

Opinnäytetyö (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Käyttöpainotteinen autotekniikka

2011

Marek Uschanov

ABS-LEVYLINJAN LEIKKURIN MODIFIOINTI

Spheros Parabus Ltd



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

Turun ammattikorkeakoulu

Auto- ja Kuljetustekniikka | Käyttöpainotteinen autotekniikka

4.2.2011 | 41 + liitteet 10 sivua

Kalevi Vesterinen

Marek Uschanov

ABS-LEVYLEIKKURIN MODIFIOINTI

Tämä opinnäytetyö on tehty Spheros-Parabus Ltd:lle. Työn tavoitteena on määrittää vuonna 1965 valmistetussa ABS-levyjä valmistavassa linjassa olevan leikkurin mahdolliset korjauskohteet sekä dokumentoida leikkurin purkamisen työvaiheet. Tarkoituksena on myös selvittää tiettyjen osien tai osakokonaisuuksien toiminta ja tarkoitus.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään Spheros-Parabusin käyttämien muovilaatujen ABS:n ja ASA:n teknisiä ja valmistusteknillisiä eroja ja perehdytään muovilevyn valmistuksessa yleisesti käytettyyn ekstruusio eli suulakepuristustekniikkaan. Lisäksi selvitetään ekstruusiolevylinjan eri osioiden tehtävää ja toimintaa sekä perehdytään extruderin rakenteeseen.

Uusinnan tarpeessa olevista osista piirretään CAD-kuvat, ja ne valmistetaan joko itse yrityksen omalla pajalla tai niistä pyydetään tarjoukset osien valmistamiseen kykeneviltä yrityksiltä. Osien uusinnan kriittisyyden perusteella päätetään, tehdäänkö se välittömästi vai jätetäänkö se odottamaan seuraavaa huoltoa. Valmistettavien levyjen laadun parantumista ennen ja jälkeen muutoksien vertaillaan SPC-menetelmällä.

Työn tuotteena syntyi valokuvia leikkurin purkamisen vaiheista, CAD-kuvia uusimisen vaativista tai jo uusituista osista sekä levylinjan linjastopiirros CAD-muodossa. Työn aikana leikkuriin valmistettiin uusi jarrumekanismi yrityksen omalla pajalla. Toisen kuluneen osan valmistamisesta pyydettiin tarjoukset kahdeksalta metallialan yritykseltä. Näistä kolme yritystä pystyi tekemään kyseisen osan. Lisäksi selvitettiin leikkurin terän malli- ja saatavuustiedot tulevaisuuden uusintaa varten. Näillä toimenpiteillä onnistuttiin levynleikkuriin laaduntuottoa hieman kasvattamaan.

ASIASANAT:

Kestomuovi, ABS-muovi, ASA-muovi, ekstruusio, muovin valmistus, levylinja, muovitekniikka, statistic process control

Marek Uschanov

MODIFICATION OF ABS PLASTIC SHEET CUTTER

This Bachelor's thesis was commissioned by Spheros-Parabus Ltd. The focus of the work was a plastic sheet cutter which was made in 1965. The objective of the work was to determine parts that need repairing and document the steps of disassembling the cutter. A further objective was to determine the function and purpose of specific parts.

The theory part of the thesis comprises a comparison between two different types of plastic, ABS and ASA, which Spheros-Parabus uses, The comparison is focused on the technical properties of both types regarding manufacturing as well as usage properties. It also deals with the extrusion process which is a generally used technique of making plastic sheets. The purpose was to also define the function and purpose of the different parts of the plastic sheet production line and discuss the construction of the extruder.

CAD pictures were drawn of the parts that needed replacing. The parts were manufactured in the company's workshop if possible. Invitations for tenders were sent for parts that could not be made in the workshop. The criticality of replacement determined if parts were replaced immediately or in connection with the next service. The changes in the production quality were observed with a statistic process control method also known as SPC.

As a result, photographs were taken of every step in the disassembly of the cutter and CAD pictures were drawn of the parts that needed replacing or were replaced during this work. Furthermore, a new break mechanism was made to the cutter in the company's workshop. Offers were invited from eight machine shops for another part which was worn out. Only three of them were able to make the part. Specific information of the cutter blade was also determined. With these measures the quality of the plastic sheet cutting was increased.

KEYWORDS:

thermoplastic, ABS plastic, ASA plastic, extrusion, production of plastic sheets, plastics, statistic process control

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET (TAI) SANASTO	7
1 JOHDANTO	6
2 SPHEROS-PARABUS LTD	6
2.1 Parabusin historia	8
2.2 Tuotteet ja niiden valmistus	9
3 ABS- JA ASA-MUOVIT	12
3.1 Yleistä muoveista	12
3.2 ABS ja ASA	13
3.3 Granulaatit	17
4 LEVYLINJA	18
4.1 Extruuderit ja extruusiosprosessi	18
4.2 Kalanteri	20
4.3 Vetotelat ja pituudenmittaus	21
4.4 Leikkurit	22
5 LEIKKURIN TOIMINTAPERIAATE	22
5.1 Leikkaustapahtuman ohjaaminen	22
5.2 Leikkaustapahtuma	23
6 LEIKKURIN KORJAUSKOHTEET	25
6.1 Lukitusakseli	26
6.2 Ison hammaspyöränkeskiö	26
6.3 Ison hammaspyöränkeskiön korjausehdotus	27
6.4 Jarru	28
6.4.1 Uuden jarrun suunnittelu ja toteutus	29
6.4.2 Jarrun toimintaperiaate	32
6.5 Terä	33
7 MUUTOKSET LEVYNLAADUSSA	34
7.1 Tilastollinen prosessinohjaus	34
7.2 Saadut tulokset	35
8 LOPPUPÄÄTELMÄT	36
LÄHTEET	39

LIITTEET

Liite 1. Levylinjan linjastopiirros (CAD)	
Liite 2. Ison hammaspyörän keskiö (CAD)	
Liite 3. Jarrukiinnike (CAD)	
Liite 4. Jarrupanta (CAD)	
Liite 5. Jarrunauha (CAD)	
Liite 6. Jarru kokoonpanopiirros (CAD)	
Liite 7. Terä (CAD)	
Liite 8. Laaduntuottokyky ennen	
Liite 9. Laaduntuottokyky nyt	
Liite 10. Laaduntuottokyky kokeellinen erä	

KUVAT

Kuva 1. Spheros-Parabus Ltd tuotantotilat.	7
Kuva 2. Spheros-konsernin koko tuotevalikoima. (Spheros GmbH.)	8
Kuva 3. Luukun rakenne.	10
Kuva 4. Premiumluukku	10
Kuva 5. Mediumluukku lasikuvulla ja tavallinen Mediumluukku	11
Kuva 6. Basicluukku	11
Kuva 7. Spheros-Parabusin levylinja	18
Kuva 8. Extruder	19
Kuva 9. Leikkurin voimansiirto ilman suoja	22
Kuva 10. Lukituskieleke	24
Kuva 11. Lukitusakseli (alakuvan hammaspyörä poistettu)	24
Kuva 12. Leikkausmekanismin voimansiirto ja kytkentätapa	25
Kuva 13. Leikkausmekanismin lukitusakseli	26
Kuva 14. Kulunut tähtikuviainen osa	27
Kuva 15. Rikkinäinen jarru	29
Kuva 16. Uuden jarrun valmistuksen työvaiheita	31
Kuva 17. Kuvia uudesta jarrusta	31
Kuva 18. Uusi jarru kokonaisuudessaan	32
Kuva 19. Jarrun toiminta	33

KUVIOT

Kuvio 1. ABS/ASA käyttö Länsi-Euroopassa 1994 (Kunststoffe 85,1995 no10.)	14
Kuvio 2. ABS-ASA jännitys muodonmuutoskäyrä (BASF.)	16
Kuvio 3. ABS-ASA keltaisuusindeksi (BASF.)	17

TAULUKOT

Taulukko 1 ABS:n ominaisuudet ja käyttö	13
Taulukko 2. ASA:n ominaisuudet ja käyttö	14
Taulukko 3. Ominaisuudet ABS-ASA	15

Taulukko 4. Jarrupanta materiaalien ominaisuudet	30
Taulukko 5. Laaduntuottokyky	35

30
35

KÄYTETYT LYHENTEET (TAI) SANASTO

ABS	Muovilaatu, kemialliselta nimeltään Akrylinitriili Butadieeni Styreeni
ASA	Muovilaatu, kemialliselta nimeltään Akrylinitriili Styreeni Akrylaatti
CAD	Computer Aided Desing, suom. tietokoneavusteinen suunnittelu. Yleisesti käytetty tapa suunnitella kappaleita tai tuotteita teollisuudelle.
PMMA	Muovilaatu, kemialliselta nimeltään Polymetyylimetakrylaatti.
CNC	Computerized Numerical Control, teollisuudessa yleisesti käytössä oleva tietokoneohjattu tuotteiden työstötapa.
SPC	Tilastollinen prosessinohjaus. Statistic process control. Tilastotieteeseen perustuva laaduntarkkailu menetelmä.

1 JOHDANTO

Tavoitteena tässä opinnäytetyössä on purkaa ABS-levylinjan giljotiinileikkuri ja paikallistaa siinä olevat mahdolliset kuluneet ja rikkiäiset osat sekä tehdä niistä tarvittavat CAD-kuvat ja tarvittaessa selvittää osien ja osakokonaisuuksien käyttötarkoitus. Tarkoituksena on myös ottaa mahdollisimman paljon valokuvia leikkurin osista ja purkuvaiheista, jotta osat ja niiden kunto tulisi tarkkaan dokumentoitua.

Pohdin myös mahdollista yhteyttä tiedettyjen toimintaongelmien ja purkamisessa havaittujen vikojen ja kulumien välillä. Kuvien pohjalta osat tehdään joko itse Parabusin oman pajan mahdollisuuksien mukaan tai teetetään ulkopuolisella konepajalla tarjousten perusteella. Muutoksien vaikutusta valmistettavien levyjen laatuun vertaillaan SPC-menetelmällä. Tarkoituksena on myös tutustua extruusio-tekniikkaan ja giljotiinileikkurin toimintaperiaatteeseen sekä Parabusin pääasiallisesti käyttämien muovilaatujen ABS:n ja ASA:n teknisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin.

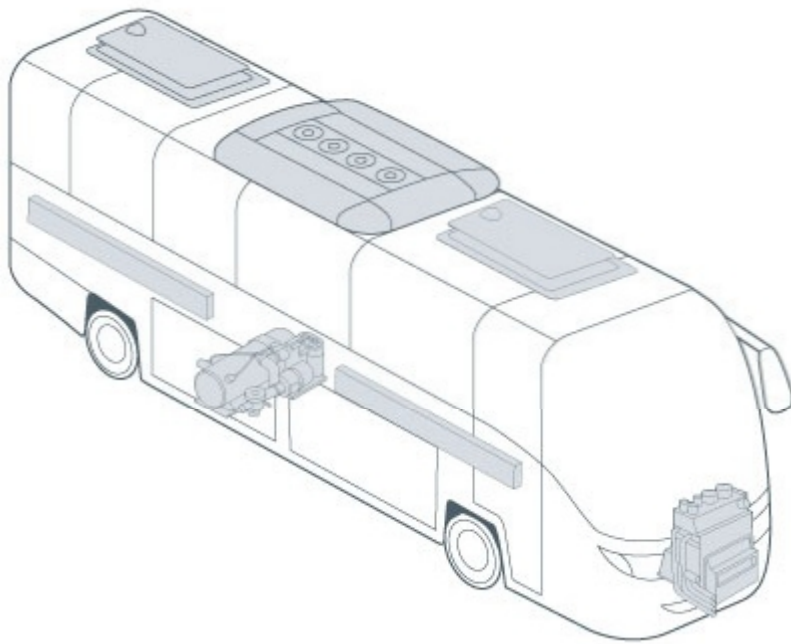
2 SPHEROS-PARABUS LTD

Spheros-Parabus Ltd on yksi johtavista linja-autojen kattoluukkujen, hätäuloskäyntien ja tuuletusjärjestelmien valmistajista. Vuosittainen tuotanto on noin 42 000 luukkua. Luukuista menee vientiin yli 90 % ja niitä toimitetaan lähes 40 maahan. Asiakkaina on Euroopan, Aasian, Afrikan ja Australian suurimmat bussien valmistajat. Parabusin 5 200 m² kokoiset tuotantotilat sijaitsevat Turussa Urusvuorella (Kuva 1), lentokentän lähellä. Yhtiö työllistää Suomessa 44 työntekijää ja sen vuotuinen liikevaihto on 7,5 miljoonaa euroa. (Spheros-Parabus Ltd 2011 ; Spheros-Parabus yritysesittely.pdf.)



Kuva 1. Spheros-Parabus Ltd tuotantotilat.

Spheros-Parabus Ltd on osa Spheros GmbH-konsernia. Konsernin muita tuotteita ovat linja-autojen ilmastointilaitteet ja lämmityslaitteet sekä niiden elektroniset komponentit, ohjainlaitteet ja pumput (Kuva 2). Spheros-konsernin toimipisteitä on 17 eri maassa. Testaus- ja tuotekehitystiloja on konsernin kotimaassa Saksassa, jossa sijaitsee iso ilmaston simuloimishalli, jossa voidaan testata linja-auton järjestelmän kokonaistoimintaa. Testausta ja tuotekehitystä on lisäksi Brasiliassa, missä testataan ilmastointijärjestelmiä. Turun toimipisteen vastuulla on kattoluukkujen tuotekehitys, testaus ja valmistus. Konserni työllistää noin 650 työntekijää, ja sen vuotuinen liikevaihto on 160 miljoonaa euroa. (Spheros GmbH 2011.)



Kuva 2. Spheros-konsernin koko tuotevalikoima. (Spheros GmbH.)

2.1 Parabusin historia

Parabus oli 70-luvulla, rakennusmateriaaleja valmistavan Partek Oy:n tuotemerkki. Vuonna 1985 perustettiin itsenäinen yhtiö, jonka nimeksi tuli Parlok Oy, ja vuonna 1990 perustettiin Parabus Ltd.

20.3.2000 Saksalainen Webasto AG osti suomalaisen Parabusin ja sen alihankkijat Destool Oy:n ja Saradoks Oy:n. Tämä kaksinkertaisti Webaston vuosittaisen tuotannon (20 000 luukkua vuodessa) ja siitä tuli markkinajohtaja linja-autojen kattoluukkujen valmistajana. Tällöin yrityksen nimeksi tuli Webasto-Parabus Ltd.

1.6.2002 Destool Oy ja Saradoks Oy fuusioituivat osaksi Webasto-Parabusia. Destool oli aikaisemmin tehnyt Parabusille tuotekehitystyötä alihankkijana ja Saradoks oli tuottanut Parabusille sen tarvitsemat muovilevyt alihankkijana.

5.12.2005 Webasto AG myi bussidivisioonansa (Webasto Bus GmbH) Granville Baird Capital Partners -nimiselle sijoitusyhtiölle. Tällöin syntyi itsenäinen

Spheros GmbH, joka jatkoi kaikkia Webasto Bus:n toimintoja. Kattoluukkuja valmistavan Parabusin nimeksi tuli Spheros-Parabus Ltd.

Vuonna 2007 Parabus muutti nykyisiin toimitiloihinsa Urusvuorelle entiseen Inkan tehtaaseen. (Spheros-Parabus Ltd 2011 ; Spheros-Parabus yritysesittely.pdf.)

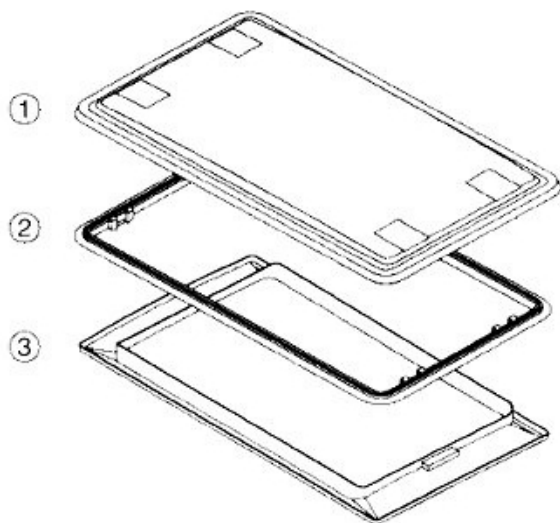
2.2 Tuotteet ja niiden valmistus

Spheros-Parabus valmistaa Turussa linja-autojen kattoluukkuja, hätäuloskäyntejä ja tuulettimia. Tuotteet valmistetaan pääasiassa ABS- ja akryyli- eli PMMA-muovista. Joissakin ABS-levyissä käytetään pintamateriaalina ASA-muovia. Parabus valmistaa muovauksessa käyttämänsä levyt itse. Levyt muovataan lämpömuovaamalla. Lämpömuovauksessa muovilevy lämmitetään muovilaadusta riippuen sen ominaiseen muovauslämpötilaan, jonka jälkeen se imetään muottiin tyhjiön avulla. Muovattuihin levyihin leikataan tarvittavat reiät ja siistitään reunat CNC-koneistuksella. Tämä tarkoittaa sitä, että tietokoneohjattu robotti leikkaa ja poraa reiät automatisoidusti.

Luukun konstruktio voidaan karkeasti jaotella kolmeen eri osakokonaisuuteen: (Kuva 3)

1. Kupu on valmistettu kaksikerroksisesta kestumuovilevystä ja se voi olla myös lämpöeristetty. Sen tarkoitus on suojata matkustamo auringonvalolta ja kylmyydeltä .
2. Ulkokehikko on säänkestävä, ja se on kiinnitettynä ajoneuvon kattoon ruuveilla ja/tai liimamassalla.
3. Sisäkehikko on tehty istumaan ajoneuvon sisustuksen kanssa, sen väri on yleisesti harmaa. Sisäkehikkoon on myös kiinnitettynä luukun ja hätäuloskäynnin käyttökahva ja mekanismi.

Hätäuloskäynnin voi avata sekä sisäpuolelta että ulkopuolelta. Avaamisen jälkeen luukku voidaan asettaa takaisin paikalleen helposti. (Spheros-Parabus Ltd 2011.)



Kuva 3. Luukun rakenne.

Parabusin valmistamat luukut voidaan karkeasti jakaa kolmeen eri tuotekategoriaan; premium-, medium- ja basic-luukkuihin. Jokaiseen tuotekategoriaan kuuluu monia erilaisia varusteoptioita, joista asiakas voi kustomoida itselleen mieleisen luukun.

Premiumluukku kuuluu Spheroksen luukutuoteperheen hienoimpiin ja edistyksellisimpiin malleihin. Premiumluukku pitää sisällään monia käyttömukavuuden ja turvallisuuden kannalta tärkeitä ominaisuuksia. Niistä tärkeimpiä ovat: sähköinen ohjaus, matalaprofiili, integroitu elektroniikka, sadesensori (sulkeutuu automaattisesti jos sataa ja aukeaa, kun sade lakkaa) ja keskuslukko (häätäuloskäyntiä ei voi avata ulkoapäin ajoneuvon ollessa sammutettuna, joten ehkäisee murtautumisia). (Kuva 4)



Kuva 4. Premiumluukku

Mediumluukusta on saatavilla lukuisia eri variaatioita ja luukkuun voidaan yhdistää monia eri varusteita. Saatavilla sähköisenä ja manuaalisena ja lisäksi saatavilla varustettuna sähköisellä tuulettimella tai lasikuvulla, joka tuo matkustamoon lisää valoa. Muita ominaisuuksia ovat matalaprofiili ja keskuslukitus. Lasikupuinen Mediumluukku on laajalti käytössä turistilinja-autoissa. (Kuva 5)



Kuva 5. Mediumluukku lasikuvulla ja tavallinen Mediumluukku

Basicluukku on manuaalisesti toimiva perusluukku, joka kuitenkin täyttää useimmat käyttäjän toiveet. Basicluukku on edullisin vaihtoehto ja käytössä yleisesti halvimmissa perusliikenteen linja-autoissa. (Kuva 6)



Kuva 6. Basicluukku

Medium- ja Basicluukku luukkujen yhteydessä oleviin joka manuaaliseen tai sähköiseen avausmekanismiin on saatavilla vaihtoehtoisia avausmekanismeja, kuten säädettävissä oleva avausmekanismi ja auki/kiinni-avausmekanismi.

3 ABS- JA ASA-MUOVIT

3.1 Yleistä muoveista

Muovit ovat suurimolekyylisiä orgaanisia aineita, ja niitä voidaan muovata lämpöä ja painetta apuna käyttäen. Muovit koostuvat polymeereistä ja lisäaineista. Lisäaineiden määrä muovin ominaisuuksista ja käyttötarkoituksesta riippuen vaihtelee 0,1...80 % välillä. Polymeerit ovat orgaanisia jättiläismolekyyliä, jotka syntyvät pienten molekyylien eli monomeerien liittyessä yhteen. Rakenteeltaan polymeerit ovat haarautumattomia eli lineaarisia ketjuja tai silottuneita verkkoja. Lineaariset ketjut voidaan sulattaa ja muovata uudelleen, minkä vuoksi niitä kutsutaan kestumuoveiksi. Muoveja, joilla on silottunut rakenne, ei voida sulattaa eikä muovata uudelleen. Niitä kutsutaan kerta- eli reaktiomuoveiksi.

Muoveihin voidaan sekoittaa suuria määriä erilaisia lisäaineita. Lisäaineilla pyritään vaikuttamaan muovin väriin, elinikään, orgaaniseen hajoamiseen, hintaan ja valmistettavuuteen sekä kemikaalien ja auringonvalon keston. Lisäaineilla pyritään myös vaikuttamaan muovin lujuuteen. Lujutta voidaan kasvattaa lisäämällä muoviin erilaisia lujitekuituja. Tärkeimpiä niistä ovat lasikuidut, hiilikuidut, aramidit (kevlar) ja keraamiset kuidut. Muovin raaka-aine voi olomuodoltaan olla neste, tahna, jauhe tai rae eli granulaatti.

Muovien luokittelu perustuu kulutusmääriin. Luokat ovat massamuovit, tekniset muovit ja erikoismuovit. Massamuovit ovat halpoja ja ominaisuuksiltaan vaatimattomia, ja niiden kulutus ja tuotanto vastaa 80 % koko muovituotannosta. Tekniset muovit ovat kalliimpia mutta myös ominaisuuksiltaan parempia. Teknisten muovien yleisimpiä käyttökohteita ovat hammaspyörät, laakerit, tiivisteet, kotelot, kojerungot ja pinnoitteet. Erikoismuovit ovat ominaisuuksiltaan edellisiäkin parempia, mutta yleensä myös kalliimpia. (Aunio ym. 1991, 273.)

3.2 ABS ja ASA

Sekä ABS että ASA ovat molemmat kestumuoveja, ja ne luokitellaan teknisiksi muoveiksi. ABS eli akrylinitriili butadieeni styreeni on kolmekomponenttinen styreenimuovi, joka tuli markkinoille 1950-luvulla. Rakenteeltaan ABS voi olla sekä seka- että lohkopolymeerinä, jossa butadieenipartikkelit ovat palloiksi erkautuneina akrylinitriilipolystyreenimatriisissa. Lohkopolymeeri tarkoittaa, että polymeerin rakenteessa on selvästi erotettavissa kaksi tai useampia alueita, joilla on erilainen molekyyli rakenne. ABS:n eri kauppalajikkeiden välillä voi olla suuriakin ominaisuuseroja, koska muovin eri komponenttien suhteelliset osuudet vaihtelevat. ABS-muovin tyypillinen koostumus on kuitenkin 20-30 % akrylinitriiliä, 20-30 % butadieeniä ja 40-60 % styreeniä. Jokainen ABS-muovin komponenteista tuo tietyt ominaisuudet tullessaan. Akrylinitriili tuo kemikaalien kestoa, sietokykyä korkeille lämpötiloille ja sitkeyttä. Butadieeni tuo materiaaliin kovuutta ja estää halkeilua, koska sillä on kyky varastoida energiaa. Styreeni tuo elastisuutta, hyvän työstettävyyden ja alhaisen hinnan. ABS-muoveja käytetään myös paljon seoksina muiden polymeerien kanssa, esim. ABS-ASA, ABS-PC, ABS-PUR ja ABS-PVC. ABS:ä voidaan työstää kaikilla kestumuovien työstömenetelmillä.

Taulukko 1 ABS:n ominaisuudet ja käyttö

Hyvät ominaisuudet	Heikkoudet	Käyttökohteet
<ul style="list-style-type: none"> ▪ sitkeys ▪ pintakovuus ja pinnanlaatu ▪ pieni työstökutistuma ▪ kohtuullinen hinta ▪ käyttölämpötila -40°C...+85°C 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ huono sään kesto (kellastuu, haalistuu, haurastuu) ▪ liuotinkesto rajallinen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kodinkoneiden kuoret ▪ lelut ▪ veneet ▪ ajoneuvoteollisuus ▪ huonekalut

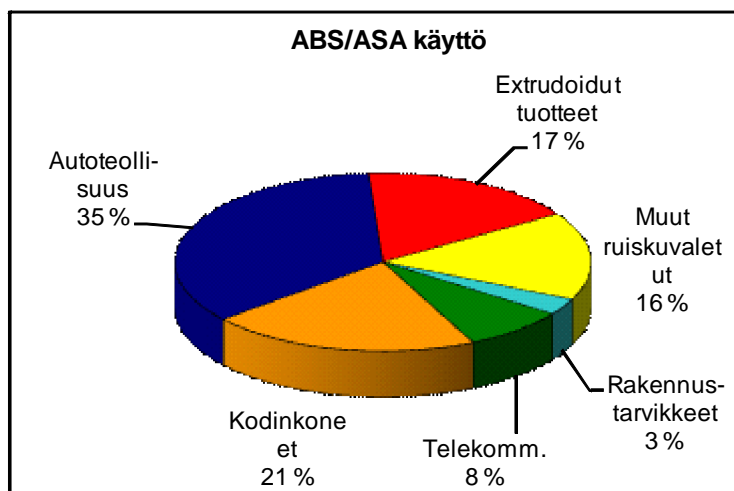
ABS-muovin heikko kesto pitkäaikaiselle altistumiselle korkeille lämpötiloille, valolle ja sääolosuhteille on sen polybutadieenissä olevien kaksoissidosten syytä. Tämän vuoksi on kehitetty styreenikopolymeereja, joita on modifioitu tyydytetyillä elastomeereillä. Näitä ovat mm. EPDM-kumiin pohjautuvat laadut (AES), kloorattuun polymeeriin pohjautuvat laadut (ACS) ja ASA eli akrylinitriili

styreeni akrylaatti. ASA on akryliiniin, styreenin ja akryylielastomeerin kopolymeeri, jossa elastomeeri jakautuu pieniksi partikkeleiksi kovaan akryliiniin ja polystyreenin muodostamaan matriisiin. ASA:ssa käytettävä tyydyttynyt akryylielastomeeri parantaa erityisesti UV-valon ja hapen kestävyttä. ASA:n ominaisuudet vaihtelevat paljon eri valmistajien välillä, joten tarkat ominaisuudet onkin katsottava aina valmistajakohtaisesti. (HAMK, Lepistö 2000 ; Seppälä, 1997 ; Gruenwald, Geza, 1993.)

ABS- ja ASA-muovien käyttö on laajinta autoteollisuudessa juuri näiden muovilaatujen kestävyden, käytettävyyden suhteessa edullisen hinnan vuoksi. Monesti myös extrudoidut tuotteet päätyvät välillisesti autoteollisuuden käyttöön. Juuri ominaisuuksiensa vuoksi ABS ja ASA ovat laajalti käytössä myös kodinkoneiden ja telekommunikaatiolaitteiden valmistuksessa. (Kuvio 1)

Taulukko 2. ASA:n ominaisuudet ja käyttö

Hyvät ominaisuudet	Heikkoudet	Käyttökohteet
<ul style="list-style-type: none"> ▪ hyvä säänkesto, parempi kuin ABS:llä ▪ parempi kemikaalien kesto kuin ABS:llä ▪ väristabiliteetti hyvä ▪ iskulujuus ▪ pintakovuus ▪ kohtuullinen hinta 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ liuotinkesto rajallinen ▪ iskulujuus kylmässä ▪ kalliimpi kuin ABS 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sadevesikourut ▪ veneet ▪ mainoskilvet ▪ ajoneuvoteollisuus ▪ moottorikotelot



Kuvio 1. ABS/ASA käyttö Länsi-Euroopassa 1994 (Kunststoffe 85,1995 no10.)

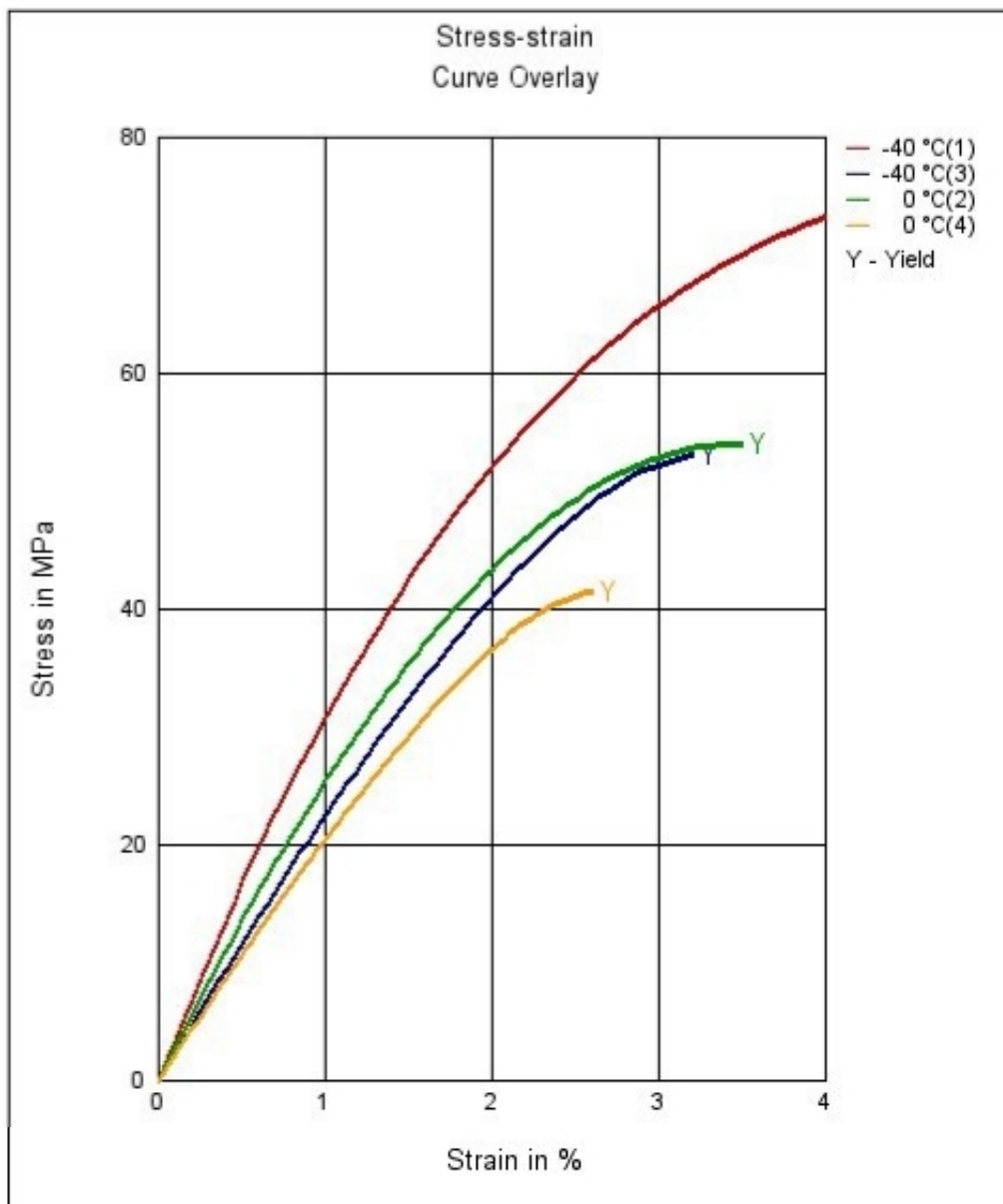
Taulukko 3. Ominaisuudet ABS-ASA

	ABS Terluran HI-10			ASA Luran S 776 S UV	
Massavirta cm ³ /10min	5,5 (220°C, 10kg)			4 (220°C, 10kg)	
Ominaispaino	1,03			1,07	
Veden absorboituminen 23°C, %	1,03			1,65	
Rockwell Hardness R asteikko	95			89	
Veto moduuli 23°C, MPa	1900			2200	
Myötöraja, MPa	38			47	
Myötövenymä, %	2,8			3,3	
Nimellisjännitys rikkoutuessa, %	9			12	
Taivutusjäykkyys 23°C, MPa	66			47	
Izod-iskutesti (lovettu), J/M	23°C	-18°C	-30°C	23°C	-40°C
	450	180	120	260	51
Vicat pehmenemispiste (50°C/h 50N) °C	90			92	
Painumislämpötila rasitettuna °C	1,80MPa	0,45MPa		1,80MPa	0,45MPa
	76	89		96	101
Tiheys kg/m ³	1030			1070	
Granulaatin kuivamislämpö °C	80			80	
Granulaatin kuivamisaika h	2..4			2..4	
Sulamislämpö °C	210...240			240...280	

(BASF 2011.)

Yllä olevasta taulukosta ja alla olevien kuvaajien perusteella voidaan vertailla ABS:n ja ASA:n eroja. Vaikka muovit ovatkin joiltain ominaisuuksiltaan samankaltaisia, käytön kannalta tärkeimmissä ominaisuuksissa on kuitenkin merkittäviä eroja. Merkittävimpiä eroavaisuuksia ASA:n eduksi ovat lämmönkesto muovautumatta, joka on erityisesti ajoneuvokäytössä tärkeää, koska ajoneuvon katolle sijoitetut kattoluukut joutuvat olemaan paljon kuumassa auringon paahteessa. Kylmyyttäkin ASA sietää ABS:ä paremmin, tosin iskulujuus kylmässä on ABS:ssä parempi. (Kuvio 2) Merkittävä eroavaisuus on myös valkoisen levyn kellastumisessa, joka on tärkeä seikka kun valmistettava tuote tulee näkyville. Auringon valoa ASA kestää lähes muuttumattomana 4000 tuntia, mikä vastaa yli kahden vuoden altistusta auringolle Floridassa. Samoissa olosuhteissa ABS alkaa kellastua lähes välittömästi. (Kuvio 3) Näiden tulosten perusteella levyn valmistaminen pelkästään ASA:sta olisi levyn ominaisuuksien kannalta paras vaihtoehto. ASA on kuitenkin hinnaltaan kaksikertainen verrattuna ABS:aan. Kuitenkin ohuella ASA-pinnoitteella saadaan ABS-levyyn hyvä sään- ja kemikaalien kesto, joten taloudellisesti kannattavampaa on tuottaa suurin osa levystä halvemmasta materiaalista ja tuottaa levyyn erikseen

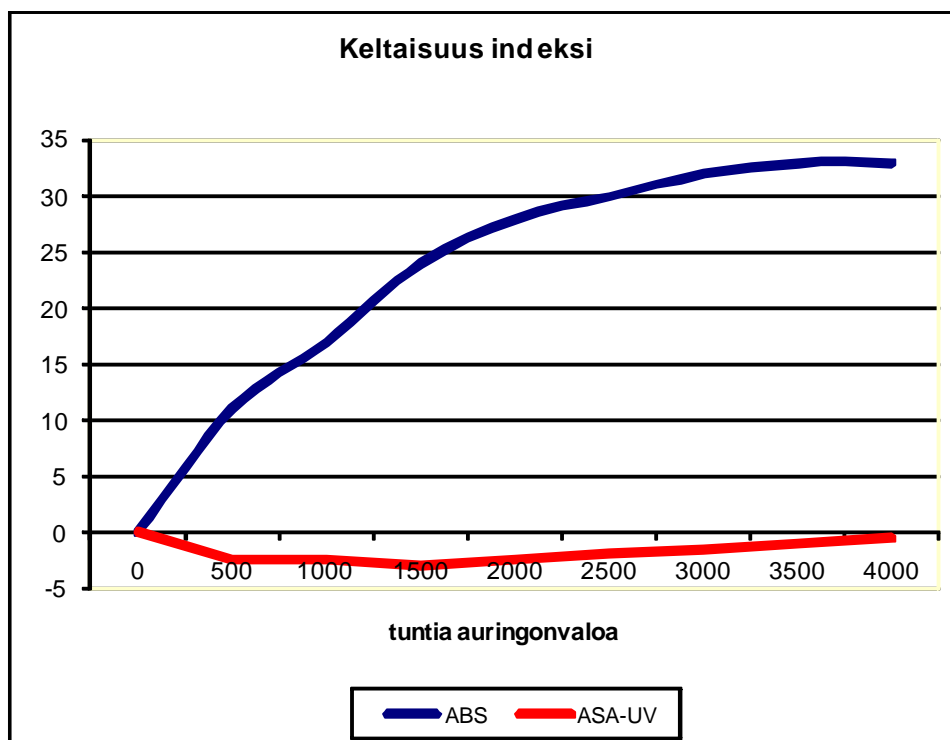
haluttu pinta. Sekä Terluran että Luran ovat kemikaalialan yhtiön BASF:n raaka-aine -granulaattien tuotemerkkejä. Molemmat tuotteet ovat tällä hetkellä käytössä Spheros-Parabusilla.



(1) Luran® S 776 S
(3) Terluran® HI-10

(2) Luran® S 776 S
(4) Terluran® HI-10

Kuvio 2. ABS-ASA jännitys muodonmuutoskäyrä (BASF.)



Kuvio 3. ABS-ASA keltaisuusindeksi (BASF.)

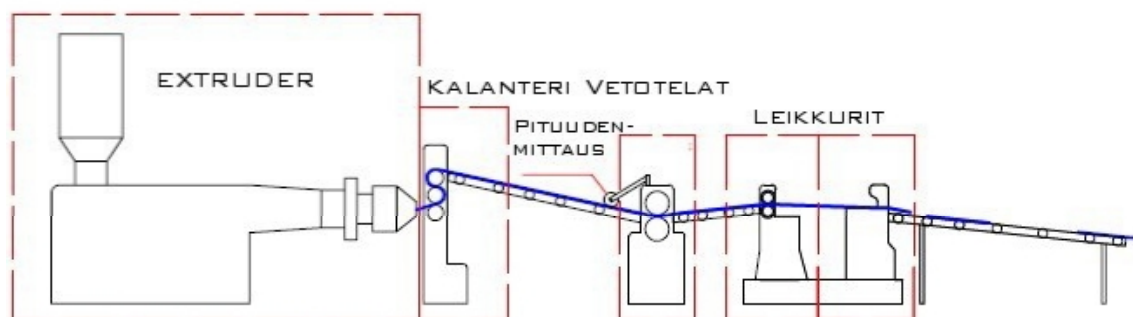
3.3 Granulaatit

Spheroksella extruusio-tekniikalla tuotettavien levyjen materiaalina käytetään granulaatteja ja niiden lisänä omasta tuotannosta syntyvää muovihaketta. Haketta syntyy, kun sekundalevyt ja tuotannosta takaisin tulevat levyt murskataan murskaimella. Näin tulee välitöntä kierrätystä muoville eikä raaka-ainetta mene hukkaan. Pintamateriaali-granulaatteina käytetään levystä riippuen ABS:ä, jolla saadaan mattapinta, sekä ASA:a, jolla saadaan säänkestävä valkoinen pinta. Pintamateriaalina käytettävää mattapintaista ABS:ä käytetään esteettisyyden ja pinnan tasalaatuisuuden vuoksi, mattapinta on myös hieman kiiltävää ABS:ä kalliimpaa. Spheroksen käyttämä ABS-granulaatti on väritöntä, joten siihen sekoitetaan väriainegranulaatteja valmistusprosessin yhteydessä. Muovigranulaatit eli rakeet ovat kooltaan 2...5 mm. Ennen kuin granulaatteja voidaan käyttää muovin valmistukseen, pitää niistä poistaa liika kosteus. Tätä varten levylinjan yhteyteen on laitettu kaksi

kuivuria. Granulaatit kiertävät imurin avustuksella säiliöstä kuivuriin ja kuivurista extruderin raaka-ainesäiliöön. Liika kosteus granulaateissa aiheuttaa ilmakuplia ja muita pintavirheitä levyyn. Granulaattien kuivaamisajat ja lämpötilat ovat riippuvaisia muovin laadusta.

4 LEVYLINJA

Parabusin levylinjan valmistaja on Reifenhäuser ja extruderin tyyppi S090.1IATR. Linja on valmistettu vuonna 1965 Länsi-Saksassa. Extruderin tuotto on noin 120 kg/h, linjaston leveys on noin 2,5 m ja pituus noin 14 m. Giljotiinileikkurin tyyppi on KRS 160. Extruderia ohjataan manuaalisesti sähköisesti, ja lisäksi siinä on lukuisia digitaalisia lämpötila-antureita. Sihdin vaihto on puoliautomaattinen ja toteutettu hydraulisesti. Linjalla tuotetaan ABS-levyjä sekä ASA-pinnoitteella että ilman. Levyt ovat pääasiassa tumman- ja vaaleanharmaita sekä mustia, paitsi ASA pinnoitettu levy, joka on valkoinen. Joskus linjalla tuotetaan myös punaista levyä. (Kuva 7)

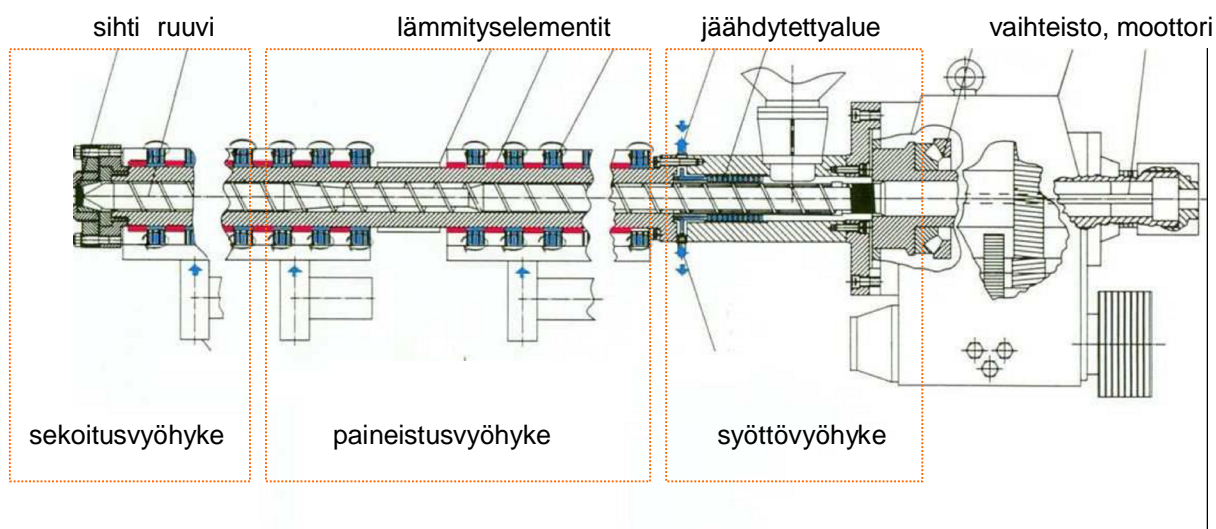


Kuva 7. Spheros-Parabusin levylinja

4.1 Extruder ja extruusioprosessi

Extruusio eli suulakepuristus on useiden muovituotteiden valmistuksen perusmenetelmä. Extrudereita on kahta eri perustyyppiä; yksi ja kaksiruuvia. Yleensä kestumuovien valmistukseen käytetään yksiruuvia. Prosessissa sylinterin sisällä pyörivä ruuvi plastisoi muovin käyttäen apunaan painetta, kitkaa ja lämpöä. Muoveilla ei ole tarkkaa sulamislämpötilaa vaan alue jolla,

muovi pehmenee ja sulaa. Noin 80 % muovigranulaattien plastisoinnista tapahtuu ruuvin tekemän mekaanisen työn ansiosta. Loput 20 % aiheutuu kitkan ja sylinterin lämpövastuksien tuottamasta lämmöstä. Ruuvin kierteiden väliin jäävä tila aiheuttaa plastisoituneen muovin paineen nousun. Kitkan määrää säädellään ruuvin kiertonopeudella. Suurempi kiertonopeus aiheuttaa enemmän kitkaa. Sylinteriä, jossa sulamuovi ja ruuvi ovat, lämmitetään lämpövastuksilla. (Kuva 8)



Kuva 8. Extruder

Sula muovimassa työnnetään ruuvin avulla eteenpäin suuttimelle. Tämän ehtona on se, että kitka materiaalin ja sylinterin välillä on suurempi kuin materiaalin ja ruuvin välillä. Jos tämä ei toteudu, materiaali pyörii ruuvin mukana eikä etene sylinterissä. Sulan materiaalin liike muodostuu kolmesta perusvirtauksesta. Kitkavirtaus muodostuu materiaalin ja ruuvin sekä materiaalin ja sylinterin välisen kitkan vaikutuksesta. Vastapainevirtaus muodostuu sihtipakan sekä suulakkeen muodostamasta paineesta ruuvin loppupäässä. Vuotovirtaus muodostuu ruuvin harjan ja sylinterin väliseen rakkoon ja johtuu paineesta.

Extruder jaetaan kolmeen eri vyöhykkeeseen. Ne ovat syöttö-, paineistus- ja sekoitusvyöhyke. Syöttövyöhykkeen tehtävä on vastaanottaa raaka-aine syöttösupilosta ja siirtää se paineistusvyöhykkeelle. Syöttövyöhykkeellä raaka-

aineeseen sekoitetaan myös haluttu väriaine. Väriaineen sekoitussuhteen hoitaa automatisoitu syöttölaite. Paineistusvyöhykkeellä tapahtuu raaka-aineen plastisoituminen ja ruuvikanavan syvyys pienenee asteittain sekoitusvyöhykkeen tasolle. Sekoitusvyöhykkeellä pyritään tuottamaan homogeeninen massa suulakkeelle. (Kuva 8)

Tasokalvomenetelmässä plastisoitunut muovi puristetaan levysuuttimen läpi teloille. Levysuuttimessa sulamassa leviää levyn muotoon. Levysuutin koostuu ylä- ja alahuulesta sekä lämpöantureista ja vastuksista. Ala- ja ylähuulen välistä rakoa muuttamalla voidaan säädellä levyn paksuutta. Suuttimesta ulos tulevan levyn paksuus ja kalanterin telojen kehänopeus määräävät lopullisen levyn paksuuden.

Extruuderin rinnalla voi olla myös toinen samalla periaatteella toimiva pintakone, joka on yleensä huomattavasti pienempi kuin itse pääkone. Pintakoneella voidaan tehdä tuotettavaan muovilevyyn halutunlainen pinta värin ja ominaisuuksien suhteen. Yleisiä käyttökohteita ovat UV-säteilyltä suojaava pinta, väri tai mattapinta. Levyyn voidaan tehdä myös vaikkapa sähköisyyttä poistava pinta. Syy siihen miksi koko levyä ei valmisteta materiaalista, josta haluttu pinta saataisiin, johtuu siitä, että pintamateriaali saattaa olla huomattavasti kalliimpaa kuin levyn perusmateriaali tai pintamateriaalin ominaisuudet eivät sovellu asennuskohdetta tai jatkotyöstöä ajatellen. Pinta-aine lisätään levyn pinnalle levysuuttimessa erillisellä pinta-ainekoneella. (Järvinen 2000, 109 ; AEL Smått ym. 2007 ; Ihalainen ym. 1986, 44 ; Aunio ym. 1991, 277)

4.2 Kalanteri

Kalanteri on muovin ja paperin valmistuksessa käytetty kone, jolla tuotetun levyn paksuus ja pinnan ominaisuudet saadaan pidettyä vakiona. Kalanteri koostuu vähintään kahdesta telasta. Kalanterin telat ovat motorisoituja. Jokaisella telalla on oma moottori tai yksi yhteinen moottori, joka pyörittää kaikkia teloja. ABS-muovia valmistettaessa telojen tehtävä on myös jäähdyttää rauhallisesti suulakkeesta yli 200°C ulostuleva muovi, jotta se olisi tarpeeksi

viileää jähmettyäkseen muotoonsa. Muovi ei kuitenkaan saa jäähtyä liikaa, jotta se voisi muovaantua levyksi telojen välissä. Tämän vuoksi telojen lämpö pyritäänkin pitämään noin 100°C. Telojen lämmittämiseen ja jäädyttämiseen on kaksi eri tekniikkaa, joko vesikiertoinen- tai öljykiertoinenlämmitys ja jäädytys. Telojen pinnalla vaikutetaan valmistettavan levyn pinnan ominaisuuksiin, kuten sileyteen, kiiltoon ja kuviointiin.

Parabusin levylinjan kalanteri koostuu kolmesta telasta. Teloista alimmainen ja ylimmäinen ovat sileitä peilipintaisia teloja, joilla saadaan valmistettavan ABS-levyn alapuolesta sileä ja kiiltävä. Keskimäinen tela tuottaa valmistettavan levyn yläpintaan ajoneuvoissa yleisesti käytetyn nahan kuviota jäljittelevän pinnan. Keskimäisen kuviointia tuottavan telan vaihto on mahdollista, mutta työlästä, joten levyt pyritään tuottamaan samalla kuvioinnilla. Telat ovat öljyjäähdysteisiä, mikä tarkoittaa, että niiden lävitse kierrätetään öljyä, joka jäädytetään toisaalla. Teloja käytetään samalla moottorilla, joka on yhdistetty akselin ja hammaspyörän välityksellä telaan.

4.3 Vetotelat ja pituudenmittaus

Vetotelojen tehtävä on pitää tuotettava levy riittävän kireällä, jotta levy ei pääsisi roikkumaan kuljettimen päällä, jolloin levyyn syntyisi sen jähmettyessä mutkia. Vetotelojen oikea pyörintänopeus on tärkeää, sillä jos telat pyörivät liian nopeasti, on vaarana levyn venyminen, jolloin levyn paksuus ohenisi. Vetotelat on yleensä valmistettu pinnaltaan hieman pehmeästä materiaalista, jotta niiden ja levyn välille syntyisi riittävä kitka. Vetotelojen luistaminen levyn pinnalla saattaisi jättää siihen naarmuja tai muita jälkiä.

Pituuden mittaaminen toteutetaan levyn pintaa pitkin rullaavalla pyörällä, jossa on pituusmittari. Rullan pyörimä matka eli levyn pituus nähdään erillisestä digitaalinäytöstä. Leikkautumisen tapahtuessa mittari nollaantuu ja laskenta alkaa alusta.

4.4 Leikkurit

Levylinjalla on ensin sivuleikkuri, joka leikkaa levyn reunat suoriksi haluttuun mittaan. Sivuleikkuri on toteutettu kahdella pyörivällä teräparilla, joiden läpi levy rullaa. Tästä syystä levyn leveyttä ei voi periaatteessa vaihtaa lennosta, vaan koneet pitää pysäyttää leveyden vaihtoa varten.

Giljotiinityyppinen, mekaanisesti toimiva leikkuri leikkaa levyn lopulliseen mittaansa. Tätä leikkuria ohjaa vetorullien luona oleva pituudenmittari. Leikkuri käynnistyy, kun haluttu pituus täyttyy.

5 LEIKKURIN TOIMINTAPERIAATE

Leikkuri on lähes täysin mekaaninen ja voima sille välitetään sähkömoottorilta hammasrattaita pitkin. Terä toimii leikkurissa mekaansesti vipuvarren välityksellä. (Kuva 9)



Kuva 9. Leikkurin voimansiirto ilman suoja

5.1 Leikkaustapahtuman ohjaaminen

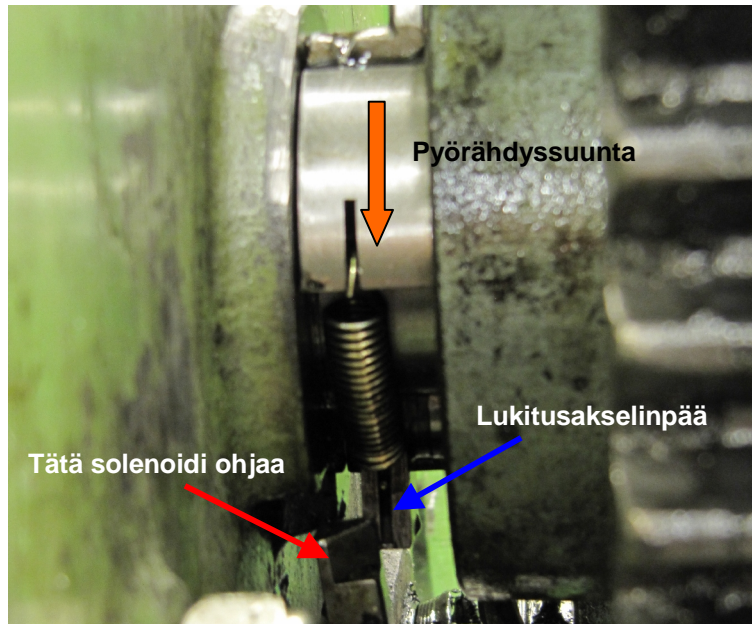
Leikkuria voidaan käyttää joko manuaalisesti tai automatisoidusti. Kumpikin tapa ohjaa leikkuria sähköisesti. Manuaalinen leikkaus käynnistetään leikkurin kyljessä olevasta kytkimestä. Tämä tapa ei ole mittatarkka. Automatisoitu

leikkaus toimii siten, että levylinjassa on pyörä, joka rullaa valmistuvan levyn pintaa pitkin. Rullatessaan pyörä mittaa matkaa, jonka on rullannut. Digitaalisesta näytöstä asetetaan haluttu levyn mitta. Mitan täytyessä lähtee käsky solenoidille ja leikkuutapahtuma alkaa. Samaa solenoidia ohjaa myös manuaalisen leikkauksen kytkin. Näytöstä nähdään myös leikattujen levyjen määrä.

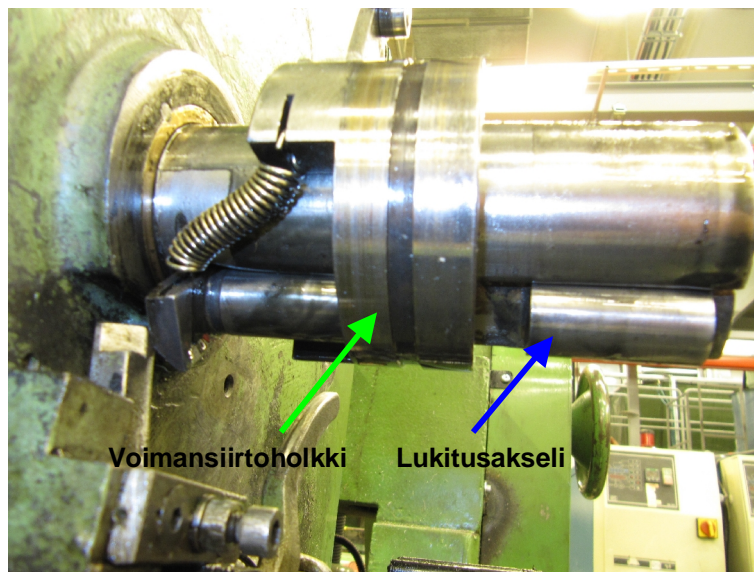
5.2 Leikkaustapahtuma

Leikkaustapahtuma alkaa siis siitä, että solenoidi saa käskyn joko manuaalisenkäytön kytkimeltä tai automatisoidusti saavutettaessa haluttu levyn mitta. Tämän jälkeen kaikki tapahtumat ovat puhtaasi mekaanisia.

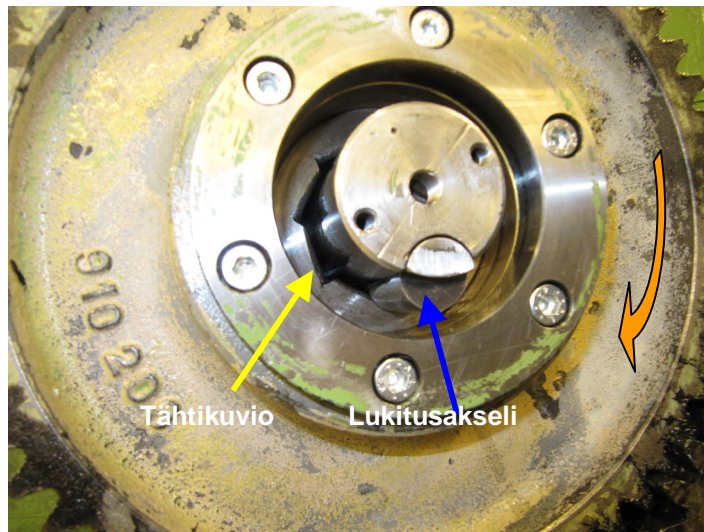
Yksi työkierto alkaa näin: Solenoidi ohjaa kielekettä, joka on merkitty punaisella nuolella (Kuva 10). Kun kieleke poistuu, niin sinisellä nuolella merkitty kappale pääsee jousivoiman ansiosta kääntymään. Sinisellä nuolella merkitty kappale on lukitusakselin toinen pää. Kun lukitusakseli jousivoiman ansiosta kääntyy kolossaan, pääsee voimansiirron ison hammaspyörän keskiössä oleva tähtikuvio (Kuva 12) kaappaamaan lukitusakselin mukaansa. Tällöin voima välittyy lukitusakselin ja voimansiirtoholkin (Kuva 11) välityksellä leikkuumekanismiin käyttöakselille ja leikkuri pyörähtää. Työkierron lopussa solenoidin ohjaaman kielekkeen kiilamainen muoto kääntää lukitusakselin vapaa-asentoon ja voima ei enää välity leikkurille. Tämä toistuu, kun solenoidi saa uuden käskyn.



Kuva 10. Lukituskieleke



Kuva 11. Lukitusakseli (alakuvan hammaspyörä poistettu)



Kuva 12. Leikkausmekanismin voimansiirto ja kytchentäpa

6 LEIKKURIN KORJAUSKOHTEET

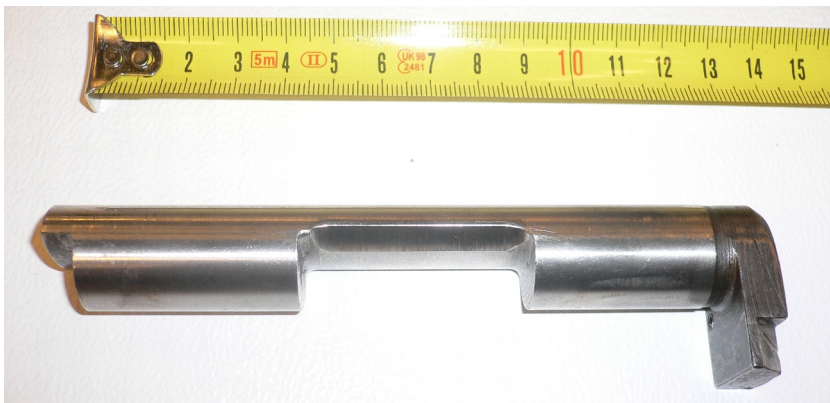
Leikkurin varma toiminta on edellytys laadukkaalle levyn tuotannolle. Jotta materiaalihukkaa ja sekundalevyjä voitaisiin välttää, on tärkeää, että jokainen levy leikkaantuu oikean kokoiseksi. Tämä on tärkeää myös siksi, että levyjä muovattaessa levyn tulee sopia sille tehtyyn työstöjigiin. Silmämääräisen havainnoinnin ja laaduntarkkailun perusteella leikkurin toiminnassa oli parannettavaa. Tuotettavan levyn pituuden toleranssi on 661...658 mm. Kuitenkin monen levyn pituus oli venähtänyt yli 661 mm, mikä viittaa viiveeseen leikkurin toiminnassa. Lisäksi leikkuri saattoi ajoittain jumittua kokonaan.

Korjauskohteiden selvittäminen aloitettiin purkamalla leikkurin käyttömekanismi. Erityisiä haasteita osien kuluneisuuden määrittämiselle toi se, että koneesta ei ole olemassa mitään piirroksia, joten osien mittojen selvittäminen on täysin oman päättelykyvyn ja mielikuvituksen varassa. Uusia osia teetettäessä tarvitsee siten teettää osa piirrettyjen mittojen mukaan ja toivoa, että saksalaiset insinöörit ovat 60-luvulla ajatelleet samoin kuin sinä. Alkuperäisen suunnitelman mukaan purkaminen oli tarkoitus suorittaa perjantaina 7.1.2011, mutta leikkuri

meni rikki kokonaan jo keskiviikkona, joten purkamista aikaistettiin. Erityisen kuluneita tai huonokuntoisia osia oli yllättävän vähän. Luonnollisesti koneessa, joka on valmistettu vuonna 1965, on pieniä käytönjälkiä joka puolella.

6.1 Lukitusakseli

Erityisen kuluneita ja mahdollisen tai välittömän uusinnan tarpeessa olevia osia löytyi kolme. Yhdestä oli jo ehditty aikaisemman purkukerran yhteydessä ottaa mitat ja teettää uusi osa. Kuvassa alla näkyy vanha kulunut osa. Kuluma on selkeästi havaittavissa keskikohdan syvennyksen reunoissa. Aikaisemmin teetetty osa oli kuitenkin hieman vääränlainen, sillä akselissa oleva kolo oli muutaman millin liian pieni. Tämän huomasimme osaa paikalleen sovitettaessa, joten tämä osa täytyi lähettää takaisin konepajalle muutoksia varten. (Kuva 13)



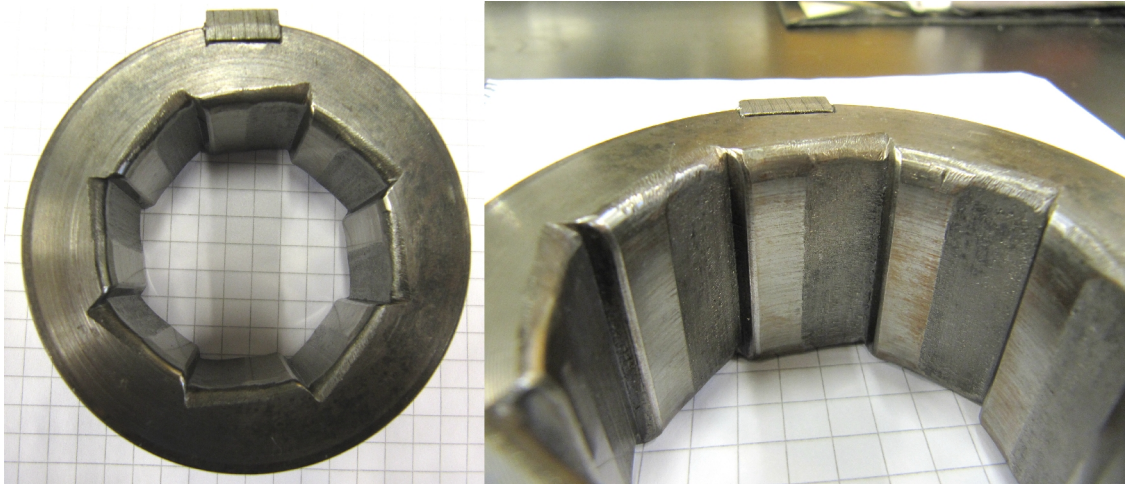
Kuva 13. Leikkausmekanismin lukitusakseli

Tämän osan tarkoituksena on lukita leikkurille tuleva voimalinja siten, että voima välittyy hetken ajan leikkuumekanismille ja terä tekee yhden työkierroksen. Työkierroksen lopussa osassa oleva tumma metalliuloke menee kiilan yli, joka kääntää akselin alkuasentoonsa, jolloin voima ei välity leikkuumekanismille.

6.2 Ison hammaspyöränkeskiö

Toinen kulunut osa oli lukitusakselin vastakappale. Tämä kappale näkyy kuvassa 12 (tähtikuvio). Kulumat näkyvät selvästi hammastuksen kärjissä. Alkuperäisen osan hammastus on todennäköisesti ollut hieman kaareva, jolloin oletettaisiin, että kaarista olisi kulunut kärjet pois. Akseli, jonka ympärillä

kappale pyörii, on 48,90 mm paksu. Kulmakohdista mitattuna kahden vastakkaisen kulmakohdan väli on 51,10 mm. Arvioitu kuluminen on siis 1,1 mm yhtä pintaa kohden. Hammastuksen kulumattomasta osasta sädetulkilla mittaamalla arvioitiin kaaren säteeksi 25 mm. (Kuva 14)



Kuva 14. Kulunut tähtikuviainen osa

Osan tarkoituksena on välittää isolle hammaspyörälle tuleva voima leikkurimekanismille. Lukitustapin kääntyessä ja tarratessa kiinni tähtikuviaisen osan hammastukseen välittyy voima niiden kautta leikkurille. Tähtikuviainen osa on ahdistussovitteella ja kiilalla kiinni isossa hammaspyörässä. Lisäksi sitä pitävät paikallaan kaksi pronssilaakeria.

6.3 Ison hammaspyöränkeskiön korjausehdotus

Vaikka leikkuri näyttää toimivan tällä hetkellä normaalisti, ei kuluneen hammastuksen vaikutusta sen toimintaan voida tietää. Tarjouspyynnöt päädyttiin lähettämään alla oleviin konepajoihin. Keskiön materiaaliksi suositellaan samaa kuin aikaisemmin teetetyssä akselissa, eli 42CrMo4 läpikarkaistuna, osien epäsuhtaisen kulumisen välttämiseksi. Tarjouspyyntökysely lähetettiin yhteensä kahdeksaan Turun seudulla toimivaan konepajaan tai muuhun metallituotteita valmistavaan yritykseen.

Tarjous osan valmistamisesta saatiin kolmesta yrityksestä:

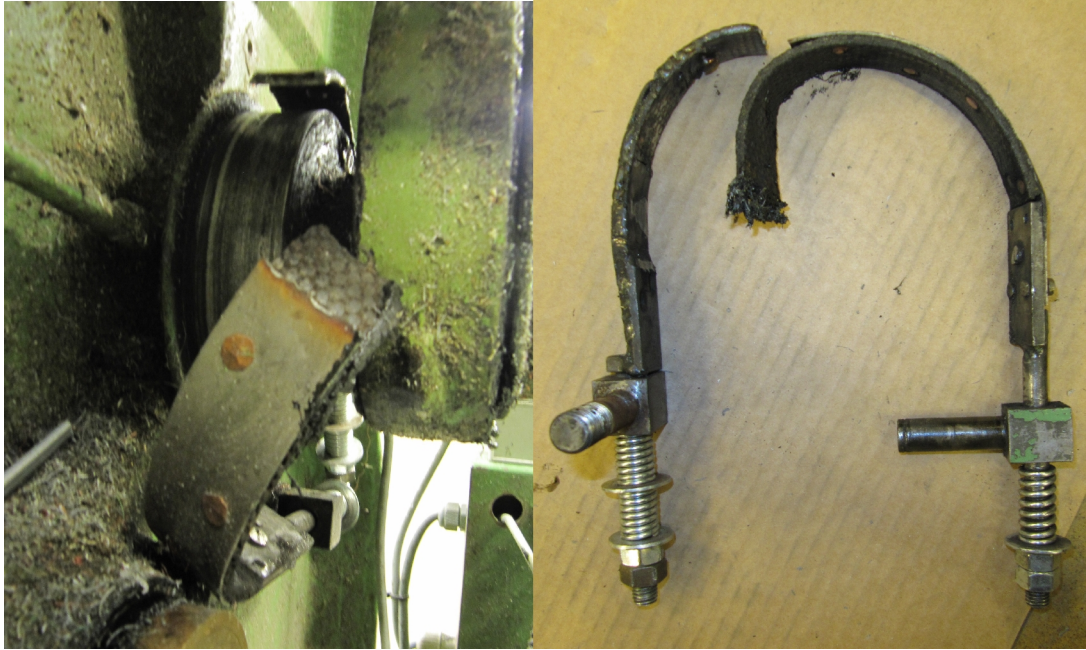
- Konepaja Sandell Oy. Osan hinnaksi ilman arvonlisäveroa tulisi 600 euroa ja toimitusaika olisi noin kaksi viikkoa tilauksesta. Osa valmistettaisiin vesi- tai laserleikkaamalla, sisäpuolinen pinta viimeisteltäisiin hiomalla.
- Kone-Tuomi Oy. Osan hinnaksi ilman arvonlisäveroa tulisi 449 euroa. Valmistusmenetelmänä olisi lankasahaus ja sorvaus.
- Tooldesing Oy. Osan hinnaksi tulisi 190 euroa ilman arvonlisäveroa. Osa valmistettaisiin lankasahaamalla. Yritys ei pysty tekemään karkaisua osalle, joten se olisi teetettävä jossain muualla. Toimitusaika on noin yksi viikko. Yritys haluaa myös kappaleesta dxf tai dwg -muotoisen tiedoston.

Tarjous saatiin vain kolmesta paikasta, koska joka yrityksellä ei ollut osan valmistamiseen soveltuvaa koneistoa tai yrityksellä ei ollut mahdollisuutta tehdä karkaisua itse tai sillä ei ollut sopivaa yhteistyöyrittäjästä karkaisun tekemiseen.

Näistä kolmesta vaihtoehdosta parhaimmalta vaikuttaa Kone-Tuomi Oy. Tooldesing Oy:n antama tarjous on myös hyvä, mutta yritys ei pysty tekemään karkaisua itse. Helpoin vaihtoehto olisi siten Kone-Tuomi Oy, sillä sieltä osa saataisiin valmiina ilman välikäsiä.

6.4 Jarru

Kolmas viallinen osa kaipasi välitöntä uusintaa. Kyseessä on leikkurin jarru. Jarrusta ei tarvinnut arvailla, että onko se uusinnan tarpeessa, sillä jarrunauha oli täysin poikki, kuten myös sitä tukenut panta. Jarrua oli ajan kuluessa korjailtu monella tapaa, joten alkuperäisiä mittoja ei suoraan saanut siitä mitattua. Myös jarrun kiristimenä ja jarruvoiman tuottajana toimivat alkuperäiset jouset olivat hukkuneet jo kauan sitten. (Kuva 15)



Kuva 15. Rikkinäinen jarru

Jarrun tarkkaa tehtävää ei tiedetä, mutta todennäköisin tehtävä sillä on estää mekanismien hidasta vapaa pyörintä silloin, kun leikkaus ei ole käynnissä. Jarrun ollessa epäkunnossa pääsee lukitusakselin pää kiilautumaan solenoidin ohjaamaa kielekettä vasten aiheuttaen viivettä leikkaustapahtumassa. Lopulta kiilautumisen ollessa riittävän voimakas leikkaustapahtuma ei ala ollenkaan, koska solenoidi ei jaksaa vetää kielekettä pois. Toinen oletettava tehtävä jarrulla on säästää muita osia hidastamalla leikkurin paluuliikettä, jolloin leikkuri ei pääse niin kovasti rytkäyttämään muita osia vasten lukittuessaan vapaa-asentoon odottamaan uutta työkiertoa.

6.4.1 Uuden jarrun suunnittelu ja toteutus

Koska jarru piti saada välittömästi korjattua, jotta tuotantoa voitaisiin jatkaa, aloitettiin uuden jarrun suunnittelu mittaamalla ja arvioimalla vanhasta jarrusta ne mitat mitä siitä pystyi. Alussa vaihtoehtoja oli kaksi eli joko tehdä itse uusi jarru tai löytää jostain samantyyppinen jarru, minkä saisi sovitettua koneeseen. Hetken tutkimisen jälkeen kävi ilmi, että valmiin jarrun löytäminen olisi lähes mahdotonta, joten päädyttiin tekemään jarru alusta alkaen itse. Seuraavaksi haasteeksi osoittautui sopivien osien löytäminen. Asiaa ei helpottanut yhtään

se, että osia ei ollut aikaa tilata vaan ne täytyisi saada heti. Jonkin aikaa asiaa tutkittuamme saimme hahmoteltua ne teollisuusalan liikkeet Turun seudulla, joissa pitäisi käydä sopivia materiaaleja kyselemässä.

Jarrunauhan löysimme Turun Jarruosasta. Valikoiman niukkuuden vuoksi jouduimme ottamaan 50 mm leveää jarrunauhaa, joka sitten myöhemmin sahattiin kapeammaksi. Jarrunauha on tyypiltään punottua, joten sen voi asentaa paikalleen niittaamalla eikä sitä tarvitse muotoilla. Lisäksi se on jonkin verran elastinen ja erittäin sitkeä. Kitkamateriaalina jarrunauhassa on metallipunoslankaa, joka on sidosmateriaalilla punottu yhteen kovaksi kiinteäksi levyksi. Jarrunauha kiinnitettiin jarrupantaan kupariniiteillä, joita varten nauhaan piti tehdä reiät ja upotukset niittien kannoille. Yhteensä niittejä tuli kahdeksan kappaletta 290 mm pituiselle jarrunauhalle. Niitit sijoitettiin hieman siksakkiin, mutta kuitenkin riittävän etäälle nauhan reunasta, jotta repeytymisen vaaraa ei olisi. (Kuva 16)

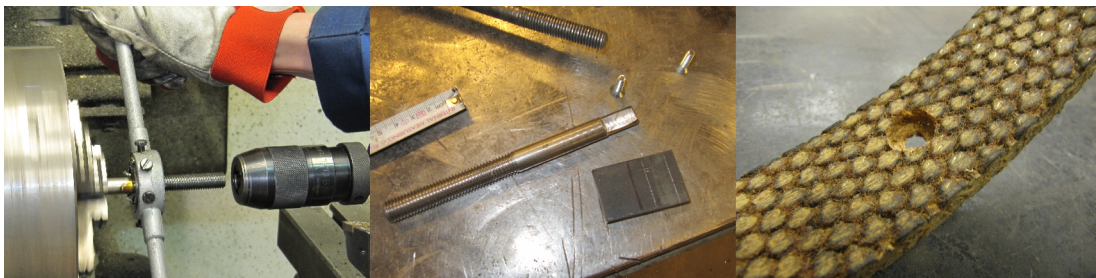
Jarrunauhaa tukevan jarrupannan materiaaliksi oli mietittynä kaksi vaihtoehtoa; haponkestäväteräs tai jousiteräs. Mahdollisesti alkuperäisen pannan materiaali oli ollut haponkestävä, mutta pidimme jousiterästä kuitenkin parempana vaihtoehtona sen joustavuuden ja tärinänkestävyyden vuoksi. Kuitenkaan sopivaa jousiterästä ei löytynyt mistään heti, joten meidän piti tyytyä haponkestävään teräkseen. Jarrupantaan tehtiin myös reiät samaan tapaan kuin jarrunauhaankin. Jarrunauha kiinnitettiin kiinnityskappaleisiin kummastakin päästä kolmella ruuvilla. (Kuva 17)

Taulukko 4. Jarrupanta materiaalien ominaisuudet

Materiaali	DIN	Tunnus	Tiheys kg/dm ³	Murtolujuus N/mm ²	Kovuus Brinell (HB)
Haponkestäväteräs	1.4404	316L	7,95	530...680	215
Jousiteräs	1.2231	CK67	7,85	2200...2482	233-271

Jarrupannankiinnikkeet tehtiin lattateräksestä S235 ja pyörötangosta S235, johon tehtiin kierteet. Osat koneistettiin sopiviksi ja hitsattiin kiinni toisiinsa. Jarrupannan ruuveille tehtiin upotukset lattoihin, jotta ne eivät hankaisi jarrun tartuntapintaan. Jarrupanta on pultattuna kiinnikkeisiin, joten tulevaisuudessa on uuden panta-nauha yhdistelmän vaihtaminen siihen helppoa. Näin ollen tarvitsee vain avata kuusi pulttia.

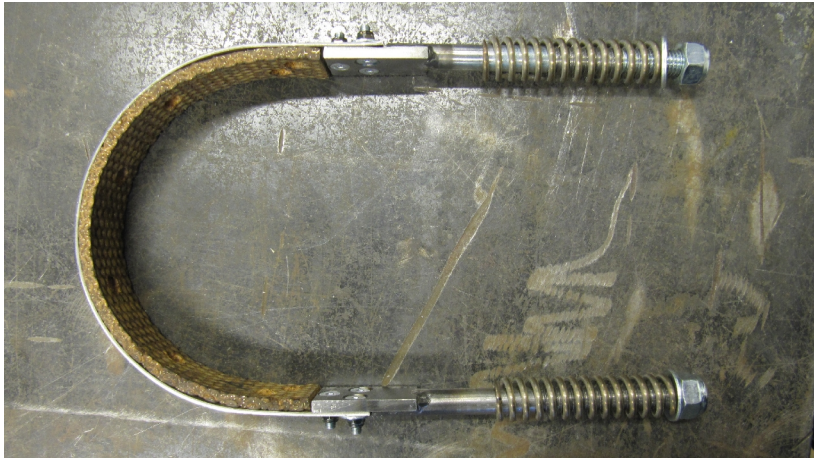
Jarrua kiristävät jouset haettiin Lesjöforsiltä Kaarinasta. Varmuuden vuoksi otimme jousia kahdella eri lankavahvuudella, koska sopivaa jäykkyyttä ei voinut kokeilematta arvioida. Lopulta käyttöön tuli kuitenkin jäykempi jousi. Kiinnikkeen varsi menee jousen läpi ja kiinnikkeen päähän, missä sijaitsee kierteet, tulee aluslevy ja nylock-mutteri. Mutteria kiristämällä ja löysäämällä saadaan jousen jännitystä muutettua.



Kuva 16. Uuden jarrun valmistuksen työvaiheita



Kuva 17. Kuvia uudesta jarrusta



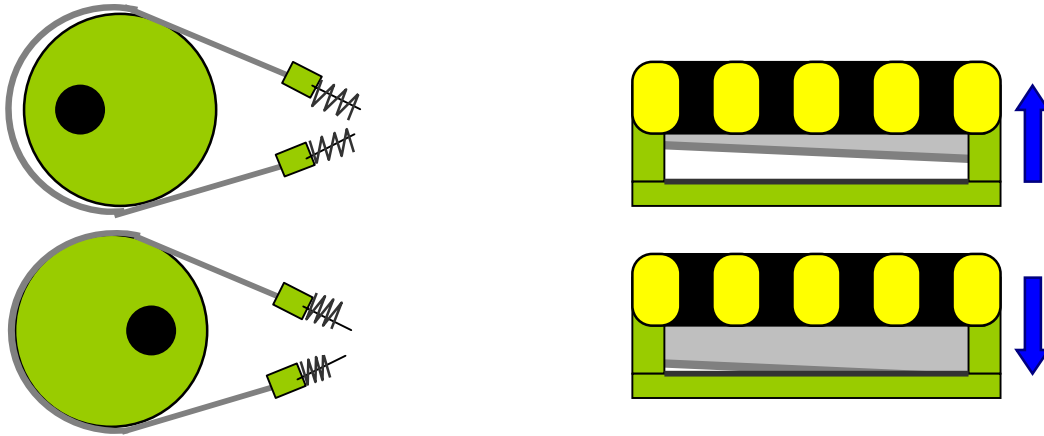
Kuva 18. Uusi jarru kokonaisuudessaan

6.4.2 Jarrun toimintaperiaate

Jarrun tartuntapintana toimiva pyöreä ja halkaisijaltaan noin 420 mm oleva rulla on kiinnitetty epäkeskeisesti leikkuria käyttävään vipuvarteeseen, jolloin työkierron lopussa epäkeskeinen rulla on siinä asennossa, että jarruvoima on suurimmillaan ja juuri ennen, kuin leikkurin terä lähtee putoamaan, pienimmillään. (Kuva 19)

Jarru on tyypiltään vannejarru. (Kuva 18) Itse jarru koostuu pääasiassa kolmesta komponentista; jarrunauhasta, jarrupannasta ja jarrun kiinnikkeistä. Jarrunauha on kitkapinta, joka on kosketuksissa tartuntapinnan tässä tapauksessa pyöreän rullan kanssa. Jarrunauhaa tukee metallinen jarrupanta, johon jarrunauha on kiinnitetty niittaamalla. Jarrupanta on taas kiinnitetty pulttaamalla erityiseen kiinnikkeeseen, joka on kiinnitetty koneen runkoon vapaasti pyörähtämään pääsevien kappaleiden välityksellä. Jarrupannan kiinnike jatkuu koneen rungossa olevien kiinnikkeiden läpi niin, että se pääsee vapaasti liikkumaan edes takaisin. Jarrupannankiinnikkeen ja koneen rungossa olevien kiinnikkeiden välissä on jouset, joiden tehtävä on ottaa löysät pois sekä myötäillä rullan liikettä. Jos jarrupanta olisi koneen rungossa kiinteästi kiinni, napsahtaisi se poikki jarrutettaessa, koska itse panta ei jousista. Jousien tehtävä

on myös kiristää pantaa rullaa vasten ja täten tuottaa jarruvoimaa. Jousien jäykkyys on säädettävissä, joten myös jarrutusvoima on säädettävissä.



Kuva 19. Jarrun toiminta

6.5 Terä

Näiden osien lisäksi mitattiin leikkurin terä, jotta sen uusiminen tulevaisuudessa olisi helpompaa. Giljotiinileikkurissa on yksi teräpari, jonka muodostavat kaksi identtistä terää. Terä on 1580 mm pitkä, 12,5 mm paksu ja 50 mm korkea. Teräkulma on noin 83 astetta. Terä painuu levyn läpi loivassa kulmassa. Ennen kuin terä koskettaa levyä, painaa pidätin levyn leikkuupöytää vasten, jotta levy ei luista leikkuun aikana.

Vanha terä mitattiin ja sen korkeudeksi saatiin noin 47 mm. Näin ollen terästä on poistunut kuluman ja teroitusten kautta 3 mm. Terä on siis jo melko kulunut, sillä terässä on teroitusvaraa arviolta enää noin 1 mm. Tämän jälkeen terä on kulunut samalle tasolle, kuin pinta mihin se on kiinnitetty. Alempi leikkuupöydässä kiinni oleva terä on kulunut saman verran kuin ylempikin ja on siis noin 3 mm alempana kuin leikkuupöydän taso. Uutena terä olisi sen tasalla. Tämä saattaa aiheuttaa sen, että levy taipuu leikkaantuessaan hieman alaspäin eikä leikkuupinnasta tule suora. Vaino leikkuupinta myös kasvattaa levyn mitta

hieman, ehkä noin 1...0,5 mm. Terä on myös hieman alkanut pyöristyä eli siis tylsyä. Varsinkin terän päädyissä on havaittavissa pyöristymistä.

Vanhassa terässä olleen merkinnän perusteella terä jäljitettiin TTT Technology Oy:n tekemäksi. Terä on standardimalli, mitoiltaan 1580x50x12,5 mm. Reikäjako on 165 mm ja kierteitetyn reiän suuruus M8. Teriä menee leikkuriin kaksi, terän hinta on 530€/kpl, alv 0%. Toimitusaika tällä hetkellä on 10 viikkoa tilauksesta. (Reijo Mäkinen, TTT Technology Oy.)

7 MUUTOKSET LEVYNLAADUSSA

Levyleikkurille tehtyjen muutoksien ja korjausten vaikutusta valmistettavan levyn laadussa tutkittiin SPC-menetelmällä. Työn kohteena ollut leikkuri vaikuttaa ainoastaan valmistettavan levyn pituuteen, joten tässä vertailussa keskitytään analysoimaan vain levyn pituudessa havaittuja muutoksia.

7.1 Tilastollinen prosessinohjaus

Tilastollinen prosessinohjaus, englanninkieliseltä nimeltään statistic process control eli SPC perustuu tilastotieteeseen ja mittaamiseen. SPC on käytössä erityisesti laadun varmistuksen työkaluna, jota voidaan käyttää myös osana kokonaisvaltaista laatutoimintaa. Se on myös oiva työkalu laaduntuottokyvyn seurantaan.

SPC perustuu prosessin mittaamiseen, siitä kerättävien mittaustulosten avulla. Tämän ongelma on kuitenkin se, että tarkimmallakin mittavälineellä saadaan vain likiarvo, joten prosessi sisältää myös mittauksessa syntyneitä vaihteluita. Prosessin kannalta onkin tärkeää selvittää mittalaitteen toleranssi. Myös mittaajalla saattaa olla vaikutusta tulokseen, joten olisikin suositeltavaa, että sama henkilö hoitaisi mittaukset. Menetelmällä saadut suhdeluvut kertovat miten suuri osa mittaustuloksista on määritettyjen raja-arvojen sisällä. Mitä korkeampi lukema saadaan, sen suurempi osa mittaustuloksista on raja-arvojen sisällä. Eri teollisuuden aloilla on erilaiset määritelmät riittävälle laadulle. Esimerkiksi autoteollisuudessa pyritään usein pääsemään laaduntuoton

suhdelukuun 1,6 tai parempaan. Yleisenä sääntönä on, että prosessin suorituskyvyn CP pitäisi olla vähintään 1,33. (Sandia National Laboratories 2011 ; Lähteenmäki, Leiviskä 1998)

7.2 Saadut tulokset

Parabusin levylinjalla 21.1.2010 suoritettussa SPC-analyysissä havaittiin levyn pituudessa vaihtelua välillä 660...663 mm. Sallittujen raja-arvojen ollessa 658...661 mm. Mittaus suoritettiin rullamitalla mittaustoleranssin ollessa 1 mm. Tuloksia tarkastellessa tulee huomioida, että tuolloin leikkurin jarru todennäköisesti toimi eikä sen aiheuttamia räikeitä, jopa 10 mm mittavirheitä ole tässä mittauksessa mukana. (Liite 8)

SPC-analyysissä seurattavat arvot ovat CP, CPKU ja CPKL. CP on kokonaislaaduntuottokyky. Spheroksella sen hyväksyttävä arvo on 1,33 tai suurempi. Eli mitä suurempi arvo, sen parempi laatu. CPKU ja CPKL kertovat mittaustulosten jakauman sijainnin suhteessa toleranssialueeseen. U tarkoittaa upper eli ylempi raja ja L lower eli alempi raja.

Taulukko 5. Laaduntuottokyky

	Ennen	Nyt	Toleranssi 665±3 mm
CP	0,506	0,598	1,221
CPKU	0,101	0,279	0,461
CPKL	1,114	1,474	1,980

Mittausten perusteella voidaan todeta, että parannusta on jonkin verran tapahtunut lähtötilanteeseen. Tosin vaadittu laaduntuottokyky on edelleen saavuttamatta. Mittaustulokset osoittavat, että levyt ovat suurimmaksi osaksi kaikki lähellä toleranssirajan yläpäästä tai sen yli. Toleranssirajan ylittävien levyjen määrä on kasvanut, mutta alue, jolle mittaustulokset sijoittuvat, on kaventunut. Lisäksi toleranssin ylitys pienentyi eli levyistä saatiin siis tasalaatuisempia. (Liite 9)

Kokeellisessa mielessä tehtiin myös sarja levyjä, joiden pituus oli 665 mm ja toleranssi 3 mm. Tämä tutkimus osoitti, että toleranssialuetta kasvattamalla saatiin laaduntuottokyky kohoamaan arvoon 1,221. Tässäkin levysarjassa levyjen mitat jakautuivat siten, että ne olivat pääasiassa nominaalimitan yläpuolella. (Liite 10)

Leikkurin toiminnan tarkkuuteen vaikuttaa merkittävästi myös levyn pituuden mittaustulos, sillä leikkurin käyttökäsky on pituusmittarista riippuvainen. Tämän vuoksi olisi syytä tarkistaa myös pituudenmittaimen tarkkuus. Levyjen pituus oli lähes poikkeuksetta pitkä, joten toleranssirajojen sisäpuolelle voitaisiin päästä paremmin myös, jos levyjen mitaksi asetettaisiin esimerkiksi 1 mm vähemmän kuin tarkoitettu mitta. Tosin levyjen työstötavasta johtuen hieman pitkä levy on parempi kuin lyhyt.

8 LOPPUPÄÄTELMÄT

Tavoitteena oli paikantaa leikkurista kulumat ja korjaustavaativat kohteet jolloin saataisiin leikkurin elinikää pidennettyä. Samalla myös tutkittiin tehtyjen toimenpiteiden vaikutusta tuotettavan levyn laatuun leikkuujäljen näkökulmasta.

Leikkurin purkaminen toi odotetun tuloksen ja mielestäni kaikki toimintaan vaikuttavat kulumat paikallistettiin. Leikkurin purku sujui ilman suurempia ongelmia, vaikka yksi etukätein teetetty osa olikin vääränlainen. Purkaminen oli myös mielenkiintoista ja siinä todella sai käsityksen mitä leikkuutapahtuman aikana tapahtuu.

Leikkurin neljästä vikakohteesta, eli lukitusakselista, jarrusta, ison hammaspyörän keskiöstä ja terästä on nyt kaksi korjattu. Korjattuja kohteita ovat lukitusakseli ja jarru. Seuraavana vuorossa on todennäköisesti terän uusinta. Uusi teräpari kuitenkin on jo olemassa, joten sitä ei tarvitse hankkia aivan heti. Terä osoittautui standardimalliksi, joten sellaista ei erikseen tarvitse teettää. Terän valmistaja on TTT Technology Oy. Ison hammaspyörän keskiön vaihto ei ole välttämätöntä, sillä ei pystytä sanomaan, vaikuttaako sen kulumat leikkurin toimintaan. Kuitenkin sen uusinta tulee ajankohtaiseksi ehkä vähän

myöhemmin. Osan toimitusajasta johtuen on kuitenkin järkevää teettää osa valmiiksi ja vaihtaa seuraavan huollon yhteydessä.

Tällä hetkellä leikkuri toimii hyvin. Uusi jarru on ollut käytössä kuukauden verran ja osoittautunut käytössä hyväksi ja toimivaksi. Uuden jarrun tekeminen oli myös oikein mielenkiintoista, koska siinä sain suunnitella ja toteuttaa käytännössä suunnitelmani. Olen tyytyväinen lopputulokseen ja uusi jarru näyttääkin jopa upealta, aivan alkuperäisen varaosan veroiselta. Suosittelenkin, että jarruun tehtäisiin piirustuksien pohjalta varaosiksi muutama jarrunauha-jarrupantakokonaisuus, joka olisi sitten helppo ja nopea vaihtaa vanhan tilalle. Tosin nauhan kuluminen ei kovin suurta ole johtuen pienistä jarruvoimista. Todennäköisin jarrun uudelleen hajoamisen syy olisikin jarrupannan murtuminen.

Ison hammaspyörän keskiön tarjousten saaminen osoittautui luultua hankalammaksi kappaleen sisäpuolisen muodon vuoksi, jonka tekeminen osoittautui monelle konepajalle liian haasteelliseksi. Konepajoista joilta tarjous kyseisen osan valmistamisesta saatiin valittiin tarjousten perusteella parhaimmaksi Kone-Tuomi Oy:n tekemä tarjous.

Vaikka merkittäviä parannuksia laatuun ei saatukaan, voidaan uudistusten kuitenkin todeta olevan kannattavia. Leikkurin vanhan jarrun aiheuttamat ongelmat eivät enää vaivaa ja siitä on saatu toimintavarmempi kokonaisuus. Levyjen pituuden vaihtelua saatiin pienennettyä ja parempi toleranssirajoissa pysyminen on hienosäädöstä kiinni. Levyt olivat lähes poikkeuksetta pitkiä, joten levyn pituudeksi voitaisiin asettaa vaikka 1 mm aiottua levynpituutta lyhyempi mitta. Myös terän vaihtaminen uuteen voisi lyhentää levyn mitta 1...0,5 mm. Lisäksi leikkurin pituusmittarin tarkkuus tulisi tutkia.

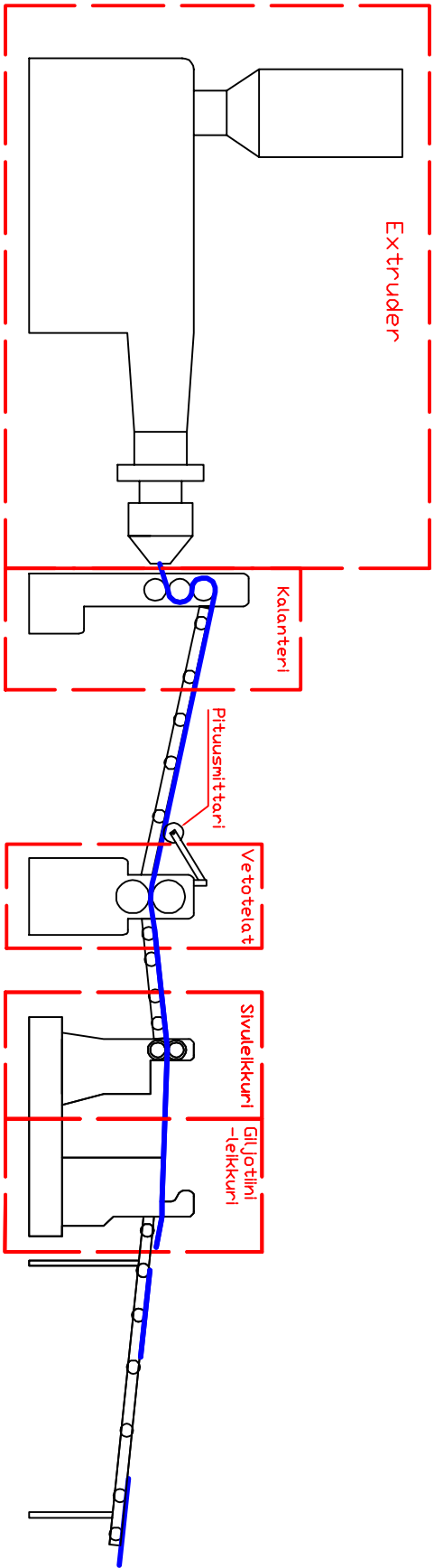
Opinnäytetyön tuloksista pidettiin 31.1.2011 esittely Spheroksella. Esittelyyn osallistui kolme yrityksen edustajaa, joiden toimenkuvaan levylinjan toimintojen ohjaaminen kuuluu. Esittelyn tarkoituksena oli kertoa saavutetut tulokset esitellä tehdyt korjauksen sekä ehdottaa tulevia korjauskohteita. Esityksen perusteella myös valittiin paras tarjous isonhammaspyörän keskiön teettämiseksi.

Esitykseen sisältyi myös tiivistelmä ABS- ja ASA-muovien ominaisuuseroista. Näihin tietoihin olin onnistunut löytämään yrityksen edustajille ennestään aivan tuntematonta tietoa. Lisäksi tämän työn yhteydessä syntynyt materiaali, kuten CAD-kuvat, muu kuvamateriaali ja raportit tallennetaan CD-levylle ja luovutetaan yrityksen vapaaseen käyttöön.

Tämän työn toteuttaminen oli oikein mielenkiintoista, koska tarkkaan ei voinut tietää mitä leikkurin purkaminen paljastaa ja mitä sen jälkeen tullaan tekemään. Etukäteen kuitenkin oli tiedossa, että CAD-kuvia tullaan piirtämään. Kuvat onnistuivat mielestäni hyvin ja niiden tekeminen oli mielekästä. Kuvat piirrettiin Autodesk Inc:n AutoCAD-ohjelmalla. Osien toiminnan miettiminen ja mittojen päättely oli mukavan haastavaa. Myös muovitekniikkaan ja extruusio-menetelmään tutustuminen oli oikein mielenkiintoista ja opin paljon uutta. Parabusin levylinja oli minulle ennestään tuttu paikka, sillä olen työskennellyt siellä puoli vuotta vuonna 2007. Haluankin kiittää Parabusin koko henkilökuntaa ja erityisesti tuotantopäällikkö Vesa Haviaa, jonka ansiosta sain tehdä opinnäytetyöni näin mielenkiintoisesta ja haastavasta aiheesta.

LÄHTEET

- Aunio ym. 1991, Työväline suunnittelu 277-282, Valtion painatuskeskus, Helsinki
- BASF Luran ja Terluran tuotetiedot, viitattu 18.1.2011, <http://campus-i.plasticsportal.net/>
- BASF Luran tuotetiedot, viitattu 18.1.2011, <http://www.styrolution.net/>products>Luran S>
- BASF Terluran tuotetiedot, viitattu 18.1.2011, <http://www.styrolution.net/>products>Terluran/ColorFlexx>
- Gruenwald, Geza, 1993, Plastics - How structure determines properties 104-105, Hanser-Verlag, München
- Ihalainen ym. 1986, Valmistustekniikka 44-45, Otakustantamo, Espoo
- Järvinen 2000, Muovin Suomalainen käsikirja 109-110, Muovifakta Oy, Helsinki
- Lähteenmäki, Leiviskä 1998, Tilastollinen prosessinohjaus: Perusteet ja menetelmät, Oulun Yliopisto, Oulu
- Rauno Smått, Mikko Laaksonen, Arto Heinonen 2007 Ekstrauusiotekniikanperusteet luentomateriaali, AEL
- Sandia National Laboratories, Statistical Process Control, viitattu 31.1.2011, http://reliability.sandia.gov/Manuf_Statistics/Statistical_Process_Control/statistical_process_control.html
- Seppälä 1997, Polymeeritekniikan perusteet 158-159, Otatieta Oy, Helsinki
- Spheros GmbH, Company profile, viitattu 3.1.2011, <http://international.spheros.de/Upload/Documents/Image/Unternehmensportrait.pdf>
- Spheros GmbH, Innovation, viitattu 3.1.2011, <http://international.spheros.de/Innovation.aspx>
- Spheros-Parabus Ltd, General, viitattu 3.1.2011, <http://www.parabus.com/parabus.html>general>
- Spheros-Parabus Ltd, News, viitattu 3.1.2011, <http://www.parabus.com/parabus.html>news>
- Spheros-Parabus Ltd, Roof hatch construction, viitattu 4.1.2011, <http://www.parabus.com/parabus.html>products>Roof hatch construction>
- Taideteollinen korkeakoulu, Virtuaali yliopisto, Muovitekniikka, viitattu 14.1.2011 <http://www.uiah.fi/virtu/materiaalit/muovitekniikka>
- Tapio Lepistö 2000, Materiaalienvalinta luentomateriaali, HAMK



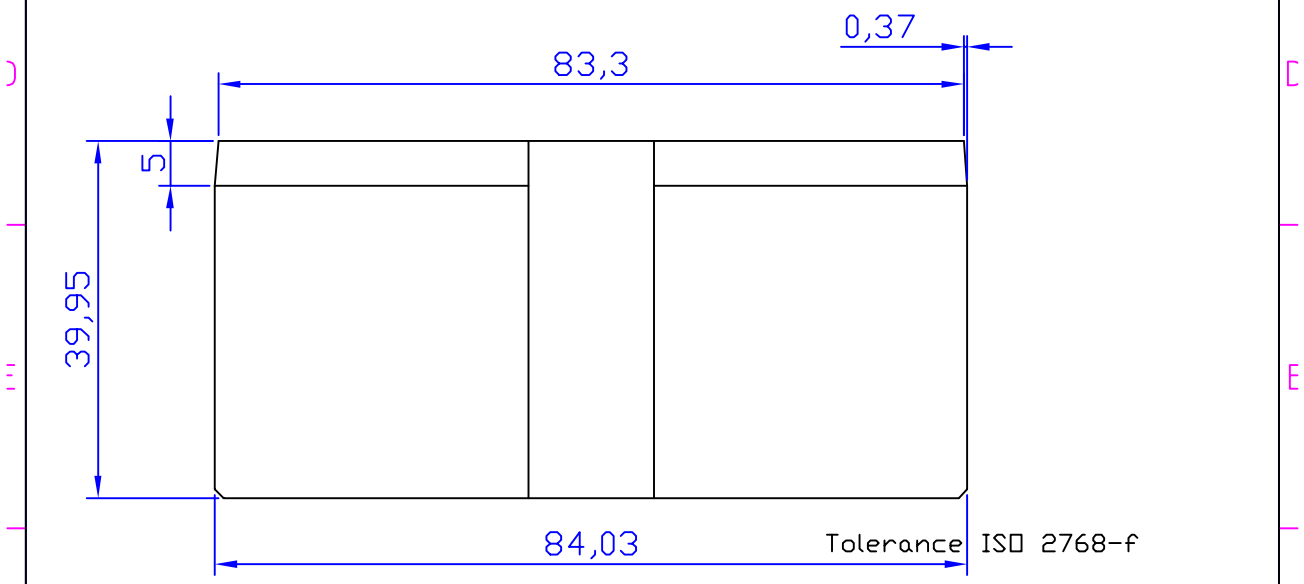
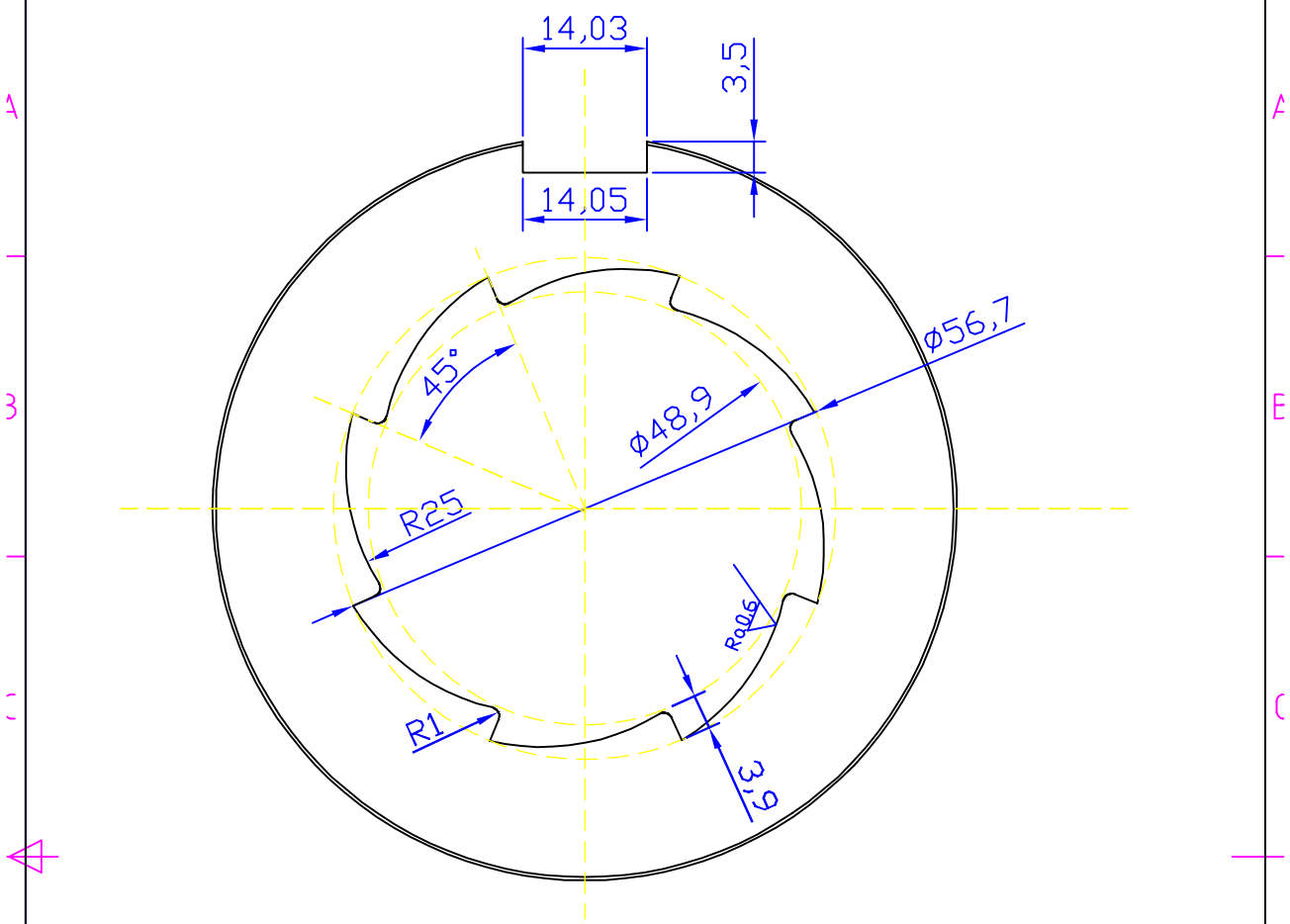
Name:


Levylinja

Author:
Marek Uschanov

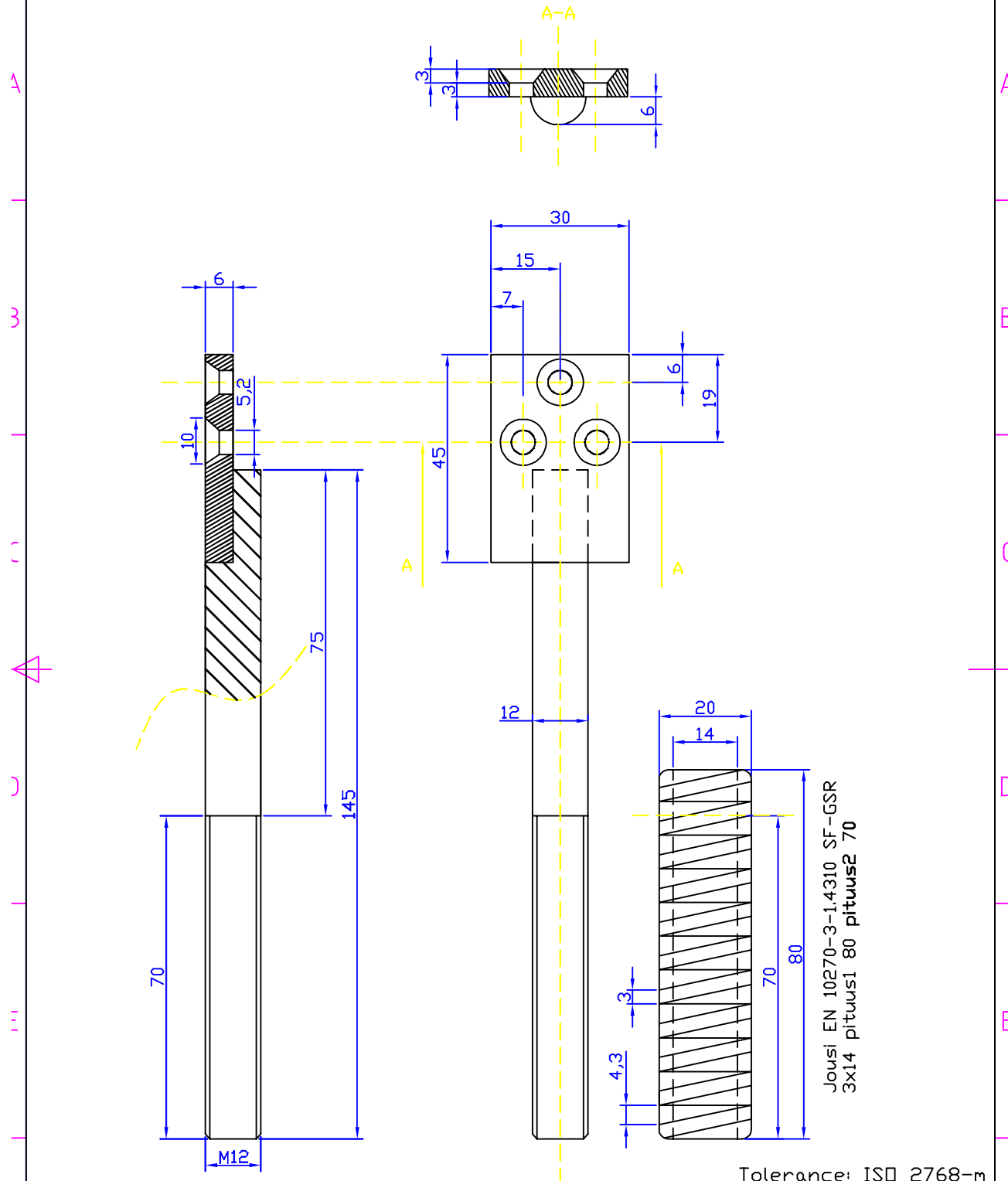
Date:
4.1.2011

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
-------	---------------	------	-----------	---------




Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by Marek Uschanov	Checked by	Approved by - date 12.1.2011	File name fähtikuvio	Date 31.1.2010	Scale 3:2	
			Ison hammaspyörän keskiö			
			1	Edition 2	Sheet 1/1	

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
-------	---------------	------	-----------	---------

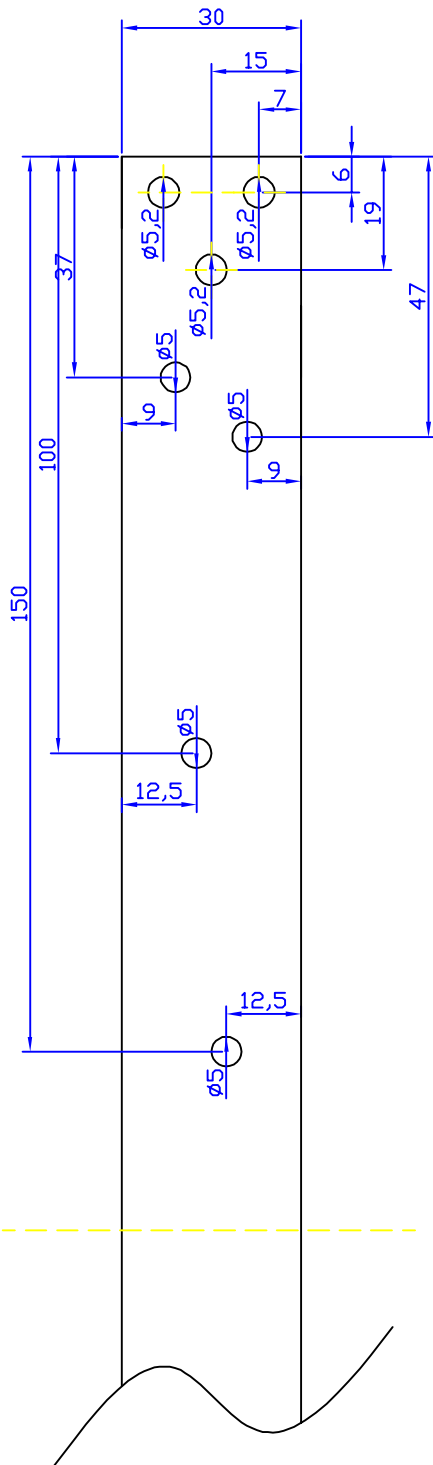


Jousi EN 10270-3-1.4310 SF-GSR
3x14 pituus1 80 pituus2 70

Tolerance: ISO 2768-m

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference		
Designed by Marek Uschanov	Checked by	Approved by - date 7.1.2011	File name Jarru kiinnitys	Date 7.1.2011	Scale 2:1
		<p>ABS-leikkuri jarrupanta kiinnike</p>			Edition 0
					Sheet 1/1


RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
-------	---------------	------	-----------	---------



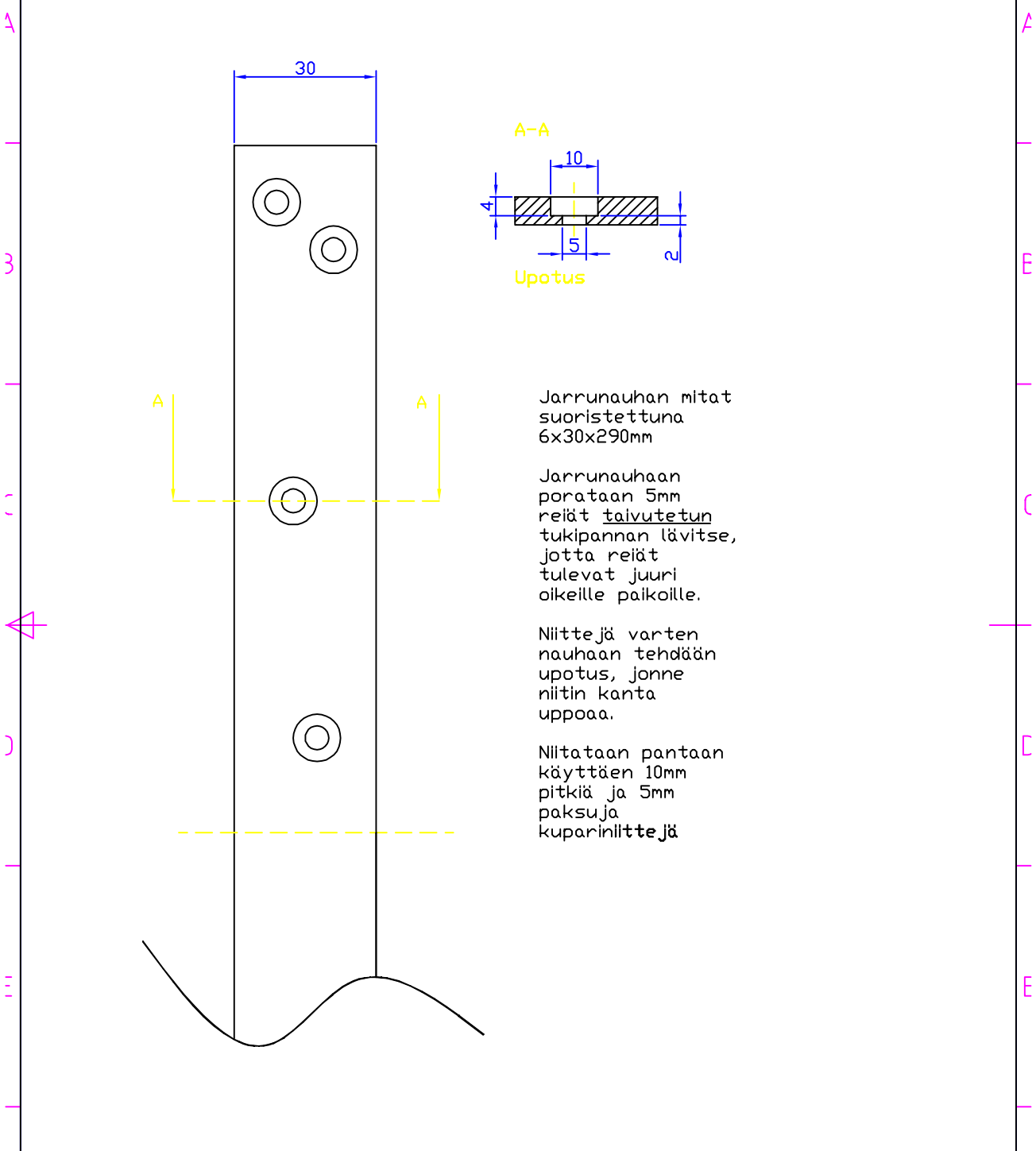
Haponkestävä latta
3x30x360mm

Reikien särmät pyöristettävä

Talvutetaan keskikohdasta
halkaisijaltaan noin 420mm
olevalle kaarelle

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference		
Designed by Marek Uschanov	Checked by	Approved by - date 10.1.2011	File name jarrupanta	Date 10.1.2011	Scale 2:1
		ABS-leikkurin jarrupanta			
		2	Edition 0	Sheet 1/1	

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
-------	---------------	------	-----------	---------




Jarrunauhan mitat suoristettuna 6x30x290mm

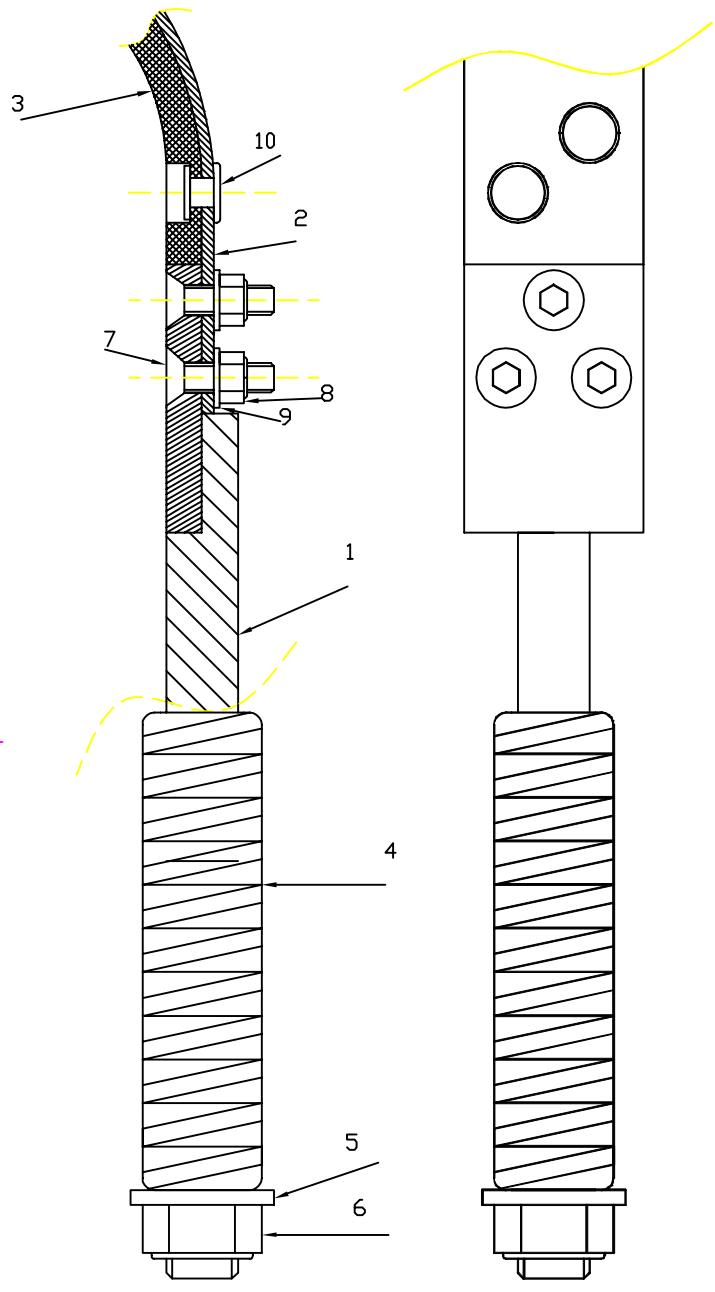
Jarrunauhaan porataan 5mm reiät taivutetun tukipannan lävitse, jotta reiät tulevat juuri oikeille paikoille.

Niittejä varten nauhaan tehdään upotus, jonne niitin kanta uppoaa.


Niitataan pantaan käyttäen 10mm pitkiä ja 5mm paksuja kupariniltejä

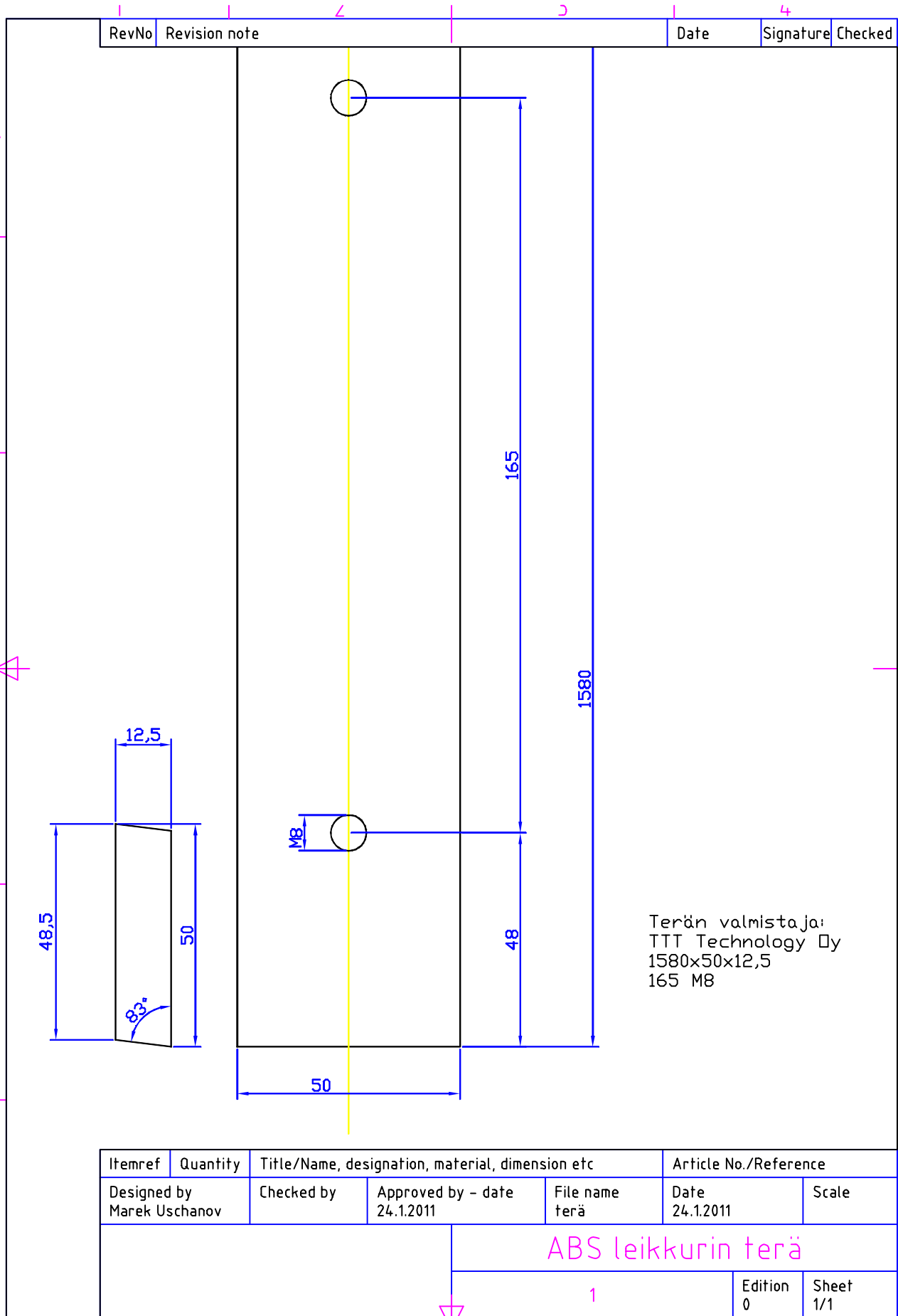
Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by Marek Uschanov	Checked by	Approved by - date 10.1.2011	Date 10.1.2011
		File name jarrunauha	Scale 2:1
<p style="text-align: center; color: magenta;">ABS-leikkurin jarrunauha</p>			Edition 0
<p style="text-align: center; color: magenta;">3</p>			Sheet 1/1

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
-------	---------------	------	-----------	---------



Itemref	Title	Quantity
1	Jarruklirnnike	1
2	Jarrupanta	1
3	Jarrunauha	1
4	Jousi 3x14x80 Jousi 3x14x70	1 1
5	Aluslevy M12 Ø24	2
6	Mutteri Nylock M12	2
7	6-koloruuvi M5 10.9	6
8	Mutteri Nylock M5	6
9	Aluslevy M5 Ø10	6
10	Kuparihlitti 10mm Ø5	8
11		

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference			
Designed by Marek Uschanov		Checked by	Approved by - date 10.1.2011	File name jarrukokoonpano	Date 10.1.2011	Scale 2:1
			ABS-levyleikkurin jarru			
			Kokoonapno	Edition 0	Sheet 1/1	



RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
-------	---------------	------	-----------	---------

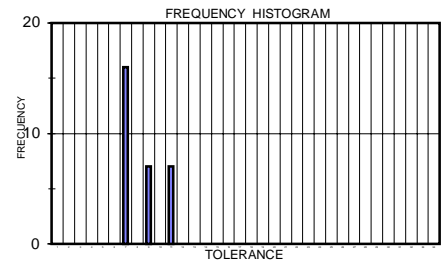
Terän valmistaja:
 TTT Technology Oy
 1580x50x12,5
 165 MB

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by Marek Uschanov	Checked by	Approved by - date 24.1.2011	File name terä	Date 24.1.2011	Scale	
			ABS leikkurin terä			
			1	Edition 0	Sheet 1/1	

Chart X-R

DATE **28.1.2011**

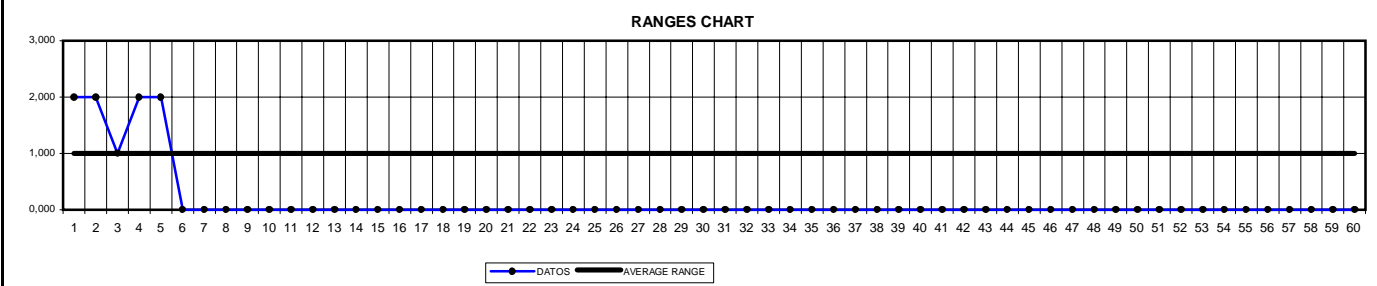
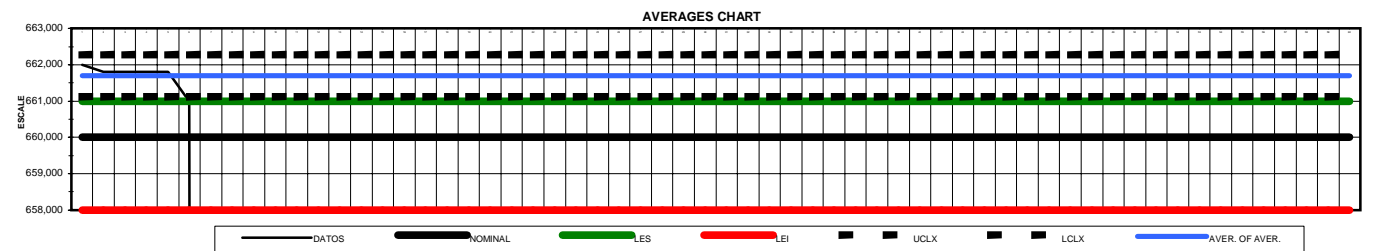
LOCATION	PLANT	SFIN			
	PART	DESCRIPTION : ABS22			
DIMENSION	PIECE N°		PROCESS:	Levyvalmistus	
	DRAWING N°		LAST UPDATE:		
OPERATION DESCRIPTION		Pituusleikkurin laaduntuottoikyky			
CONTR. DEV. N°		APRECIATION		R&R	CMC
SPECIFICATION	660	PLUS	1	MINUS	2
UPPER LIMIT	661,0	NOMINAL	660	LOWER LIMIT	658



CAPABILITY RESULTS

PIEC. QUANT.(n)	30	STD SPECIMENS	0,8367	UCLX	662,277	INDEX CP	0,598
AVER. OF AVER.	661,700	STD.POPULATION		LCLX	661,123	INDEX CPKU	0,279
Máximum	663,000	AVERAGE RANGE	1,000	ULR	2,1100	INDEX CPKL	1,474
Mínimum	661,000	MODAL VALUE	661,000	LLR	0,000		

CHARTS



DATA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
\bar{x}	1	661,000	663,000	661,000	663,000	662,000	661,000														
		662,000	661,000	662,000	661,000	662,000	661,000														
		663,000	661,000	662,000	663,000	661,000	661,000														
		661,000	663,000	662,000	661,000	661,000	661,000														
		663,000	661,000	662,000	661,000	663,000	661,000														
		662,000	661,800	661,800	661,800	661,800	661,000														
\bar{R}	1	2,000	2,000	1,000	2,000	2,000	0,000	0,000	0,000												
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
\bar{x}	2																				
\bar{R}	3																				
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	

