten oikea-aikaisuus on lähtenyt nousuun, ja virheistä syntyneet kustannukset ovat myös pienentyneet merkittävästi noin 10 prosenttia. Kulut olivat laskelmien mukaan ennen muutoksia tuhansia euroja enemmän kuin nykytilanteessa.

Tähän asti saadut tulokset saivat hyvän vastaanoton sekä tuotannonsuunnittelun osastolta että yrityksen johdolta. Tämä sekä konkreettisesti saadut tulokset lisää tahtotilaa sille, että aloitettua työtä voidaan kehittää eteenpäin työn ohessa myöhemmin. Vaikka työn lopputulos ei ollut täysin sama mitä alun perin suunniteltiin, oli työryhmä kuitenkin tyytyväinen saatuihin tuloksiin. Kuviossa on 17 tilanne taukokoituna.

	ENNEN MUUTOKSIA	MUUTOSTEN JÄLKEEN
VIRHEKUSTANNUKSET	Kaikista kustannuksista n. 15%	Kaikista kustannuksista n. 5%
KUORMITUS	2000 yksikköä / viikko / kahdella työntekijällä	3000 yksikköä / viikko / kahdella työntekijällä
TILAUSTEN OIKEA-AIKAISUUS	Kuukaudessa myöhässä n. 200 yksikköä	Kuukaudessa myöhässä n. 100 yksikköä

Kuvio 17. Esimerkki kulujen muutoksista.

Kehitettävää jäi vielä automatisoinnin puolelle, koska tilausvaihetta ei saatu vielä toimimaan halutulla tavalla. Tähän asti saadut tulokset kuitenkin puhuvat sen puolesta, että työ kannattaa viedä suunnitellusti loppuun.

Tilausvaiheen automatisointi vaatii kuitenkin laajempaa yhteistyötä alihankkijan kanssa. Tämä tarkoittaa sitä, että Skaalalla käytössä oleva tilausohjelmisto pitää synkronoida alihankkijan vastaavan kanssa. Asiasta on käyty keskustelua ja suunnitelmia on jo tehty. Tällä hetkellä näyttää siltä, että työ saadaan loppuun viimeistään vuoden 2019 alkupuolella.

Automatisoinnin valmistuttua kokonaan kotimaan ikkunapuolelle on mahdollista, että tätä samaa pohjaa pystytään hyödyntämään myös muiden tuotteiden puolella. Suunnitelmissa on, että sama pohja siirrettäisiin jokaiselle linjalle, missä tapahtuu paljon alumiinin tilaamista. Seuraava kehitettävä prosessi on suunnitteilla ovipuolen tuotannosuunnitteluun. Kehitystyö on helpompi ja nopeampi toteuttaa ovipuolelle, koska siellä ei ole käytössä kuin kahta eri profiilia, joten tietojen kerääminen on yksinkertaisempaa.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyö tehtiin Skaala ikkunoiden ja ovien tuotannosuunnittelun osastolle. Tuotannosuunnittelussa käsitellään ja kuormitetaan kaikki tilaukset tuotannon käyttöön. Käsiteltäviin tuotteisiin kuuluu monenlaisia komponentteja, joista kuitenkin suurimpana yksittäisenä on erilaiset maalatut tai muuten käsitellyt alumiiniprofiilit. Tavoitteena tässä työssä oli sujuvoittaa edellä mainittujen profiilien optimointi- ja tilaustapaa. Tämä vaihe oli kustannuksiltaan ja työmäärältään kuluttavin osuus, minkä takia siihen tarvittiin parannusta. Kulut olivat laskelmien mukaan ennen muutoksia tuhansia euroja enemmän kuin nykytilanteessa. Tavoitteena oli tehostaa optimointivaihetta ja parantaa sitä kautta mahdollisuutta tilauksien oikeellisuuteen.

Työssä käytiin läpi kirjallisuuden avulla erilaisia teorioita optimointimalleista sekä niihin liittyvistä algoritmeista. Samalla tuli tutuksi muutamia mahdollisia malleja optimoinnin suorittamiseen.

Teoriaosiossa käsiteltyjen asioiden pohjalta työssä tutustuttiin optimoinnin käytännön tekemisen puoleen. Tutustuttiin eri algoritmimalleihin ja niiden hyödyntämiseen optimoinnissa. Teorian kautta tutustuttiin myös materiaalien järkevään katkomisjärjestykseen eri optimointimalleilla. Lähtötilanteesta laadittiin myös kohta kohdalta etenevä malli, missä nähdään, kuinka kankeaa optimointi alun perin oli. Tämän tavan käyttämisen järkevyyttä mietittiin työryhmässä teorioita sekä käytännön kokemuksia hyödyntämällä. Optimointivaihtoehtoihin tutustuttiin PreCut-ohjelmiston kehittäjän sekä Skaalan ohjelmistopäällikön kanssa.

Tuotannosuunnitteluprosessissa on useita haastavia ja tarkkuutta vaativia vaiheita. Yksi isoimmista on tässä työssä käsitelty alumiinin optimointi ja tilaaminen. Aihe on melko laaja ja monimutkainen toiminnan muoto. Tilanne ennen muutoksia oli vanhanaikainen ja kankea, vaikkakin toimiva. Vanha toimintatapa oli todella viriheherkkä ja aikaa vievä prosessi, mistä syystä tilanteen kehittämistä lähdettiin viemään eteenpäin.

Alkuperäinen optimointimalli oli myös kustannuskysymys, koska paljon aikaa vievä niin sanottu turha työ vei resursseja suunnittelijoiden tärkeimmästä tehtävästä eli tuotannon oikea-aikaisesta kuormittamisesta.

Lähtötilanteessa alumiiniprofiilit optimoitiin yksitellen, profiili toisensa jälkeen mekaanisesti ohjelmaa hyväksi käyttäen. Tämä oli erittäin hidaskäyttöinen ja virheherkkä toimintatapa, koska profiileja oli montaa eri laatua ja ne sisälsivät eri katkaisukulmia sekä ison kirjon värejä. Kaikki värit ja katkaisukulmat määriteltiin käsin syöttämällä, jolloin inhimillisen virheen mahdollisuus korostui huomattavasti.

Päällimmäiset ongelmat olivat siis hidaskäyttöinen prosessi ja liian suuri ohjelmiston käyttäjään liittyvä virheen mahdollisuus. Lisäksi ongelmaa pahensi tuotannon suunnittelussa vallitseva yleinen kiire ja hälinä. Tästä syystä näppäilyvirheitä sattui päivittäin. Virheet ovat vähentyneet tähän mennessä noin 10 prosentilla.

Ongelmien poistamista varten alettiin miettiä vaihtoehtoja, automaattisempaa tapaa optimoinnin hoitamiseen. Edellä mainittua toteutettiin eri asiantuntijoiden kanssa viikkopalaverissa sekä viestintävälineiden välityksellä. Muutosten jälkeen päästiin tilanteeseen, jossa käyttäjän ei tarvinnut enää suorittaa itse optimointivaihetta käsin kuten aiemmin. Tätä varten luotiin uusi raporttipohja, johon liitettiin PreCut-ohjelmiston optimointiosuus automaattiseksi. Nykytilanteessa riittää, kun käyttäjä syöttää raporttiin tietyn viikon tuotantopäivän, jolloin raportti laskee kaiken sen päivän alumiinimäärän optimoituna ja profiili- sekä värikohtaisesti järjestettynä.

Edellä mainitulla tavalla saatiin paljon aikaa säästymään itse tuotannon kuormittamiseen, ja myös virheiden määrä laski huomattavasti. Ennen optimoinnissa meni noin kymmenen minuuttia per tilaus, nykytilanteessa sama asia hoituu parissa minuutissa.

Muutoksia kuvaamaan luotiin periaatekuvat selkeyttämistä varten sekä lähtö- että nykytilanteesta. Nykytilanteen periaatekuvat toimivat myös hyvänä ohjeena uudelle tuotannosuunnittelijalle

Tähän asti saadut tulokset saivat positiivisen vastaanoton sekä tuotannosuunnittelun osastolta että yrityksen johdolta. Tämä sekä konkreettisesti saadut tulokset lisää tahtotilaa sille, että aloitettua työtä voidaan kehittää eteenpäin työn ohessa

myöhemmin. Vaikka työn lopputulos ei ollut täysin sama mitä alun perin suunniteltiin, oli työryhmä kuitenkin tyytyväinen saattuihin tuloksiin.

LÄHTEET

- DB-Magager Oy. 2018. [Verkkosivu]. Tampere. [Viitattu 10.4.2018]. Saatavana: <https://www.dbmanager.fi/>
- Dyckhoff, H. ym. 1990. Cutting and Packing in Production and Distribution. [Verkkojulkaisu]. Hollanti: European Journal of Operational Research. [Viitattu 2.4.2018]. Saatavana: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.87.4320&rep=rep1&type=pdf>
- Finortec Oy. 2018. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.4.2018]. Saatavana: <http://www.finortec.fi/web-content/sivut/etusivu.html>
- Haataja, J. 1991. Numeeriset menetelmät. 4. painos. Espoo: CSC-Tieteellinen laskenta Oy.
- Hamdy, A. 1976. Operations Research an Introduction. 7. painos. New York: Macmillan Publishing Co. Inc.
- Kärkkäinen, A. & Laine, J, T.2009. Sahauksen optimointi: Yksiulotteinen aihioon pakkaus sahaushukan minimoimiseksi. [Verkkojulkaisu]. Kajaanin ammattikorkeakoulu. Liiketalouden yksikkö, liiketalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Julkaisematon. [Viitattu 2.4.2018] Saatavana: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/4938/KHL5AAnttiKJaakkoL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Skaala. 2018. YHTÄ PERHETTÄ VUODESTA 1956. [Verkkosivu]. Kauhava: Skaala Group. [Viitattu 28.3.2018]. Saatavana: <http://www.skaala.com/yritys.html>
- Vihtonen, E. 2002. Ohjelmoinnin perusteet. [Verkkojulkaisu]. Lappeenranta: University Of Technology. Liiketalouden koulutusohjelma. [Viitattu 30.3.2018]. Saatavana: <http://www.it.lut.fi/kurssit/02-03/010511020/ohjper02.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Lähtötilanne optimoinnissa

Liite 2. Nykytilanne optimoinnissa

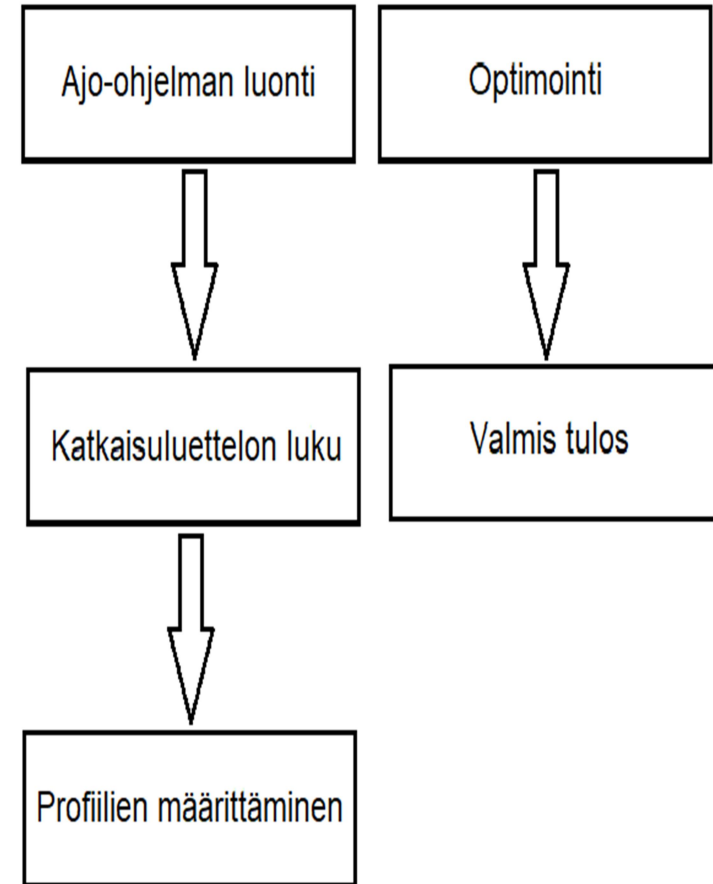
LIITE 1 Lähtötilanne optimoinnissa

R	Materiaali	Mater. 2	Posi	Kappali	Pituus	Aibiot
1	19823	RAL8007	0	36	38.96	
2	94304	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
3	9834	ERIK	0	0	0,00	5300 (Bz)
4	11650	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
5	15332	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
6	18376	RAL9010	0	0	0,00	6000 (Bz)
7	19877	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
8	20105A_2K+1 A	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
9	2011E	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
10	27055	*	0	0	0,00	5300 (Bz)
11	27056	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
12	27057	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
13	27058	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
14	27059	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
15	27060	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
16	27068	VALK	0	0	0,00	6000 (Bz)
17	27061	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
18	27062	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
19	27062	VALK	0	0	0,00	6000 (Bz)
20	27064	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
21	27060	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
22	27068	VALK	0	0	0,00	6000 (Bz)
23	27068	VALK/VALK	0	0	0,00	6000 (Bz)
24	27069	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
25	27172	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
26	27183	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
27	27211	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
28	27212	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
29	27213	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
30	27296	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
31	27435	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
32	27436	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
33	27465	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
34	27544	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
35	27545	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
36	27547	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
37	27836	ERIK	0	0	0,00	5300 (Bz)
38	27836	RAL7021	0	0	0,00	5300 (Bz)
39	27836	RAL9016	0	0	0,00	5300 (Bz)
40	27837	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
41	27874	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
42	288571	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
43	288592	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
44	288593	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
45	288594	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
46	288596	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
47	288656	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
48	288727	ERIK	0	0	0,00	6000 (Bz)
49	288727	LU-ANOD	0	0	0,00	6000 (Bz)
50	288727	LU-ANOD	0	0	0,00	6000 (Bz)
51	288727	NCS S 550P	0	0	0,00	6000 (Bz)
52	288727	NCS S1015P	0	0	0,00	6000 (Bz)

Kpl	Pituus	Materiaali	Mater. 2	Alkuk	Loppu	Posi	A	Ry	Pr
1	324,0	19823	RAL8007	0,0	0,0	1	1	0	0
2	744,0	19823	RAL8007	0,0	0,0	2	1	0	0
3	784,0	19823	RAL8007	0,0	0,0	3	1	0	0
4	934,0	19823	RAL8007	0,0	0,0	4	1	0	0
5	1064,0	19823	RAL8007	0,0	0,0	5	1	0	0
6	1084,0	19823	RAL8007	0,0	0,0	6	1	0	0
7	1104,0	19823	RAL8007	0,0	0,0	7	1	0	0
8	1464,0	19823	RAL8007	0,0	0,0	8	1	0	0

MARU10T	Materiaali	19823	erik
1	6000,0	mm	2 KPL 5,22 x R: 0-0
2	6000,0	mm	1 KPL 5,11 x R: 0-0
3	6000,0	mm	1 KPL 5,05 x R: 0-0
4	6000,0	mm	1 KPL 5,44 x R: 0-0
5	6000,0	mm	1 KPL 7,32 x R: 0-0
6	6000,0	mm	1 KPL 15,30 x R: 0-0

SAANTI	92,75x	KOK.HUKKA	7,25x	
KÄYTETTY	7 kpl	6000,0	mm PITUUS	42,00 m
PROFIILIN KOKONAISPITUUS	42,000 m	HUKKA	3,015 m	
KAPPALEIDEN KOKONAISPITUUS	38,985 m	YHT. 36;	ERIK. 8	



LIITE 2 Nykytilanne optimoinnissa

Raportin ajaminen

ODBC-Tietolähde: WINPLAN

Raportit:

Raporttiedosto: \\SKAALA2\winplan\Dr\Alukoonti Erikoisvärit

Parametrit

	Kuvaus	T	Arvo
1	Tuotantopäivä	D	16.11.2016

Sivut: -

Kopioita: kpl

Nimike	Väri	jm	Tilattava jm
Alumiini alaverhous 7804	RAL7040	7.9	12
Alumiini alaverhous 7804	RAL7046	12.3	18
Alumiini alaverhous 7804	RAL9006	79.2	90
Alumiini HP:n aihio	RAL9006	8.1	12
Alumiini karmilista 11658	RAL9010/RAL7045	24.2	30
Alumiini sivu+ylä verhous 2614	RAL7040	39.8	48
Alumiini sivu+ylä verhous 2614	RAL7046	62.3	66
Alumiini sivu+ylä verhous 2614	RAL9006	275.2	282
Alumiini TASKU puitteen aihio 19823	RAL7046	78.0	84
Alumiini TASKU puitteen aihio 19823	RAL9006	442.7	474
Alumiini TASKU puitteen aihio 19824	RAL7040	46.5	48
Aluvälikarmilista 2615	RAL7046	3.1	6
Aluvälikarmilista 2615	RAL9006	50.5	54