

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU



Timo Tuohimaa
2008

VAPAUTUNEEN KONEKAPASITEETIN HYÖDYNTÄMINEN

Tekniikan Porin Yksikkö
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

VAPAUTUNEEN KONEKAPASITEETIN HYÖDYNTÄMINEN

Tuohimaa Timo

Satakunnan Ammattikorkeakoulu

Tekniikka Pori

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Huhtikuu 2008

Yritys: Outokumpu Pori Tube Oy

Työn valvoja: Hannu Heiskanen, Toimitusjohtaja

Työn ohjaaja: Teuvo Teinilä, Lehtori

Asiasanat: Konekapasiteetti, kupariputket, kannattavuus

UDK: 621.774, 658.5

Vuosina 2006 - 2007 vesijohtoputkien valmistus Outokumpu Oy:n putkitehtaalla Porissa väheni huomattavasti Outokummun muiden kupariputkitehtaiden välillä tehtyjen tuotesiirtojen myötä. Valmistusmäärien vähenemiseen vaikutti myös kysynnän lasku markkinoilla.

Tilanne johti siihen, että vesijohtoputkituotteiden valmistamiseen tarkoitettu konekapasiteetin käyttöaste Porissa jäi erittäin alhaiseksi.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mahdollisuudet vapautuneen konekapasiteetin hyödyntämiseen muille, lähinnä teollisuusputkituotteille. Opinnäytetyötä aloittaessani teollisuusputkituotteiden kysyntä oli suhteellisen vilkasta ja valmistuskapasiteetti oli kokonaisuudessaan käytössä. Työni pohjana pidän vuoden 2006 valmistusmääriä ja tuotejakaumaa Outokummun Porin putkitehtaalla.

ABSTRACT

UTILIZE OF FREE MACHINE CAPACITY

Tuohimaa Timo

Satakunta University of applied sciences

Technology Pori

Training program of machine and product technology

April 2008

Comissioned by Outokumpu Pori Tube Ltd

Supervisor of thesis: Hannu Heiskanen, General Manager

Tutor: Teuvo Teinilä, Lecturer

Key words: Machine capacity, Copper tubes, profitability

UDC 621.774, 658.5

Manufacturing of sanitary tubes decreased substantially during years 2006 – 2007 in Outokumpu Pori Tube Mill. The reason for decreasing was a product transfer between other copper tube mills. The demand decreasing in market also affected production quantities. This situation effected on sanitary tube production capacity, the utilization rate become remarkable weak.

The purpose of this thesis is to clarify the opportunities to use the released sanitary machinery capacity for other products, mainly industrial tubes. When I started this thesis, the demand of industrial tubes was quite high and the capacity was fully booked. The basis of this thesis was the production quantities and – range on year 2006 in Outokumpu Pori Tube.

SISÄLLYS

TIIVISTEL MÄ

ABSTRACT

1. JOHDANTO	6
1.1 Kilpailu Euroopassa	6
1.2 Outokumpu Pori Tube Oy	7
1.3 Tehtaiden väliset tuotesiirrot	10
2. VAPAUTUNUT KONEKAPASITEETTI	10
2.1 Vesijohtotuotelinjan koneet	11
2.2 Puolikovalinja 2	11
3. TEOLLISUUSPUTKILINJAN TUOTTEET	16
4. ALUSTAVA TUOTEVALINTA	22
5. KIEPPIPUTKET	23
5.1 Kiepin valmistus puolikovalinjalla	25
5.2 Ensimmäinen testi	25
5.3 Asiakkaan kommentit	28
5.4 Puolikovalinjalla suoritettut testit	29
6. ONGELMAKOHDAT PUOLIKOVALINJALLA	33
7. UUSI LAYOUT	42
8. UUSI KIEPITIN	43
9. KONETEHOT JA VALMISTUSKUSTANNUKSET	45
10. YHTEENVETO	49
11. LIITELUETTELO	50

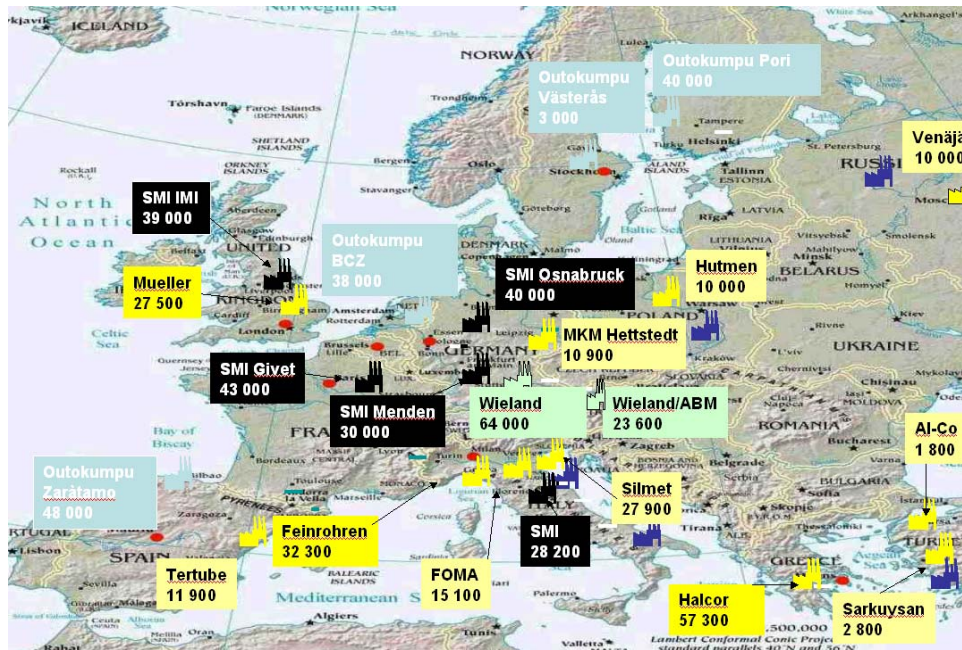
1. JOHDANTO

Tuottavuuden merkitys on keskeinen asia yrityksen kannattavuudelle ja menestymiselle. Mitä korkeampi on tuottavuus, niin sitä parempi on kannattavuus joka johtaa parempaan palkan- ja veron maksukykyyn. Lisäksi tuottava yritys pystyy investoimaan ja näin varmistamaan tulevaisuutensa.

Hyvä tuottavuus lähtee ihmisistä. Se on yrityksen toimintatapojen ja henkilökunnan osaamisen ja ammattitaidon seurausta. Tuottava yritys pystyy kilpailemaan ja säilymään hengissä kilpailluilla markkinoilla.

1.1 Kilpailu Euroopassa

Tällä hetkellä Euroopan kupariputkimarkkinoilla vallitsee ylikapasiteettitilanne. Valmistajien kesken vallitsee ankara kilpailutilanne. Kupariputkimarkkinat Euroopassa ovat 400 tuhatta tonnia ja eri puolilla Eurooppaa sijaitsevien tehtaiden valmistuskapasiteetti on markkinoita huomattavasti suurempi, ollen noin 600 tuhatta tonnia. Tilanne on johtanut erittäin kireään kilpailuun olemassa olevista markkinoista joita hämmentää vielä, lähinnä vesijohtopuolella kilpailevien tuotteiden aiheuttama hintakilpailu. Kupariputkituottajien näkökulmasta kilpailua vaikeuttaa vielä kuparin erittäin korkea hinta.



Euroopassa sijaitsevat kupariputkitehtaat

1.2 Outokumpu Pori Tube Oy

Outokummun Porin putkitehdas perustettiin vuonna 1939 ja se yhtiöitettiin vuoden 2004 loppupuolella omaksi juridiseksi yhtiöksi jolloin se sai nimen Outokumpu Pori Tube Oy.

Outokumpu Pori Tube Oy kuuluu Outokumpu konserniin ja on osa Outokumpu Copper Tube and Brass divisioonaa jolla on putkitehtaita Suomessa, Espanjassa, Ruotsissa ja Belgiassa.



Tube and Brass divisioonan kupariputkitehtaat

Suomessa oleva tehdas sijaitsee Porissa ja se valmistaa kupariputkia asennus- ja teollisuustarkoituksiin. Päämarkkina-alueet teollisuusputkien osalta ovat pohjoismaat ja Italia, lämmitys- ja vesijohtotarkoituksiin menevien tuotteiden osalta pohjoismaat ja erikoisasennusputkien osalta pohjoismaat, Venäjä ja Iso-Britannia.

Outokumpu Pori Tube Oy työllistää 230 henkilöä joista toimihenkilöiden osuus on 60. Yhtiön vuosittainen liikevaihto > 200 m€. Tehtaan tuotantokapasiteetti on 40 000 t/a.

Tehdas jakaantuu raaka-ainetuotannon lisäksi kolmeen varsinaiseen valmistuslinjaan.

Valmistuslinja 1 valmistaa suoria vesijohtoputkia mitta-alueella 10 - 28mm. Putket voidaan valmistaa puolikovassa tai kovassa tilassa olevina. Putkien pituudet ovat pääasiassa välillä 3 – 5,5m.

Valmistuslinja 2 valmistaa puolattuja putkia teollisuustarkoituksiin. Mitta-alue puolatuilla putkilla on 6mm – 22mm ja seinämävahvuus vaihtelee välillä 0,28mm – 1,5 mm. Puolien painot vaihtelevat välillä 100kg – 300kg. Enimmillään putkea yhdessä puolassa saattaa olla jopa 4000 metriä. Tällä valmistuslinjalla valmistetaan myös sisäpuolelta rihlattuja puolaputkia.

Valmistuslinja 3 valmistaa pääasiassa suoria ja kieppiputkia teollisuustarkoituksiin. Tuotelinjalla valmistetaan putkia mitta-alueella 6mm – 54mm. Seinämävahvuudet vaihtelevat 0,5mm- 5mm. Putkien kovuusluokat ovat pääasiassa pehmeitä –02 tilassa, puolikovia-03 tilassa tai kovia –04 tilassa olevia putkia, mutta myös näistä tiloista poikkeavia tuotteita esiintyy.



Rihlattu putki



Putkipuola



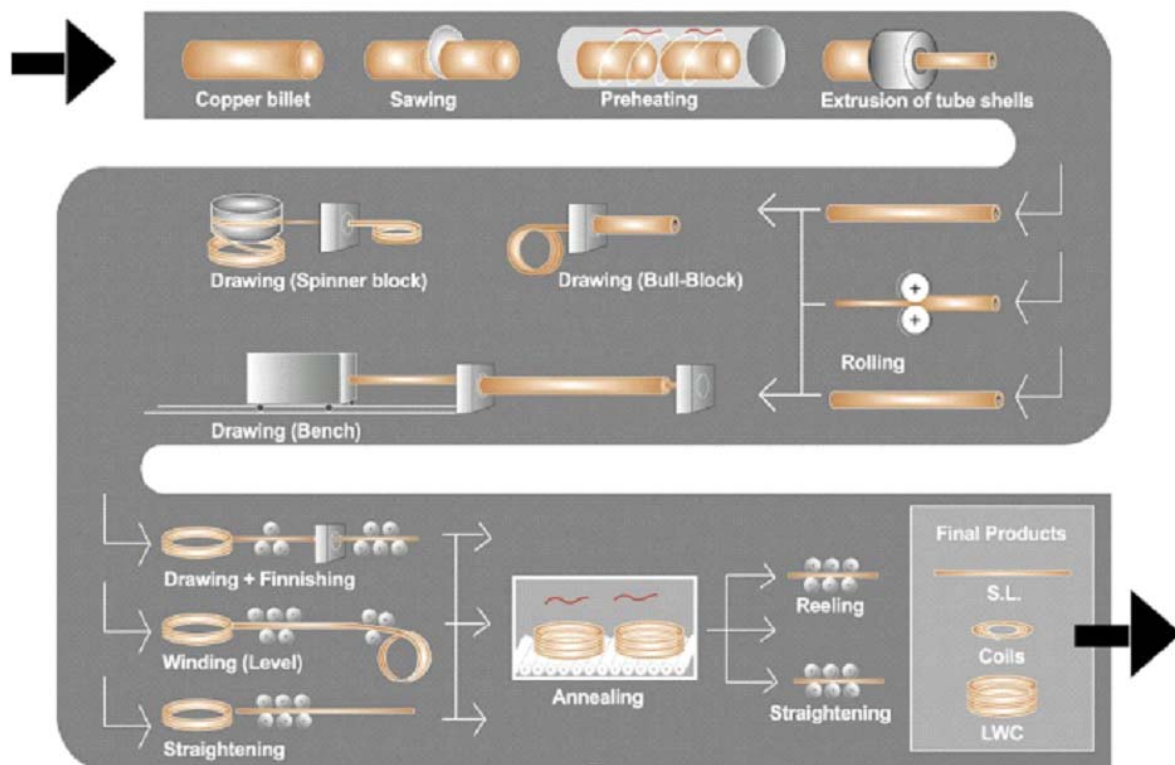
Suoria- ja kieppiputkia



Ovaaliputkia

Raaka-aine-linja huolehtii valmistuslinjoille tulevasta raaka-aineesta. Kupari raaka-aine (Cu-DHP) ostetaan Luvatan valimosta. Raaka-aine toimitetaan putkitehtaalte kuparipötkyinä. Yhden kuparipötkyn paino on noin 2200kg. Kuparipötky sahataan kuuteen 360kg:n osaan. Sahatut aihiot kuumennetaan induktiouunissa jonka jälkeen niistä pursotetaan putkiaihiot. Putkiaihiot joiden ulkohalkaisija on 83mm ja sisähalkaisija 61mm ohjataan putkivalssille. Vesijohtotuotelinjalle raaka-aine puristetaan Ns.HR⁽¹⁾ puristuksena jonka mitta on ulkohalkaisijaltaan 68mm, sisähalkaisijan ollessa 61mm. Nämä puristeet ohjataan Bull-block vetokelan kautta vesijohtotuotelinjan vetokeloille 10 ja 11.

(1 HR=High Ratio. Lähtöaihion poikkipinta-alan suhde pursotetun aihion poikkipintaan nähden on suuri.



Putkitehtaan prosessi

1.3 Tehtaiden väliset tuotesiirrot

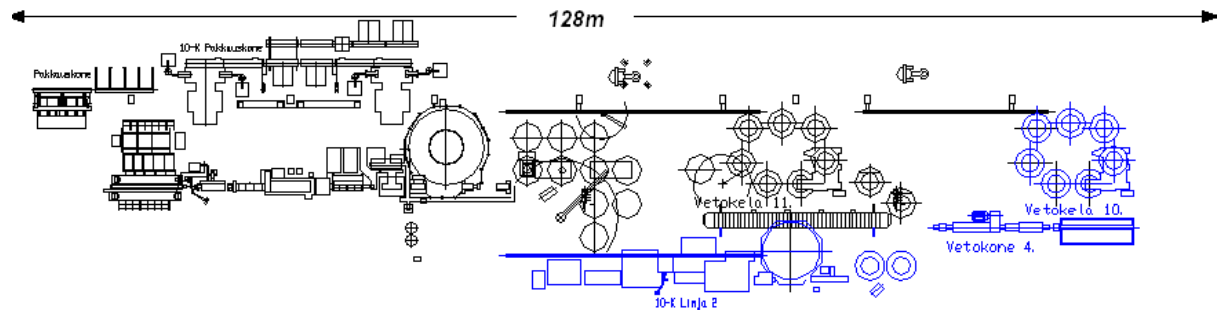
Vuonna 2006 vesijohtoputkien valmistus Porissa väheni huomattavasti tehtaiden välillä tehtyjen tuotesiirtojen myötä. Vesijohtoputkituotteiden valmistamiseen tarkoitettu konekapasiteetin käyttöaste jäi erittäin alhaiseksi. Samalla kuitenkin teollisuusputkituotteiden kysyntä jatkui melko vilkkaana ja konekapasiteetti ei tahtonut riittää tyydyttämään kaikin osin kysyntää. Vapautunut vesijohtopuolen konekapasiteetti oli hyödynnettävä muiden tuotteiden valmistamiseen mahdollisimman pikaisesti. Putkitechdas oli myynnissä joten mahdollisten uusien tuotesiirtojen takia haluttiin kuitenkin säilyttää myös vesijohtojen valmistusmahdollisuus puolikovalinjalla ennallaan. Mahdolliset laitemuutokset tuli suunnitella siten että alkuperäinen vesijohtojen valmistusmahdollisuus säilyi. Mahdolliset vesijohtotuotelinjalle valmistettavaksi siirrettävät tuotteet piti pystyä valmistamaan tehokkaasti laadun kärsimättä. Ensisijaisesti tuli pyrkiä siihen, että kapasiteettia vapautuisi teollisuusputkilinjan hehkutusuunilta .

Lähdin työni ensimmäisessä vaiheessa selvittämään tarkemmin vesijohtotuotelinjalla vapautuneen konekapasiteetin yksityiskohtia jonka jälkeen oli helpompi lähteä tekemään kartoitusta mahdollisista siirrettävistä tuotteista ja niiden vaatimista mahdollisista laitemuutoksista.

2. VAPAUTUNUT KONEKAPASITEETTI

Vapautunut konekapasiteetti sijaitsee vesijohtotuotelinjalla, putkitechtaan hallin eteläpäässä. Vesijohtotuotelinja on otettu käyttöön vuonna 1982 silloiseen uuteen laajennusosaan. Tuotelinjaa laajennettiin edelleen vuonna 1991 jolloin myös puolikovalinja 1 otettiin käyttöön. Puolikovalinja 2 on melko uusi. Sen käyttöönotto tapahtui vuonna 2004. Vetokelat 10 ja 11 sekä vetokone 4 on otettu käyttöön vuonna 1982. Vetokelat ovat kuitenkin vielä melko hyväkuntoisia joskin tietyin osin vanhentunutta tekniikkaa. Tuotekorien siirto kelojen ja vetokoneiden välillä tapahtuu automaattinostureilla.

2.1 Vesijohtotuotelinjan koneet



Vesijohtotuotelinjan koneet

Raaka-aine vesijohtotuotelinjalle tulee Vetokela 9:n kautta. Raaka-aine ohjataan vetokeloille 10 ja 11. Vetokela 10:llä vedetään lähtömitta vetokoneelle 4 sekä puolikovalinjalle 2. Vetokelalla 11 vedetään lähtömitta puolikovalinjalle 1. Kelojen kapasiteettia voidaan kuitenkin ohjata kapasiteettitarpeen mukaan myös eri tavalla. Kuvassa on merkitty sinisellä värillä ne koneet joiden kapasiteetti jää lähes hyödyntämättä tuotesiirroista johtuen.

Vetokelan 10 kapasiteetti on vesijohtomitoilla keskimäärin 2000 kg tunnissa valmiiksi asti vedettyä tuotetta. Kapasiteetti vaihtelee kuitenkin melkoisesti lopputuotteesta ja tarvittavien vetojen määrästä riippuen. Vetokone 4:n kapasiteetti on vesijohtomitoilla keskimäärin 1200 kg tunnissa ja puolikovalinjan kapasiteetti keskimäärin 2800kg tunnissa. Opinnäytetyössäni keskityn kuitenkin pelkästään puolikovalinjaan ja sen kapasiteetin hyödyntämiseen, koska linja on melko uusi ja paljon tehokkaampi kuin vetokone 4. Lisäksi vetokone 4 sekä puolikovalinja eivät voi toimia samanaikaisesti, koska linjoille ei voida syöttää raaka-ainetta samanaikaisesti.

2.2 Puolikovalinja 2.

Puolikovalinja 2 on rakennettu puolikovien ja kovien suorien vesijohtojen valmistamiseen mitta – alueella 10 – 28mm. Maksimi putkien pituus on 6,2m ja minimipituus 3m. Raaka-aine puolikovalinjalle tulee vetokela 10:n kautta jossa put-

ki vedetään sellaiseen ulkohalkaisija ja seinämämittaan , että puolikovalinjalla tehtävän laakavedon¹⁾ jälkeen putki on vaaditussa loppumitassa. Raaka-aine puolikovalinjalle tulee kieppinä tuotekorissa 10-kelalta. Kiepin halkaisija on noin 3m ja paino noin 320 kg.

1) Laakavedossa veto tehdään ilman vetotuurnaa, vetämällä putki pelkästään vetorenkaan läpi. Laakavedossa putken ulkohalkaisija pienenee ja seinämävahvuus hieman kasvaa.

Linjan toiminnassa voidaan erottaa seuraavat päävaiheet:

Vaihe 1. Kaasutus

Korissa olevan putken sisälle syötetään sopiva kaasuseos jolla taa-taan putken sisäpinnan puhtaus ja mahdollisten sisäpinnan hiilivaa-timusten täyttyminen standardin asettamien vaatimusten mukaisesti. Kaasuina käytetään paineilmaa, typpeä tai happea tuotteesta riippu-en. Kaasutusaika on valittavissa ajastimesta putken sisätilavuuden mukaan.

Vaihe 2. Päänteko ja varastokela

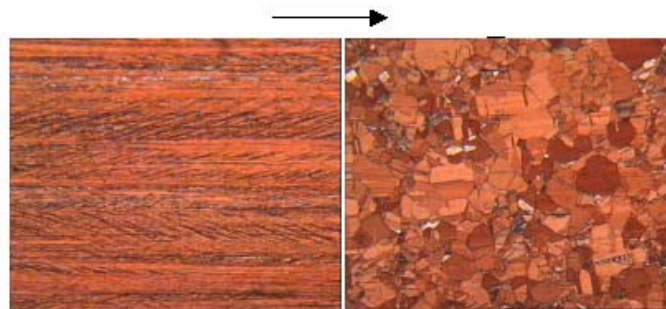
Putki ohjataan ennen uuniin syöttämistä isolle varastokelalle. Va-rastokelan tarkoitus on taata koneen käynti ilman pysähdyksiä. Kun ajossa oleva 320kg:n lähtökieppi lähenee loppuaan, hidastetaan ko-neen vetonopeus minimiin. Kiepin loppupää pysäytetään päänteko-koneen kohdalle ja samalla putkea syötetään varastokelalta koneelle jolloin varastokelalla oleva kiepin halkisija pienenee samalla putken vähentyessä. Uusi lähtökieppi liitetään pääntekokoneen avulla edelliseen ja liitoksen jälkeen jälleen täytetään varastokela jolloin varastokelalla jäljellä olevan kiepin halkaisija kasvaa. Koneen no-peus palautetaan normaaliin ajonopeuteen. Lähtökieppien liittämi-nen toisiinsa tapahtuu pääntekopuristimella jossa uuden kiepin pää ensin supistetaan. Supistettu pää työnnetään edellisen kiepin sisään. Liitoskohta puristetaan vielä kerran pääntekopuristimella tiukaksi paketiiksi.



Varastokela

Vaihe 3. Hehkutus

Kun valmistetaan puolikovaa putkea, putki hehkutetaan induktio-uunissa. Hehkutuksessa putki pehmenee sen rekristallisoituessa. Raekoko hehkutuksen jälkeen on keskimäärin 0,020 – 0,030mm. Hehkutusosassa käytetään suojakaasuna typpeä estämään putken ulkopinnan hapettuminen.



Vedetyn putken raerakenne

Hehkutetun putken raerakenne

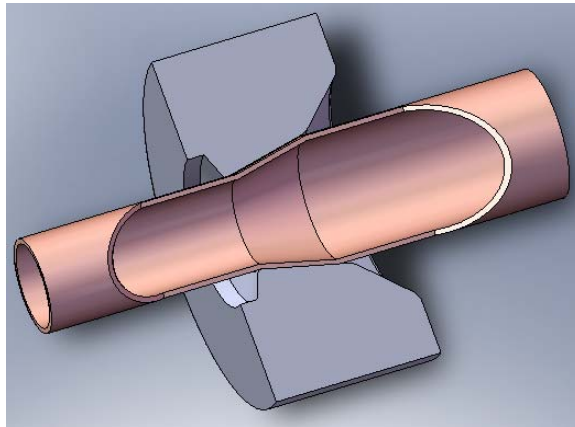
Vaihe 4. Jäähdytys

Hehkutuksen jälkeen putki jäähdytetään vesijäähdytyksellä. Myös jäähdytyskammiossa käytetään typpeä suojakaasuna.

Vaihe 5. Veto

Putki vedetään kovametallisen vetorenkaan läpi. Kokonaismuokausaste vedossa on melko pieni ollen noin 10-15%. Veto tehdään

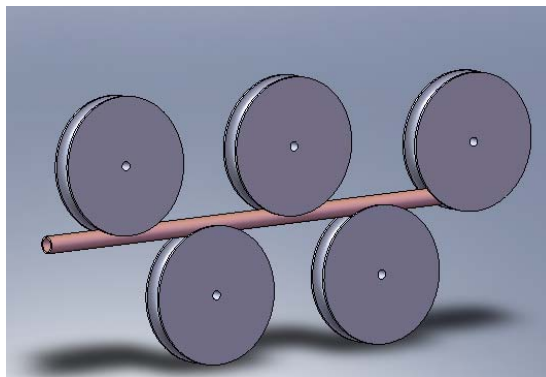
aina laakavetona. Laakavedossa seinämävahvuus kasvaa 0,01 – 0,03mm. Vedossa hehkutetun putken Rp0,2-raja sekä murtoraja ko-
hoavat jolloin päästää puolikovalla putkella vaadittaviin mekaani-
siin ominaisuuksiin. Putkien jatkoskohta estää tuurnavedon tekemi-
sen. Toisaalta tuurnavedossa putken Rp0,2-raja kasvaisi helposti
liian korkeaksi puolikovalle tuotteelle.



Laakaveto

Vaihe 6. Pystyoikaisu

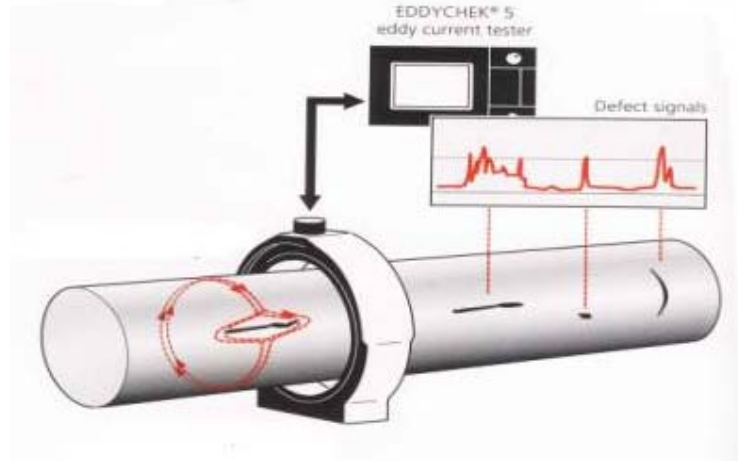
Pystyoikaisussa putki ajetaan oikaisurullaston läpi. Pystyoikaisussa
putki suoristetaan pystysuunnassa.



Oikaisurullasto

Vaihe 7. Pyörrevirtatarkastus

Pyörrevirtatarkastus on sähköinen ainetta rikkomaton tarkastusmenetelmä. Puolikovalinjalla putki ohjataan pyörrevirtatarkastuskelan läpi jolloin mahdolliset tilavuudeltaan kalibrointivikaa suuremmat viat aiheuttavat hälytyksen ja viallisen tuotteen hylkäämisen. Kalibrointia varten vikakoot ja sallitut kalibrointivikojen muodot on määriteltä standardeissa.



Periaatekuva tarkastuksesta. Kela indusoi kappaleeseen poikittaisvirtoja ja virheiden ympärille muodostuu pyörrevirtoja, jotka voidaan havaita testikelalla. Signaalit lähetetään testeriin, jonka näytöllä virheet näkyvät. Kuvassa ympäröivä kela ja indikaatiot virheistä.

Vaihe 8. Värileimaus

Putken pintaan voidaan tarvittaessa tehdä mustesuihkulla haluttu värileima. Yleensä värileima sisältää tiedon putken mitoista sekä standardinumeron jonka mukaan putki on valmistettu. Lisäksi leima voi sisältää tietoa valmistusajankohdasta sekä tilausnumeron jolle tuote valmistetaan

Vaihe 9. Vaakaoikaisu

Putki ohjataan vaakaoikaisuyksikön rullaston läpi. Rullasto on samanlainen kuten pystyoiikaisussa. Putki oikaistaan tässä yksikössä vaakasuunnassa. Yleinen suoruustoleranssi suorille putkille on max. 1mm/metri.

Vaihe 10.Stanssileimaus

Jotkin standardit vaativat putkeen pysyvän leiman. Tällöin putkeen leima tehdään ”stanssileimana”. Stanssileimaus on mekaaninen menetelmä jossa putken kylkeen painetaan rullaan kiinnitetyllä stanssipalalla haluttu leima. Tällainen leima on pysyvä ja löydettävissä putkesta kymmenien vuosienkin kuluttua.

Vaihe 11 Katkaisu

Putki katkaistaan sahaamalla ns. lentävällä sahalla joka suorittaa katkaisun putken ollessa liikkeessä. Pituustoleranssi tällaisessa sahauksessa on yli 5mm joka kuitenkin riittää täyttämään useimpien standardien vaatimukset.

Vaihe 12 Raepuhallus

Putkien sisäpinta puhdistetaan puhaltamalla putken läpi teräsraetta. Teräsraejäämät putken sisältä poistetaan paineilmalla.

Tuote ajetaan isoihin nosturinippuihin kuljetettavaksi pakkauskoneelle jossa tuote pakataan yleensä käsi-ja nosturinippuihin jonka paino vaihtelee 500kg:n molemmin puolin.

Koneen muina teknisinä tietoina mainittakoon seuraavia:

Vetonopeus 15 –150 m/min

Katkaisupituus 3 – 6,2m

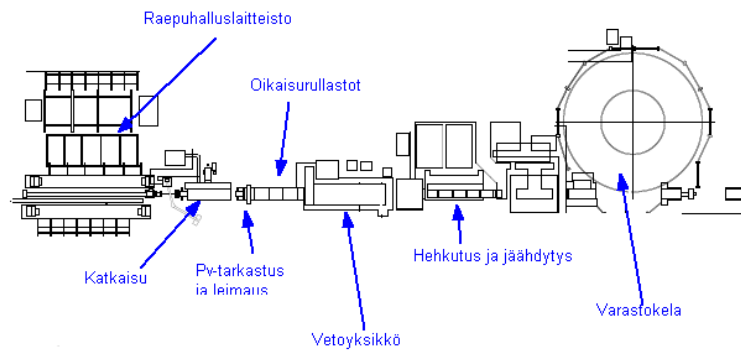
Maksimi vetovoima 5tn

Katkaisun pituustoleranssi +/- 5mm

Induktiouuneja 2kpl 6- 18mm ja 18 – 30mm.

Raepuhallus 30kpl/min

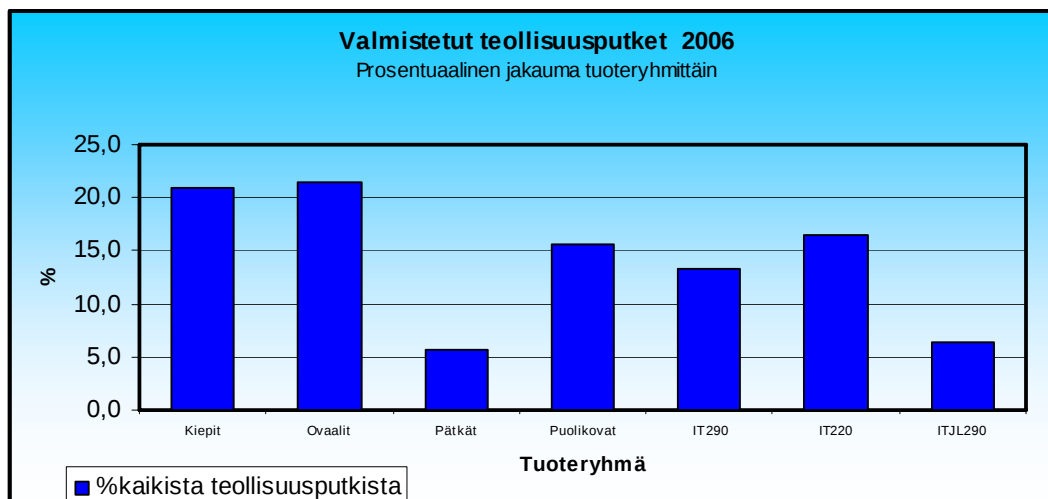
Koneella on olemassa työkalusarjat normaaleille vesijohtomitoille jotka ovat 10, 12, 15, 18, 22 sekä 28mm. Yksi työkalusarja sisältää rullia 48 kpl. Osa työkaluista on yhteiskäytössä puolikovalinja 1:n kanssa.



Kuvassa puolikovalinja

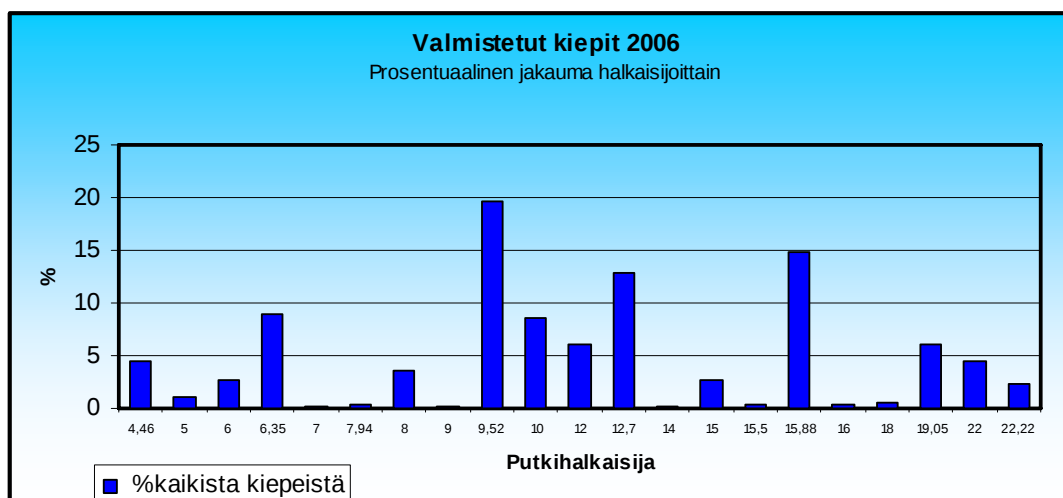
3. TEOLLISUUSPUTKILINJAN TUOTTEET

Teollisuusputkilinjalla valmistettavia tuotteita käytetään teollisuudessa moniin eri tarkoituksiin. Jotta tuotteista tulisi selvempi käsitys, jaoin tuotteet tehtaalla normaalisti käytettäviin tuoteryhmiin. Tämän jälkeen selvitin tuoteryhmien sisäisen jakauman putkihalkaisijoittain. Alla olevat taulukot on laadittu vuoden 2006 tuottejakauman mukaan ja niissä ei ole huomioitu ulkohalkaisijaltaan yli 30mm:n tuotteita vaikka ne teollisuuslinjan tuotteisiin kuuluvatkin. Yli 30mm halkaisijalta olevia tuotteita ei puolikovalinjalla pystytä valmistamaan joten niiden siirto ei olisi mahdollista.

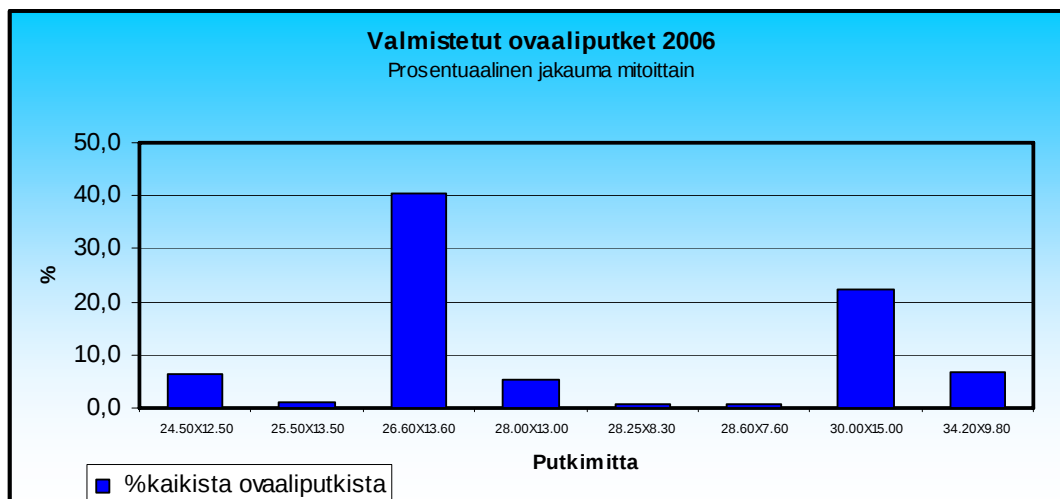


Taulukossa on kuvattuna teollisuusputkijalla valmistettujen alle 30mm halkaisijaltaan olevien tuotteiden jakauma prosentuaalisesti.

Tuoteryhmien prosentuaaliset jakaumat halkaisijoittain.



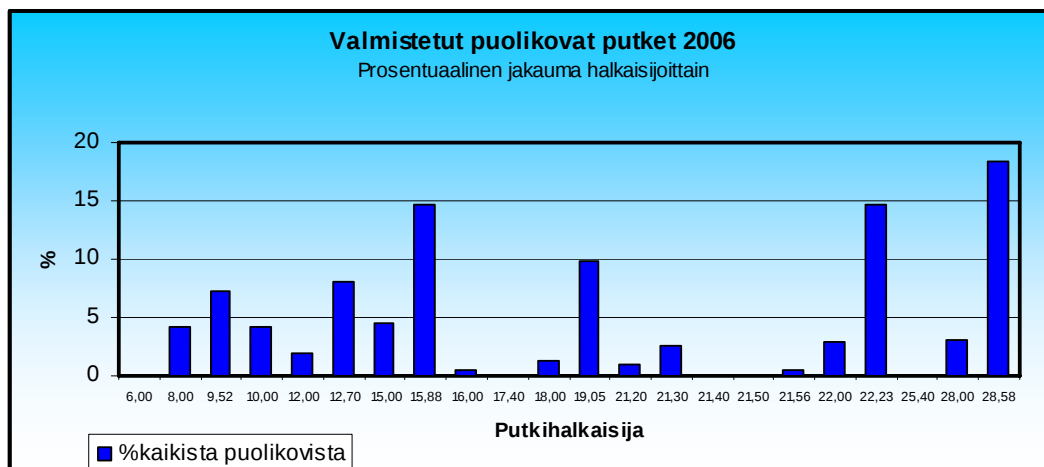
Kuvassa teollisuusputkijalla valmistettujen kieppien prosentuaalinen jakauma mitoittain. Kieppien osuus kaikista alle 30mm halkaisijaltaan olevista teollisuustuotteista oli **20,9%**. Kiepit valmistetaan kaikki hehkutetussa tilassa olevina.



Kuvassa teollisuusputkilynalla valmistettujen ovaaliputkien prosentuaalinen jakauma mitoittain. Ovaaliputkien osuus kaikista alle 30mm halkaisijaltaan olevista teollisuustuotteista oli 21,4%. Taulukossa putkimitta on ilmoitettu ovaalin loppumittana. Lähtömitta ovaaliputkille on noin 1.04 kertaa ovaaliputken kehän pituus. Ovaaliputket toimitetaan puolikovassa tilassa. Ovaaliputkia käytetään pääasiassa kaasulämmittimissä.



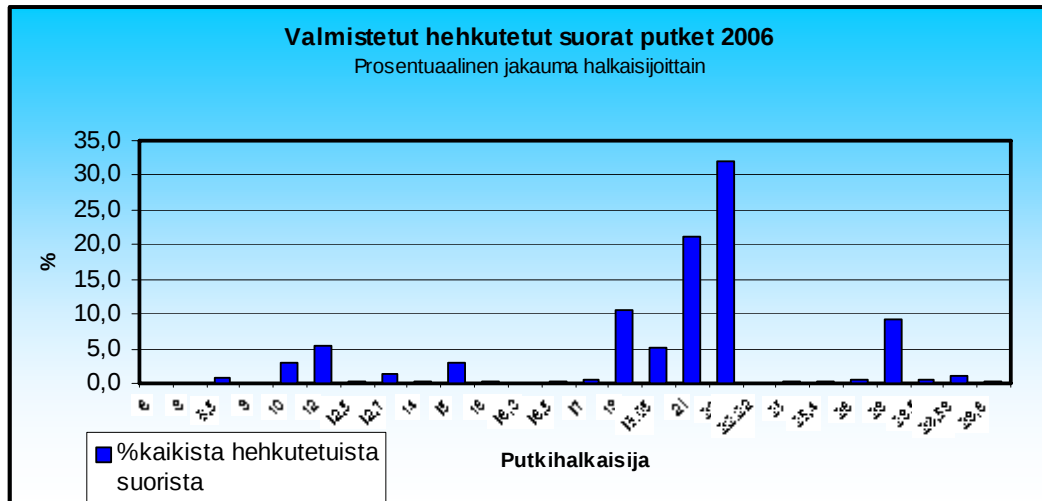
Kuvassa teollisuusputkilynalla valmistettujen pätkäputkien prosentuaalinen jakauma mitoittain. Pätkien osuus kaikista alle 30mm halkaisijaltaan olevista teollisuustuotteista oli 5,6%. Pätkäputkia käytetään pääasiassa hanojen viiksiputkina.



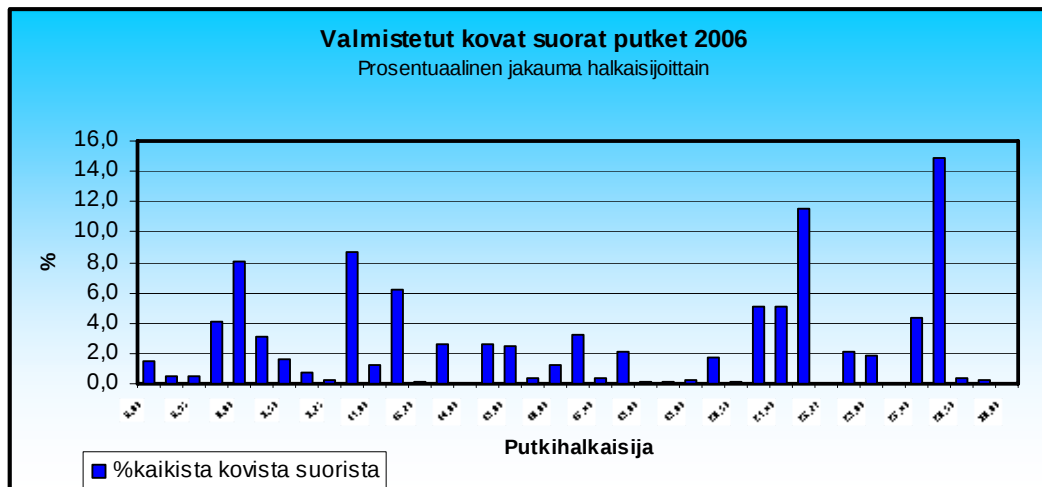
Kuvassa teollisuusputkilynalla valmistettujen oikaisemalla valmistettujen puolikovien putkien prosentuaalinen jakauma mitoittain. Puolikovien osuus kaikista alle 30mm halkaisijaltaan olevista teollisuustuotteista oli 15,7%



Kuvassa teollisuusputkilynalla valmistettujen kovien jäähdytyslaatuputkien prosentuaalinen jakauma mitoittain. Näiden putkien osuus kaikista alle 30mm halkaisijaltaan olevista teollisuustuotteista oli 6,4%



Kuvassa teollisuusputkilinjalla valmistettujen hehkutetussa tilassa toimitettujen suorien putkien prosentuaalinen jakauma mitoittain. Pätkien osuus kaikista alle 30mm halkaisijaltaan olevista teollisuustuotteista oli **16,6%**.



Kuvassa olevassa taulukossa on kuvattuna teollisuusputkilinjalla valmistettujen suorien kovien teollisuuskäyttöön menevien putkien prosentuaalinen jakauma mitoittain. Pätkien osuus kaikista alle 30mm halkaisijaltaan olevista teollisuustuotteista oli **13,4%**.

4. ALUSTAVA TUOTEVALINTA

Taulukoissa oli kuvattuna kaikki teollisuusputkilinjalta valmistetut halkaisijaltaan alle 30mm tuotteet jotka on valmistettu vuonna 2006.

Näistä tuotteista pitäisi valita parhaiten puolikovalinjalta sopivat tuotteet joilla voitaisiin korvata vapautunut konekapasiteetti. Siirrettävien tuotteiden pitäisi kuitenkin vapauttaa kapasiteettia teollisuusputkilinjan ”pullonkaulakoneilta”. Mahdollisesti siirrettäville tuotteille asetettiin seuraavat reunaehdot.

1. Ensisijaisesti siirrettävien tuotteiden pitäisi vapauttaa kapasiteettia teollisuusputkilinjan hehkutusuunilta ja hehkutettavista tuotteista ensisijaisesti kiepeiltä.
2. Tuotteiden valmistuskustannus ei saisi nousta nykyisestä.
3. Tuotteiden laatuaste pystyttävä takaamaan. Tuotevalinnassa on huomioitava myös koneen jo olemassa oleva työkaluvalikoima ja mahdolliset tuotesiirtojen aiheuttamat kustannukset.

Koska kapasiteettia piti vapauttaa ensisijaisesti teollisuusputkilinjan hehkutusuunilta ja ensisijaisesti kieppikapasiteettina jätin huomioimatta kaikki kovassa tilassa toimitettavat putket. Toisaalta kovien putkien valmistus puolikovalinjalta ei olisi järkevääkään vaikka se mahdollista olisikin. Monien kovien tuotteiden eräkoot ovat melko pieniä ja asetusajat ovat puolikovalinjalta melko pitkiä. Lisäksi kovien putkien ajossa ei päästäisi hyödyntämään puolikovalinjan ominaisuuksia.

Kun jätetään kovina toimitettavien putkien tuoteryhmät huomioimatta jää jäljelle seuraavat mahdolliset tuoteryhmät joilla voitaisiin korvata vapautunutta kapasiteettia.

Kieppiputket

Ovaaliputket

Oikaistavat puolikovat putket

Hehkutetut suorat putket

Opinnäytetyössäni keskityn kuitenkin ainoastaan kieppiputkiin joka on näistä tuoteryhmistä ylivoimaisesti haastavin. Oikaistavat puolikovat putket sopivat sinällään hyvin puolikovalinjan valmistukseen. Näiden putkien valmistaminen vaatii lähinnä työkaluhankintaa sekä työohjeiden tarkentamista. Myös jäysteenpoistoon tarvittavan laitteiston hankinta lienee järkevää koska tällä säästetään erillinen jäysteenpoiston työvaihe joka on pakollinen jäähdytyslaatuputkia ajatellen. Myös ovaaliputkien alkumitta pystytään hoitamaan melko helposti. Ovaaliputken alkumitta voidaan myös valmistaa puolikovassa tilassa jolloin sen kuljetus ovaalivalssaimelle ja käsittely on helpompaa. Hehkutettavia putkia ei todennäköisesti kannata valmistaa puolikovalinjalla. Putkien kuljetus ja pakkaus hehkutettuna on vaikeaa. Uunilla pakkaus sujuu automaattipakkauskoneella ja näin ollen käsittely hehkutuksen jälkeen jää vähäiseksi.

4. KIEPPIPUTKET

Kieppiputkien prosentuaalinen osuus oli 20,9% kaikista alle 30mm teollisuusputkista. Kieppejä valmistetaan pääasiassa teollisuuskäyttöön mutta jonkin verran myös LVI- puolen käyttöön. Kaikki kieppiputket valmistetaan hehkutetussa tilassa. Kieppien pituudet vaihtelevat välillä 5 – 50m. Standardipituudet ovat kuitenkin 15m, 25m ja 50m. Kieppien halkaisijat vaihtelevat välillä 350mm – 780mm päämittojen ollessa kuitenkin 580 ja 780mm. Kieppien kerrosmäärä vaihtelee yhdestä viiteen, kieppien pituudesta, kieppihalkaisijasta sekä putkihalkaisijasta riippuen. Jäähdytyslaitekäyttöön menevien kieppien päät suljetaan mekaanisesti litistämällä. Putket merkitään stanssi- tai värileimalla tai molemmilla.

Kieppiputkien seinämävahvuudet vaihtelevat välillä 0,6mm – 1,5mm joitain poikkeuksia lukuun ottamatta. Kiepit pakataan pahvilaatikoihin joko pussitettuina tai kieppien väliin laitetaan välipahvit.

Kiepit valmistetaan pääosin standardien EN1057 (vesijohdot) EN12735-1 (Jäähdytyslaiteputket) ja EN12449 (teollisuusputket) mukaan. Hehkutus tapahtuu rulla-arinauunissa. Ennen hehkutusta kieppien sisältä poistetaan happi uunin yhteydessä olevassa vakuunikammiossa. Hapen poistolla estetään kieppien sisäpintojen hapettuminen hehkutuksen aikana. Hehkutusosassa käytetään suojakaasuna vedyn ja typen seosta.

Standardi	Rm min. N/mm ²	Rp _{0,2} max. N/mm ²	Venymä min %
En 12735-1	220	-	40
EN 12449	200	110	40
EN 1057	220	-	40

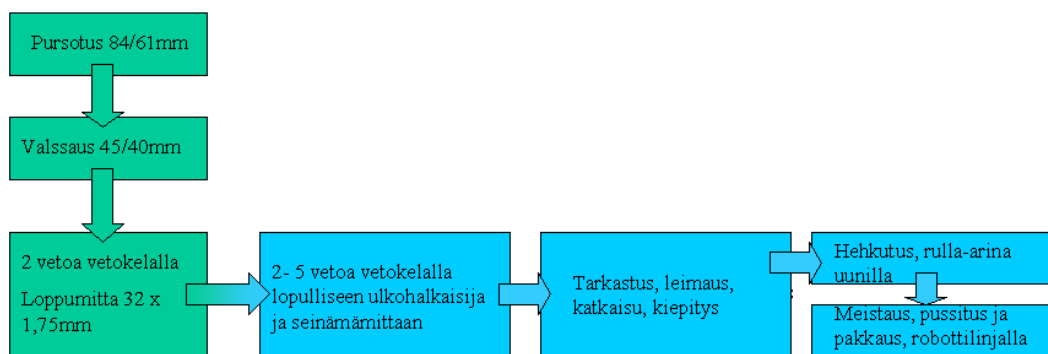
Standardien vaatimukset mekaanisille ominaisuuksille

EN 12735-1 Putket ilmastoinnin jäähdytykseen ja kylmälaitoksiin

EN 12449 Putket yleiseen käyttöön

EN 1057 Putket LVI-käyttöön

Kieppien valmistusreitti teollisuusputkien valmistuslinjalla on seuraavanlainen:



Kiepin meistattu pää



Valmis putkikieppi

5.1 Kiepin valmistus puolikovalinjalla

Jotta kieppien valmistus puolikovalinjalla olisi järkevää ja mahdollista, tarkoittaisi se kiepin hehkuttamista ennen kiepitystä. Lisäksi koneelle pitäisi hankkia kiepitystä varten laitteisto sekä ainakin osalle tuotteita työkalut. Mahdollisesti myös muutoksia koneen toimintaan joudutaan tekemään. Ensimmäisessä vaiheessa pitäisi kuitenkin selvittää miten kiepin tekeminen ylipäättään onnistuu pehmeänä ja miten kieppien mekaaniset ominaisuudet muuttuvat kiepityksen aikana. Lopputuotteen kannalta kieppien yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on putken taivuteltavuus joten sen pitää säilyä hyvänä. Vaikka ainoastaan standardin EN12449 vaatimuksissa mainitaan $R_{p0,2} \max. 110 \text{ N/mm}^2$ on myös muiden tuotteiden raja-arvo pysyttävä tämän arvon alapuolella. Muuten putken taivuteltavuus heikkenee oleellisesti.

Jotta tiedettäisiin miten pehmeä putki käyttäytyy kiepityksessä tehtiin koe asian selvittämiseksi.

5.2 Ensimmäinen testi

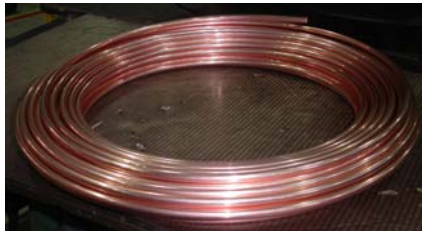
Koe suoritettiin seuraavasti:

300kg:n lähtökieppi hehkutettiin induktiohehkutuksena tuotelinja 2:n induktio-uunilla. Raekoko hehkutuksen jälkeen oli 0,020mm, mikä on melko hyvä hehkutetulle tuotteelle. Tuote ajettiin isolle kiepille tuotekoriin jossa se siirrettiin teollisuusputkilinjan kiepityskoneelle.

Kokeilussa käytetty putkimitta oli 9,52 x 0,50mm. Tämä on normaali kieppimitta, mutta seinämältään vaativampi kuin normaalit kieppituotteet. Tuote pyrittiin kiepittämään 50m:n pituisiksi kiepeiksi. Kieppihalkaisijoina oli tarkoitus testata molempia sisäisiä standardihalkaisijoita 580mm sekä 780mm.

Testin tulokset olivat seuraavanlaiset:

Itse kiepitys onnistui lähes ongelmitta, vaikka kieppimuodosta ei saatukaan säädettyä kunnollista pannaria vaan kieppi jäi enemmänkin vyyhtimäiseksi.



Kieppihalkaisija 780mm



Kiepityspää

Pehmeän putken purkaminen korista oli ongelmallista vaikka kieppi oli koriin ajettu melko hyvin. Hehkutettu putki on hyvin herkkää "hitsautumaan" toisiinsa kiinni ja tämä aiheutti ongelmia.



Pehmeä lähtökieppi tuotekorissa

Pyörrevirtatarkastus pehmeälle putkelle ei onnistunut vaan signaali/kohina – suhde oli aivan liian suuri järkevän tarkastuksen toteuttamiseksi.

Stanssileimaus näinkin ohutseinämäiseen putkeen onnistui melko hyvin. Putki säilytti muotonsa myös leiman kohdalta.



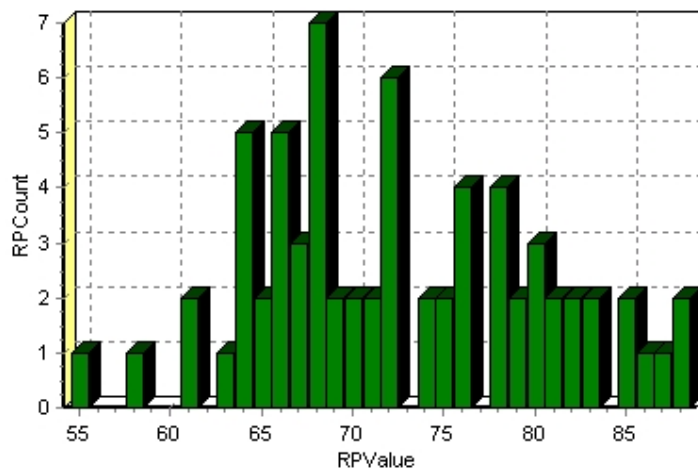
Stanssileima putken kyljessä.

Mekaaniset ominaisuudet kiepeillä olivat seuraavanlaiset:

	Kieppihalkaisija 580mm		Kieppihalkaisija 780mm	
	sisäkehä	ulkokehä	sisäkehä	ulkokehä
<u>Rm (N/mm²)</u>	265	263	264	263
<u>Rp 0,2(N/mm²)</u>	137	137	146	135
<u>Venymä %</u>	45	45	45	45

Kuten yllä olevista arvoista voidaan todeta kieppi lujittui melko paljon. Rp 0,2 raja oli välillä 135 – 145 N/mm² mikä on todennäköisesti liian korkea, vaikka osassa standardeista ei ylärajaa olekaan määritelty. Venymät pysyivät standardien asettamissa rajoissa.

Hehkutettu kupariputki lujittuu herkästi taivutettaessa tai oikaistessa putkea. Testissä kieppi ajettiin hehkutuksen jälkeen tuotekoriin isolle kiepille jolloin siinä tapahtui jo jonkinasteista lujittumista. Kiepityskoneella putki purettiin korista ja oikaistiin jolloin putki lujittui lisää. Putken kuljetus koneen läpi kiepityspäähän tapahtui oikaisurullien avulla. Myös tässä vaiheessa putki lujittui. Lopuksi putki kiepitetiin jossa tapahtui lisää lujittumista. Vetokoetta varten kiepistä otettu näyteputki vielä oikaistiin joten pieni lujittuminen tapahtui myös tässä vaiheessa.



Kuvassa teollisuusputkilinjalla valmistettujen, samaa mitta-aluetta olevien kieppien 0,2-rajat. Kuvasta voidaan todeta että 0,2 raja on hyvinkin alhainen ollen keskiarvoltaan välillä 65 – 75 N/mm²

Kuinka korkea 0,2-raja tuotteille voidaan sallia käsiteltävyyden kärsimättä vai parantaako 0,2-rajan nousu putken käsiteltävyyttä. Tässä asiassa putken loppukäyttäjä on asiantuntija. Standardi sallii nykyistä huomattavasti korkeamman lujittumisasteen, mutta loppukäyttäjän mielipide tässä asiassa on toki erittäin tärkeä.

Tämän asian selvittämiseksi päätettiin valmistaa muutamalle kotimaiselle vakioasiakkaalle pieni näyte-erä. Näyte-erän putkena käytettiin normaalia JL-putkimittaa 9,52 x 0,80mm. Kieppien pituus oli 15m. Putki valmistettiin samalla tavalla kuin edellä mainittu koe-erä. Putken mekaanisissa ominaisuuksissa päätettiin kuitenkin jonkin verran alemmas johtuen oikaisuyksikön rullaston paremmasta säädöstä.

Results:

Nr	Lot/Sample number	Rp 0.1 N/mm ²	Rp 0.2 N/mm ²	Rt 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	L0 mm	Elongation %	S0 mm ²
4	9,52 kieppi	114	125	135	258	26,0	45,2	21,29

Valmiista kiepistä mitatut tulokset

5.3 Asiakkaan kommentit

Putkea lähetettiin kuudelle kotimaiselle asiakkaalle ja heiltä kysyttiin mielipidettä putken mekaanisiin ominaisuuksiin verrattuna aikaisempiin toimituksiin.

Asiakkaiden mielipiteet jakaantuivat seuraavasti:

Paljon Huonompi kuin aikaisempi 1
 Jonkin verran huonompi kuin aikaisempi 1
 Ei poikkea aikaisemmasta 1
 Jonkin verran parempi 3
 Paljon parempi 0

Sanallisina kommentteina asiakkailta tuli seuraavia:

Putki todella kovaa verrattuna aikaisempiin

Laippojen teko helpompaa, putki jäykempää, toisissa paikoissa parempi toisissa huonompi

Laippojen teko onnistuu paremmin, putken suoristus parempi, huonompi taivuteltavuus

helpompi taivuttaa koska luistaa paremmin.

Kyselyn tulokset olivat melko rohkaisevia ja tulokset antoivat riittävän perusteen siirtyä seuraavaan vaiheeseen jatkamaan testejä puolikovalinjalle kieppien valmistusmahdollisuuksien selventämiseksi.

5.4 Puolikovalinjalla suoritettut testit

Kokeiluja puolikovalinjalla jatkettiin samalla 9,52 mitalla, mutta kuitenkin vahvemmalla seinämällä. Koeputken seinämän vahvuus oli 0,8mm. Puolikovalinjalta tehtävien testien tavoitteena oli selvittää mahdolliset eteen tulevat ongelma-kohtat kiepin valmistusta ajatellen. Testiä varten jouduttiin valmistamaan muutama alkupään rulla. Rullat valmistettiin kokeiluja varten ilman karkaisua ja hiontaa. Lisäksi koneen perään asennettiin eräs vanha käytöstä poistettu isoille putkille tarkoitettu kiepityslaitteisto. Laitteiston avulla pystyimme kuitenkin matkimaan kiepille taivutusta, mutta kieppimuotoa ei tällä laitteella pystytty säätämään. Koekiepittimellä päästiin vain nopeuteen 40m/min, mikä oli kuitenkin riittävä testiajoa ajatellen.

Kokeessa kiinnitettiin erityishuomio seuraaviin asioihin:

Putken lujittuminen prosessissa

Pehmeän putken katkaisu

Pehmeän putken kulkeminen koneen läpi kiepittimelle asti

Mahdolliset naarmuongelmat

Kokeen tulokset olivat seuraavanlaiset:

1. Sisäpuolen kaasutus.

Kaasuna käytettiin typpeä. Ongelmia ei kaasutuksessa esiintynyt. Kaasusuuttimia löytyy kaikille tarvittaville putkihalkaisijoille. Kaasutusaikana käytettiin 4-minuuttia mikä osoittautui riittäväksi tälle putkimitalle. Muita kieppimittoja ajatellen kaasutusajat pitää erikseen tarkastaa ja lisätä valmistusohjelmiin.

2. Putken syöttörullasto, pesuri ja varastokela.

Putkien syöttörullaston rullat pidettiin auki asennossa koska varastokela ei ollut käytössä. Syöttörullan toiminnassa ei kuitenkaan mitään erityistä pitäisi olla vaan ne toimivat samalla tavalla kuin normaalistikin puolikovala putkella. Jos varastokelaa käytetään joudutaan kiepinvalmistusta varten hankkimaan rullia.

Varastokela on rakennettu minimi 10mm putkihalkaisijalle. Pienillä putkilla varastokela ei toimi vaan rakenne on liian raskas sopivan säädön aikaansaamiseksi. Lisäksi varastokelan asetuksissa ja täytössä menee aikaa noin 1 tunti joten pienillä erillä on järkevämpää ohjata putki varastokelan ohi jolloin aikaa säästyy. Varastokelan ohittaminen tarkoittaa kuitenkin linjan pysäyttämistä aina tuotekorin vaihdon yhteydessä joten ajallisen ja saantiin vaikuttavien tekijöiden puntarointi lienee paikallaan.

3. Päänteko

Kieppien liittäminen toisiinsa. Pääntekokone toimii vielä 9,52 mitalla, mutta pienemmillä mitoilla ongelmia tulee esiintymään. Jos putkea ei ajeta varastokelan kautta, on järkevää miettiä uusi konsti putken lähtökieppiin liittämiseen toisiinsa. Jatkaminen pitäisi tapahtua melko vaivattomasti ja nopeasti koneajan tehokasta käyttöä ajatellen.

4. Hehkutus

Hehkutuksessa ei suurempia ongelmia esiintynyt. Ainoana ongelmana oli uunin sammuminen aina ajoa aloitettaessa. Syytä tähän ei löydetty.

5. Jäähdytys

Jäähdytys hehkutuksen jälkeen tapahtuu samalla tavalla kuin puolikovalakin putkella. Hehkutetussa valmiissa putkessa kuivan pinnan varmistaminen on tärkeää. Jäähdytysyksikössä on samanlainen kuminen pyyhkijärengas kuin pesurissa. Hehkutetun putken ja kumirenkaan välillä on suuri kitka. Tämä vaikeuttaa putken kulkua huomattavasti. Oikaisuyksiköiden rullastot eivät pysty tasaisesti kuljettamaan putkea eteenpäin vaan hihnan ja putken välillä tapahtuu luistamista. Luistamista ei saa tapahtua koska

koneen nopeustieto niin syöttöpäähän kuin leikkuriinkin otetaan päämootorilta jolloin putken luistaessa syöttökori ja leikkurin nopeus on väärä putken kulkunopeuteen verrattuna.

6. Vetoyksikkö

Vetorenkaan tilalle laitettiin isompi rengas toimimaan ohjaimena. Vetokelkkoihin vetoleukojen tilalle laitettiin isommat leuat ohjaamaan putkea. Vetokelkkojen annettiin käydä tyhjänä. Putken eteenpäin kuljettaminen tapahtui ainoataan oikaisurullastojen avulla. Kiepinajossa lienee syytä muuttaa koneen rakennetta niin, että vetokelkat voidaan kytkeä pois päältä koska niitä ei kiepinajossa tarvita.

7. Pystyoikaisu

Pystyoikaisuyksikössä putki lujittui melko paljon. Rullia ei voinut avata kovinkaan paljon koska silloin putki alkoi luistaa. Tämä on ongelma johon täytyy löytää jonkinlainen ratkaisu. Oikaisurullia joudutaan hankkimaan kieppimitoille, jos oikaisuyksiköitä käytetään normaalilla tavalla.

8. Pyörrevirtatarkastus

Pyörrevirtatarkastus onnistui normaalilla kalibroinnilla. Koneella on putken ohjaus ja keskittäminen pyörrevirtakelaan toteutettu eri tavalla kuin aikaisemmassa testissä käytetyllä koneella. Pyörrevirtatarkastuksessa ei näin ollen ongelmia pitäisi esiintyä.

9. Värileimaus

Värileimaus onnistui ja leima tarttui hehkutettuun pintaa erittäin hyvin.

10. Vaakaoikaisu

Vaakaoikaisussa esiintyivät samat ongelmat kuin pystyoikaisuyksikössäkin.

11. Stanssileimaus

Stanssileimaus onnistui hyvin. Leimarullan säätö pitää kuitenkin olla melko kevyt jotta putkea ei paineta soikeaksi leiman kohdalta.

12. Putken katkaisu

Putken katkaisu tehtiin lentävällä sahalla. Katkaisu sujui ongelmitta. Katkaisupituuden säätöä varten koneelle pitää kuitenkin tehdä ohjelmamuutos. Nyt katkaisupituus on rajoitettu kuuteen metriin ja suoritettun testin aikana tämä rajoitus jouduttiin ohjelmallisesti ohittamaan.

13. Kulkeminen kourussa

Vaikka putki oli hehkutettua, niin se kulki yllättävän hyvin kourussa. Hehkutettu putki pysyi myös hyvin suorana.

Muuta:

Putki naarmuuntuu herkästi joten ohjaimien ja ohjainputkien lisääminen ja niiden materiaalivalintaa lienee syytä tarkastella lähemmin.

Putken alkupään jumittaminen aiheutti yllättävän ongelman. Jos ennen uunia tapahtuu putken jumittumista niin hehkutusosassa olevassa putkessa tapahtuu helposti venymistä jolloin ulkohalkaisija pienenee. Ulkohalkaisijan pieneneminen on kuitenkin melko pientä joten sitä ei silmin pysty havaitsemaan. Putki oli kuitenkin paikoin ulkohalkaisijatoleranssien ulkopuolella joten tuote ei näiltä osin täyttänyt vaatimuksia. Tähän ongelmaan pitää löytää ratkaisu ja putken laatu pitää pystyä varmistamaan.

Kiepin siirtoa ajatellen olisi suuri etu jos kieppien päät pystyttäisiin sulkemaan automaattisesti. Tällöin putki voitaisiin ohjata suoraan kiepityksen jälkeen pakkauslinjalle. Linjan nopeus pitää olla riittävä ja asetusajat lyhyitä jotta tuotteen valmistaminen olisi kannattavaa vaikka se teknisesti mahdollista olisikin. Putken lujittumisen selvittämiseksi otettiin testipalat putkista prosessin eri vaiheista.

Alla mitatut tulokset. Liite 1.

1. Jäähdytysosan jälkeen	46 N/mm ²
2. Vetorenkkaan jälkeen	56 N/mm ²
3. Pystyoikaisun jälkeen	87 N/mm ²
4. Vaaka-oikaisun jälkeen	124 N/mm ²
5. Leikkurin jälkeen	128 N/mm ²
6. Kiepistä	132 N/mm ²

Yllä olevista tuloksista voidaan todeta, että putki lujittuu melko voimakkaasti oikaisuyksiköissä. Pelkästään oikaisuyksiköissä tapahtuva R_p 0,2 rajan nousu on 68 N/mm².

Oikaisuyksiköissä tapahtuva lujittuminen pitää saada huomattavasti alemmalle tasolle.

6. ONGELMAKOHDAT PUOLIKOVALINJALLA

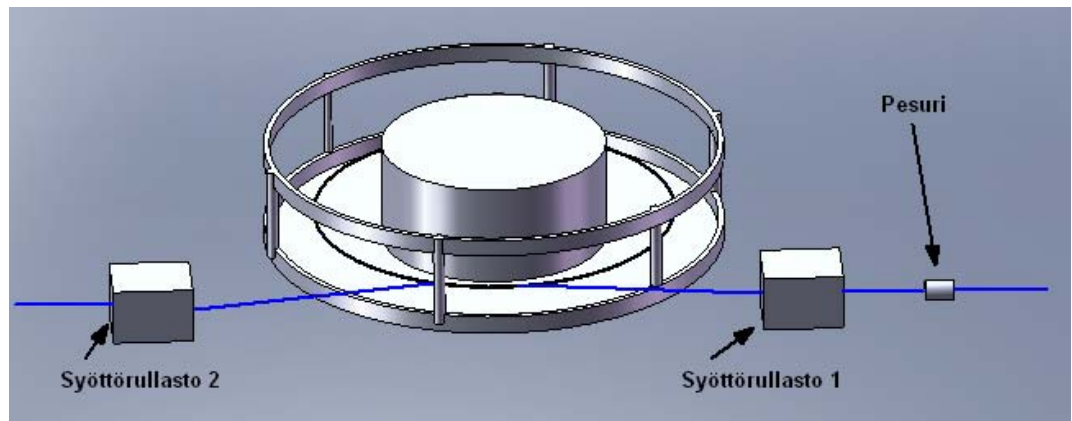
Alla on listattu testiajon aikana havaitut ongelmat kiepin valmistuksessa puolikovalinjalalla.

1. Pesurin jumittaminen
2. Päänteko pienillä putkilla
3. Hehkutusuunin sammuminen
4. Putken pinnan kuivaus
5. Vetoysikön poiskytkentä
6. Putken lujittuminen ja luistaminen oikaisuyksiköissä.
7. Muutos katkaisupituuteen
8. Naarmuuntuminen
9. Putken venyminen
10. Päiden suljenta
11. Linjanopeus
12. Asetusajat

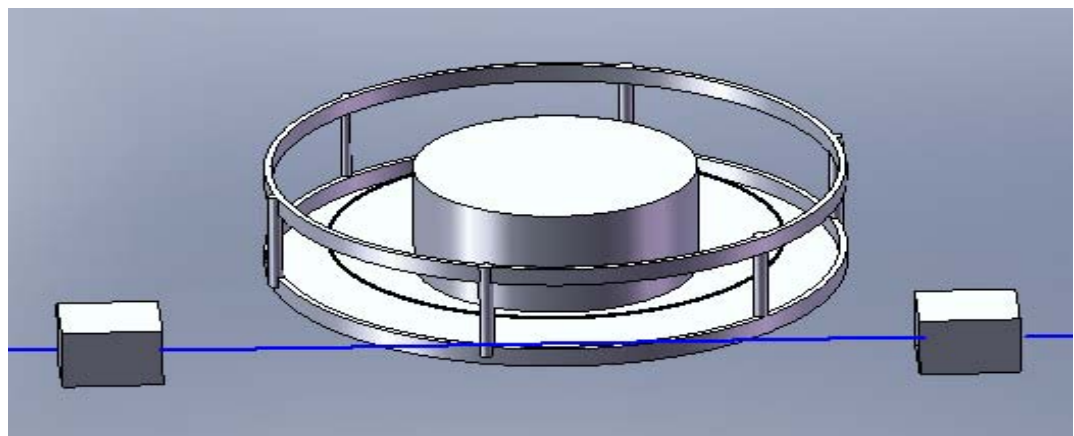
Jotta kieppien valmistuksen siirtoa voidaan ajatella tehtäväksi pitää yllä oleviin ongelmiin löytää ensin jonkinlainen ratkaisu. Testien ja kokeiden kautta olen löytänyt seuraavat ratkaisut joilla nämä ongelmat voitaisiin välttää tai ainakin pienentää.

1. Pesurin kitka

Putken ulkopinnan pesuri ei ole välttämätön kun putkea ei ajeta varastokelalle. Ongelma tulee eteen vasta kun käytetään varastokelaa. Jos putken pinta on liian rasvainen varastokelaa täyttävissä rullissa tapahtuu luistoa ja varastokelan täyttö ei onnistu. Jos varastokelaa ei käytetä niin pesuri voidaan siirtää sivuun. Muutoin ilman pesuria ajaminen ei aiheuta ongelmia. Toisaalta jos varastokela taas on käytössä, pesurin aiheuttama jumittaminen ei aiheuta ongelmia koska pesuri on asennettuna ennen varastokelaa syöttävää rullastoa.



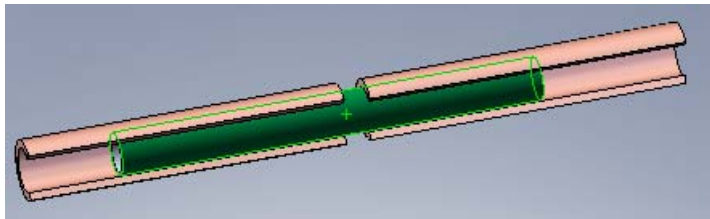
Putki ajetaan varastokelan kautta



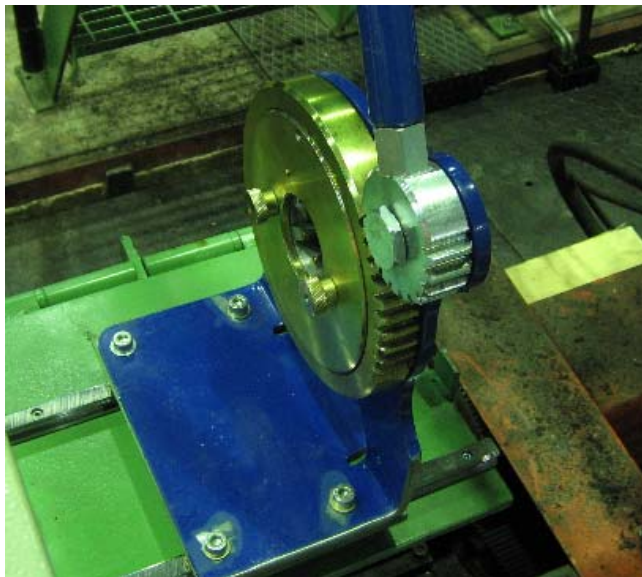
Putki ajetaan varastokelan ohi jolloin pesuria ei käytetä

2. Päänteko pienillä putkillla

Pienien putkien päänteko sujuu parhaiten niin sanotulla jarruputkien supistajalla. tämän käyttö pienillä putkilla on myös turvallisempaa. Pienillä putkilla (alle 10mm) tällä tavalla tehtävä liitos on riittävä kestävä. 6mm ja 6,35mm putkilla päätä ei saa puristettua tarpeeksi pieneksi jolloin voidaan käyttää sisäputkea.



Sisäputken käyttö liitoksessa.



Käsikäyttöinen puristin

3. Hehkutusuunin sammuminen aloituksessa

Hehkutusuunin sammuminen aloituksissa johtui uunien lämpövahdin laukeamisesta. Jäähdytysvettä ohjaava termostaattiventtiili avautui liian hitaasti jolloin lämpövahti joka oli asetettu melko alhaiseen lämpötilaan, laukaisi uunin tehot pois päältä. Myöhemmin selvisi että tämä ongelma oli esiintynyt aikaisemmin myös vesijohtoputkia ajettaessa.

4. Putken pinnan kuivaus

Putken pinnan pysyminen täysin kuivana, jäähdytyskammiossa suoritettavan vesijäähdytyksen jälkeen on tärkeää. Putken mukana tuleva kosteus aiheuttaa korrosioaurioita koneen ohjaimiin ja rullastoihin. Lisäksi putken pintaan kuivuvat kosteusjäljet ovat visuaalinen haitta. Myös oikaisurullastoissa tapahtuva putken luistaminen oli voimakkaampaa.

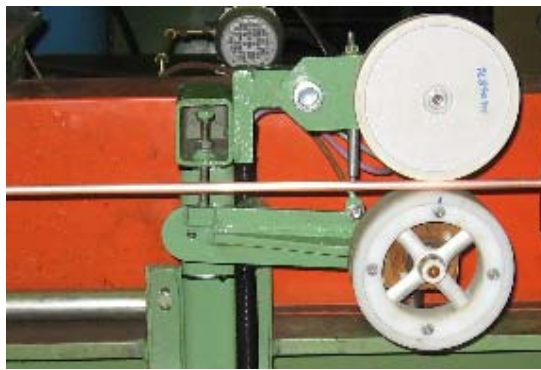
Putken kuivauksessa nykyisin käytettävät kartiokumit jumittavat aivan liiaksi putken kulkua. Kuivaus toimii hyvin suoria vesijohtotuotteita ajettaessa kun putken veto suoritetaan vetokelkkojen avulla. Kieppiä ajettaessa parhaaseen tulokseen päästiin käyttämällä ns. lankakuivaimia jotka toimivat paineilmalla. Näitä voidaan käyttää tarvittaessa myös useampia peräkkäin. Tällaista kuivainta on mahdollista käyttää myös jäähdytyskammion sisäpuolella jolloin paineilman sijasta voidaan käyttää typpipuhallusta.



Lankakuivain

5. Vetoyksikön poiskytkentä.

Koska kiepin valmistuksessa ei suoriteta vetoa, niin vetoyksikön käyttö on turhaa. Yksikkö on syytä kytkeä pois käytöstä. Linjan nopeustieto otetaan kuitenkin vetoyksikön päämootorilla sijaitsevasta pulssianturista joten pelkkä päältä poiskytkeminen ei riitä. Parhaimmaksi vaihtoehdoksi linjan nopeuden mittaukseen päädyttiin pulssipyörämittaukseen putken pinnasta. Tästä on etua myös mahdollisissa putken luistotapauksissa. Putken todellista kulkunopeutta seuraamalla myös leikkurin kulkunopeus säilyisi putken kulkunopeuteen nähden aina oikeana.



Nopeuden mittaus

6. Putken lujittuminen oikaisuyksikössä ja luistaminen.

Kuten jo aikaisemmin todettiin putken lujittuminen oikaisuyksiköissä oli voimakasta. Toisaalta jos oikaisuyksiköiden rullastoja avattiin liikaa alkoi putki heti luistamaan. Luistamista tapahtui vaikka kaikki putken kulkua hidastavat tekijät, kuten pesuri sekä jäähdytysosan pyyhkijäkumit oli jo poistettu. Ongelman poistamiseksi yhtenä vaihtoehtona testattiin kumipintaisia rullia. Koska oikaisuyksikön rullat ovat lomittain, ei näillä päästy vielä toivottuihin tuloksiin. Seuraavana vaihtoehtona esiin nousi kumihihnojen käyttö. Oikaisurullien tilalle laitettiin suorahammaspyörät ja hihnoina käytettiin aluksi tasapintaisia hammashihnoja. Kokeiden edistyessä päädyttiin kuitenkin kumipintaisten urahihnojen käyttöön. Liite 2 ja liite 3. Rullat kiinnitettiin akselille samalla tavalla kuin oikaisussa käytettävät rullatkin. Koska hammashihnan kosketus hammaspyöriin piti saada juuri oikeanlaiseksi jouduttiin

osa hammaspyöristä liukulaakeroimaan. Rullasarjan kolmesta rullasta vain yksi jätettiin vetäviksi ja kaksi muuta liukulaakeroitiin, vaikka kaikki akselit vetäviä ovatkin. Todennäköisesti hihnoinhin joudutaan rakentamaan vielä ki-ristyspyörät.



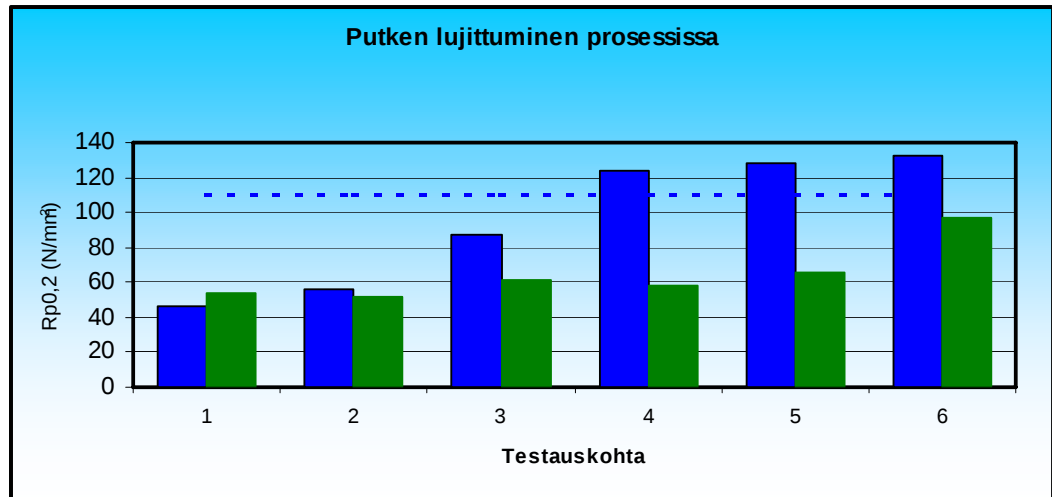
Kuvassa pystyoikaisyksikköön asennetut hammashihnat

Hihnat vetivät hyvin ja putken lujittuminen oikaisuyksiköissä saatiin melko alhaiseksi. Katso alla oleva kuva.

Näytteet on otettu samoista paikoista kuin aikaisemmassa testissä. Vertailuarvoina taulukkoon lisättiin myös aikaisemman testin tulokset. Liite 7.

Näytteenottokohdat olivat:

1. Jäähdytysosan jälkeen
2. Vetorenkkaan jälkeen
3. Pystyoikaisun jälkeen
4. Vaaka-oikaisun jälkeen
5. Leikkurin jälkeen
6. Kiepistä



Kuvassa siniset pylväät kuvaavat lujittumista normaalirullastolla ja vihreät pylväät lujittumista kun rullien sijasta on käytetty kumihihnoja. Sininen katkoviiva on maksimiraja jonka teollisuusputkistandardi 12449 sallii. Kuvasta voidaan todeta, että lujittuminen oli hihnoja käytettäessä huomattavasti pienempää ja saavutetut tulokset ovat jo hyväksyttävissä rajoissa.

7. Muutos katkaisupituuteen

Putken katkaisupituus oli rajoitettu ohjelmallisesti 6,2m:iin. Muutos pitempiin pituuksiin toteutettiin ohjelmallisesti. Järkevää lienee myös putken romupituuden määrittely tarkemmin mahdollisen kiepittimen hankinnan jälkeen. Minimiromupituus kiepillä tulee olemaan noin 15m joka on matka leikkurilta kiepittimelle. Putkea ei voida katkaista ennen kuin putken pää on kiepittimen vetävillä rullilla.

8. Naarmuuntuminen

Hehkutettu putki on huomattavasti herkempää naarmuille kuin puolikova tai kova putki. Ohjurien pitää olla hyvässä kunnossa. Huonopintaisiin ohjureihin tarttuu helposti kuparia joka alkaa naarmuttamaan putken pintaa. Osa ohjuureista vaihdettiin muovisiin ohjureihin. Pehmeällä putkella ohjurien reiät pitää olla väljempiä kuin puolikovaa tai kovaa putkea ajettaessa.

9. Putken venyminen

Putki venyy helposti hehkutusosassa jos alkupäässä tapahtuu jumittumista tai putki ei tule syöttökorista juuri oikealla nopeudella. Venymistä on vaikea havaita. Venyminen aiheuttaa putken ulkohalkaisijaan mittavaihtelua ja on tärkeää että venyminen huomataan heti ja virheellinen tuote saadaan romutettua. Ulkohalkaisijan mittausta pitää toteuttaa jatkuvana mittauksena. Ulkohalkaisijan jatkuvaan mittaukseen laser-mittalaite on hyvä vaihtoehto. Yhdestä kohdasta mittausta ei kuitenkaan riitä vaan mittapäitä pitää olla useampi tai toisena vaihtoehtona voitaisiin käyttää pyörivää mittapäätä joka laskee kierroksen aikana saaduista mittaustuloksista putken keskiarvohalkaisijan.

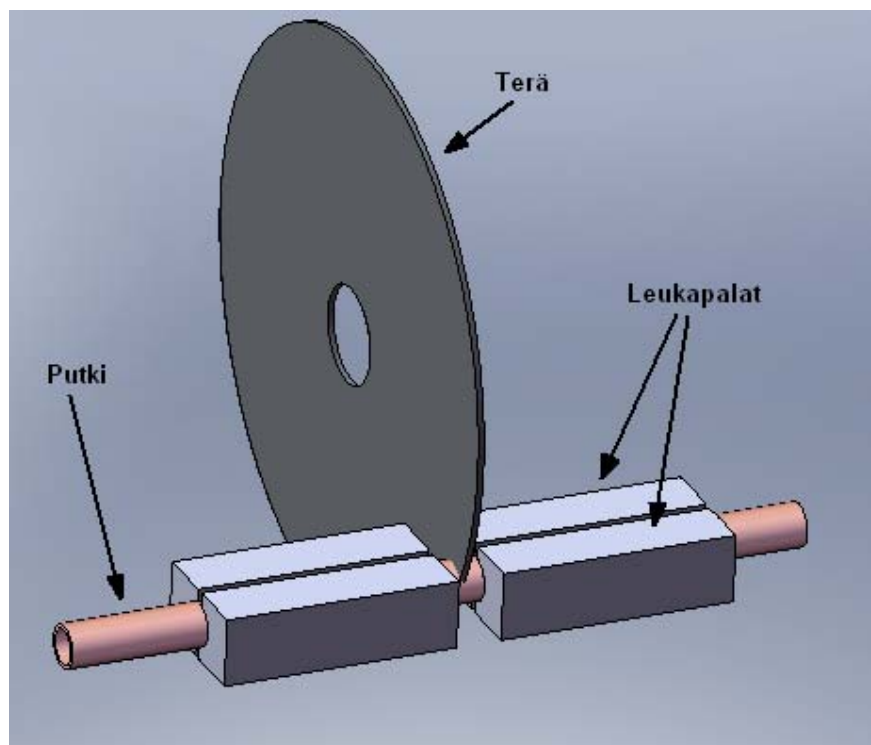
Mittaus päätettiin toteuttaa pyörivällä laseranturilla. Anturin pyörittäminen toteutettiin sylinterillä joka kääntää anturipäätä 270 astetta ja vaihtaa pyörimissuuntaa. Laser ottaa 1024 mittausta 2,5:n sekunnin aikana ja laskee mittaustulosten perusteella putken keskiarvohalkaisijaa. Laitteelle voidaan asettaa hälytysrajat. Laitteeseen yhdistettiin vielä hälytysvalo joka syttyy kun sallittu ala- tai yläraja ylitetään.



Kuvissa ulkohalkaisijan mittausta varten toteutettu lasermittaus.

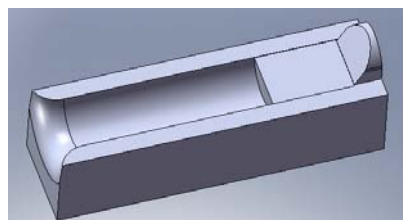
10. Putken päiden suljenta.

Putken päiden sulkeminen toteutetaan teollisuusputkilinjalla mekaanisesti li-
tistämällä putken pää. Tämä suoritetaan käsityönä ja tavoitteena olisi että,
puolikovalinjalla pään sulkeminen voitaisiin toteuttaa automaattisesti. Sulke-
minen pitää toteuttaa putken liikkuesssa. Parhaimmaksi vaihtoehdoksi nousi
suljennan toteuttaminen putken katkaisun yhteyteen. Katkaisu suoritetaan len-
tävällä sahalla jossa putkea pidetään kiinni terän molemmilla puolilla olevien
avautuvien leukojen avulla. Leukojen avaaminen ja suljenta tapahtuu hyd-
raulisylintereillä.



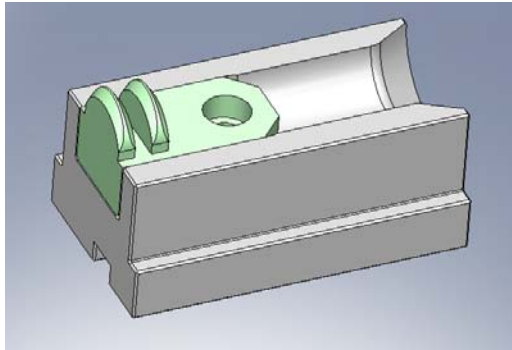
Kuvassa putken katkaisu

Sylinterit vaihdettiin pitempi-iskuisiin joilla saatiin leukojen aukeama riittä-
vän suureksi. Leukapaloja muutettiin seuraavanlaisiksi.



Kuvassa leukapala

Lopullinen leukamuoto löytyi kuitenkin vasta monien testien ja kokeilujen kautta. Alla kuva lopullisesta leukamuodosta sekä tällä leukamuodolla saavutettu litistetty pää joka jää kaarevaksi ja auttaa näin putken ohjautumista kiepittimien rulliin.



Kuvassa lopullinen leukamuoto



Kuvassa putken suljettu pää.

7. UUSI LAYOUT

Opinnäytetyötä tehdessäni edettiin tarvittavissa hankinnoissa melko nopeasti. Heti kun näytti olevan mahdollista valmistaa kieppiä puolikovalinjalla tehtiin investointiesitys uuden kiepittimen hankintaa varten. Samoin päätettiin investoida robottipakkauslinjan siirtämiseksi kiepinvalmistuslinjan jatkoksi. Robottilinja ei voitu kuitenkaan siirtää muuttamatta kokoonpanoa. Lisäksi jouduttiin hankki-
maan lisää akkumuloivia kieppiratoja. Liite 4.

8. UUSI KIEPITIN

Kiepitin asennettiin keväällä 2007.

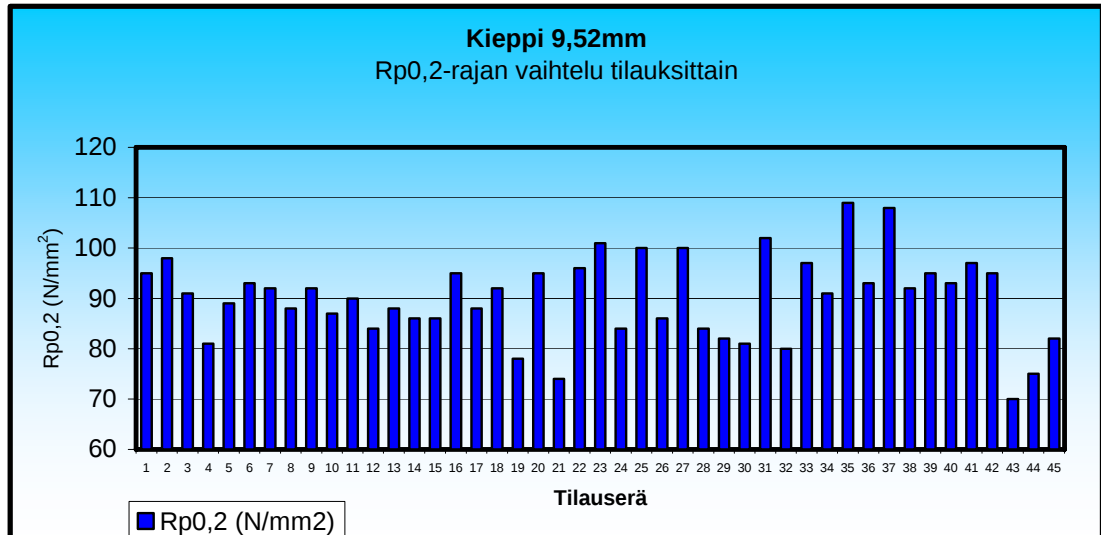


Kiepitin asennettuna puolikovalinjan perään.

Kiepittimen valmistaja oli eri kuin puolikovalinjan valmistaja joten muutoksia koneiden yhteensopivuuden vuoksi jouduttiin tekemään.

Kuitenkin pian kiepittimen asennuksen jälkeen päästiin tekemään lopullisia koe-ajoja ja testaamaan ajoa myös eri putkimitoilla ja eri kieppihalkaisijoilla. Kiepittimen sisäänvetorullat muutettiin kumipintaisiksi paremman kitkan saavuttamiseksi pienemmällä voimalla. Teräsrullat aiheuttivat helposti kiepin loppukiihdytysvaiheessa luistamista. Loppukiihdytysnopeus kiepittimelle asetettiin 50%:iin jolloin katkaisun jälkeen kiepittimen vauhti kiihdytettiin 50% linjanopeutta suuremmaksi. Loppukiihdytysnopeus pitää olla riittävä jotta edellinen kieppi ehtii kiepittimeltä pois ennen uuden kiepin alkua.

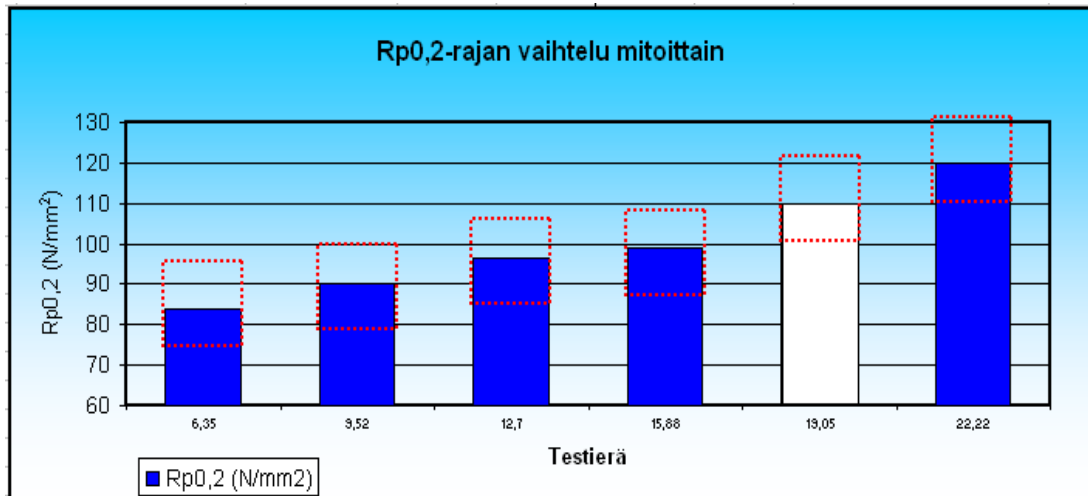
Asiakastilauksille ajettiin 9,52 x 0,80 mittaa useita tilauksia. Tuote pakattiin vielä tässä vaiheessa käsipakkauksena.



Kuvassa putken lujittuminen ja vaihtelu eri tilauserien välillä.

Hajontaa tuloksissa esiintyi melko paljon. Hajonta johtuu todennäköisesti näytteen käsittelystä, näytteen ottopaikasta kiepillä sekä uuden valmistustavan opiskelusta..

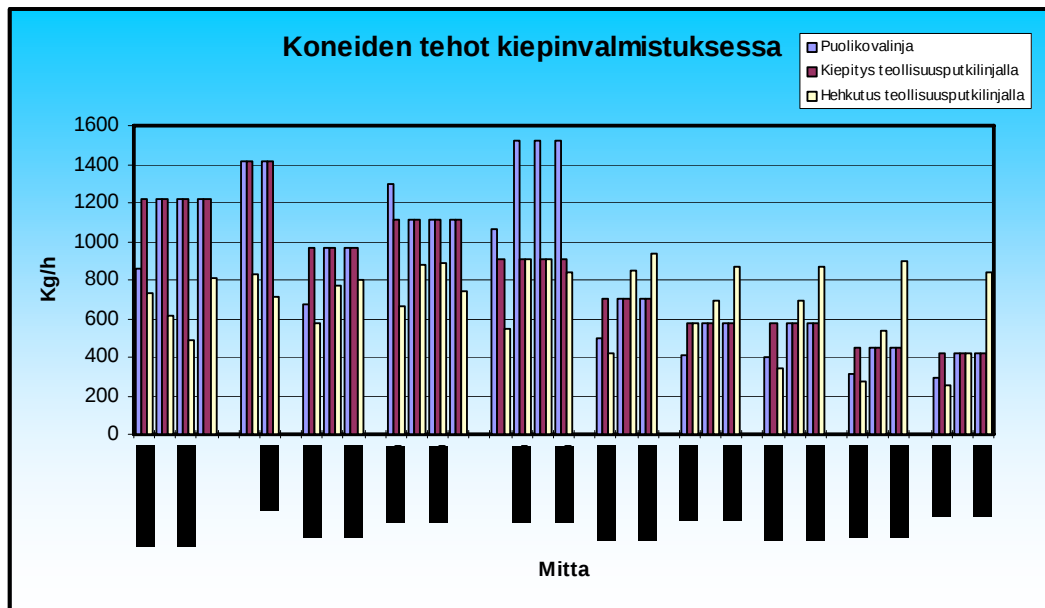
Ajettaessa isompia putkimittoja todettiin lujuusarvojen nousevan kiepityksessä melko voimakkaasti putken ulkohalkaisijan kasvaessa. Putken taipuessa kiepityspäässä putken ulkoreunalla tapahtuu venymistä ja sisäkehällä puristumista. Venyminen ja puristuminen on tietysti sitä voimakkaampaa mitä kauempana putken seinämä sijaitsee putken neutraaliakselista. Esimerkkinä 12,70 putkesta tehty vetosauvat. Toinen vetosauva otettiin mahdollisimman tarkkaan neutraaliakselilta ja toinen ulkokehältä. Sauvoista saadut vetotulokset olivat seuraavanlaiset: Neutraaliakselilta $Rp0,2$ oli 80 N/mm^2 ja ulkokehältä 107 N/mm^2 . Liite 5.



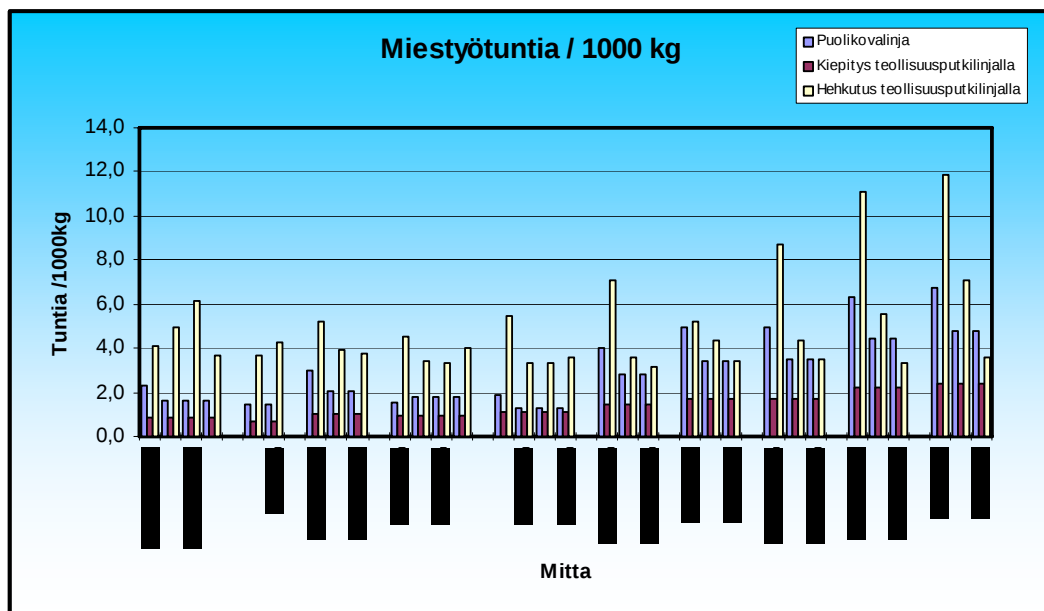
Kuvassa 0,2 rajan vaihtelu eri putkimitoilla.

Kuvasta voidaan todeta 0,2 rajan nousu halkaisijan kasvaessa. Mitalla 19,05mm testiä ei päästy tekemään joten pylväs on oletusarvo. Katkoviivalla tehty ruutu osoittaa normaalin vaihteluvälin tuloksissa.

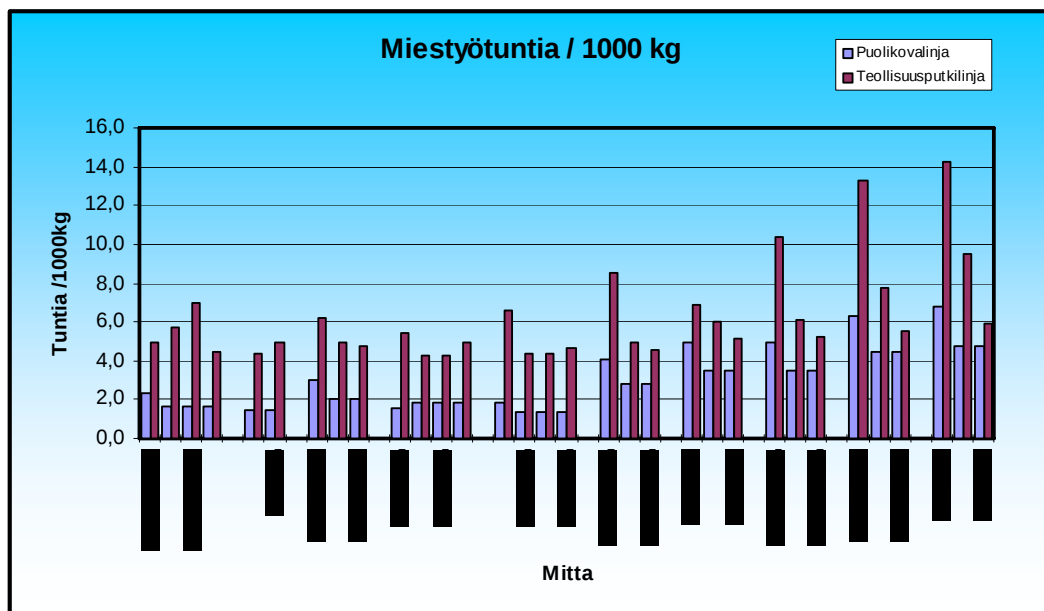
9. KONETEHOT JA VALMISTUSKUSTANNUKSET



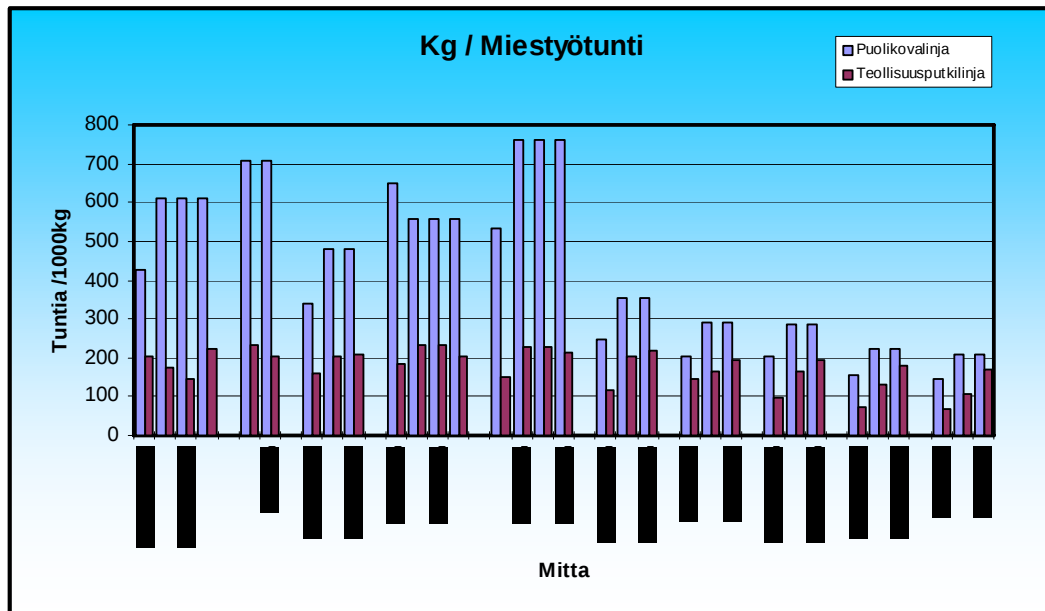
Kuvassa konetehot puolikovalinjalla sekä teollisuusputkilinjan kiepityskoneella sekä hehkutusuunilla erikseen. Liite 6.



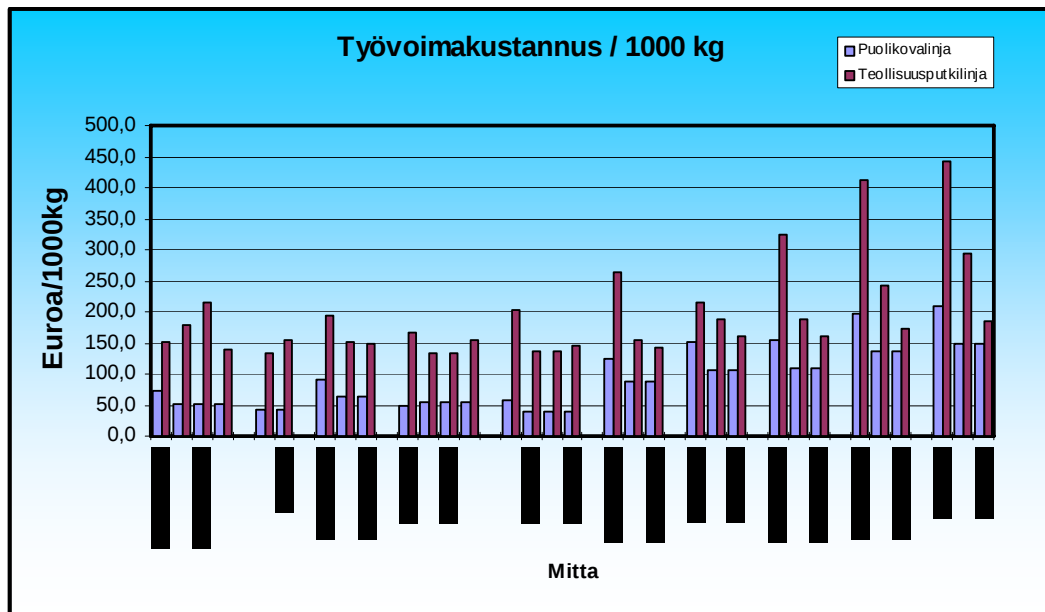
Kuvassa tarvittava työtuntimäärän tarve 1000kg valmistuserää kohti. Teollisuusputkilinjan koneet on jaettu kiepitykseen ja hehkutukseen.



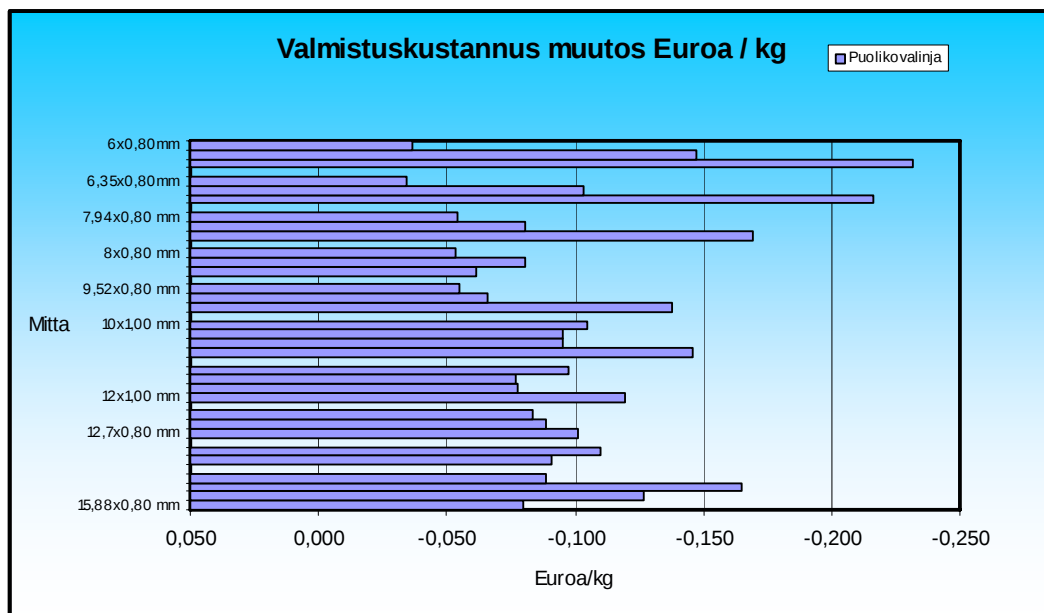
Kuvassa on vertailtu puolikovalinjalla ja teollisuusputkilinjalla tarvittavaa miestyötuntimäärää 1000kg:n valmistuserää kohti. Kuvassa on teollisuusputkilinjan koneet erikseen.



Kuvassa puolikoalinjalla ja teollisuusputkilinjalla tarvittavaa miestyötuntimäärää 1000kg:n valmistuserää kohti.



Kuvassa työvoiman tarve on muutettu työvoimakustannukseksi 1000kg:n valmistuserää kohti. Kuvasta voidaan todeta, että puolikoalinjalla työvoimakustannusten kautta laskettu valmistuskustannus on kaikilla putkihalkaisijoilla alempi kuin samojen kieppien valmistaminen teollisuusputkilinjalla.



Kuvassa kustannusvaikutus tuotettua kuparikiloa kohden. Laskennassa on huomioitu vain työvoimakustannus.

10.YHTEENVETO

Opinnäytetyöni ajoittuu melko pitkälle ajanjaksolle. Materiaalia opinnäytetyötäni varten aloin keräämään jo vuoden 2006 loppupuolella jolloin piti nopealla aikataululla selvittää alustavasti, onko pehmeän putken kiepittäminen ylipäättänsäkään mahdollista. Ensimmäiset testit tehtiin olemassa olevalla kiepityslaitteistolla jolla ei kuitenkaan pystytty täysin simuloimaan mahdollista kiepinvalmistusta puolikovalinjalla. Tässä vaiheessa valmistettiin myös muutama näyte asiakkaiden kommentoitaviksi. Silti monia asioita jäi vielä tässä vaiheessa avoimeksi. Saadut tulokset asiakkaiden kommentteineen olivat kuitenkin siinä määrin positiivisia, että uuteen puolikovalinjalle asennettavaan kiepittimeen päätettiin investoida. Samalla päätettiin investoida myös robottipakkauslinjan muutokseen ja siirtoon puolikovalinjan jatkoksi.

Investointipäätöksen jälkeen aloitin tarkemman selvitystyön puolikovalinjalla tarvittavista muutoksista kiepin valmistusta ajatellen. Muutoksia toteutettiin siinä määrin kuin se oli järkevää ja mahdollista ennen varsinaisen kiepityslaitteiston asennusta. Asennuksen jälkeen pääsin testaamaan pehmeän putken ajoa eri mitoilla sekä eri nopeuksilla ja ajoparametreilla.

Kun kaikki ajoon liittyvät ongelmat oli ratkaistu ja saatiin hyväksyttävää kieppiä aikaiseksi oli robottilinjan siirto vuorossa. Robottilinjan siirto kesti noin 3-viikkoa jonka jälkeen linjalle tehtiin käyttöönottotarkastus ja aloitettiin tuotantoajo.

Kieppien valmistus puolikovalinjalla onnistuu mittaan 15,88mm saakka. Mitat 15mm ja 15,88 mm pitää kuitenkin valmistaa suuremmassa halkaisijassa (800mm) kieppinä jolloin 0,2-raja jää vielä riittävän alhaiseksi.

Mitta-alueeksi muodostuu näin ollen 6mm – 15,88mm. Tämä tarkoittaa noin 76% kaikista vuonna 2006 teollisuusputkilinjalla valmistetuista kiepeistä. Loput kiepeistä eivät puolikovalinjan valmistukseen sovellu johtuen liiallisesta lujittumisesta tai liian lyhyestä kieppipituudesta. Minimi kieppipituus on 15m joka on matka leikkurilta kiepittimelle. Myös alle 6mm putkihalkaisijoita ei voida puolikovalinjalla valmistaa. Alle 6mm putket ovat liian herkkää vääntymään.

Vetäviin kumihihnoihin on vielä hyvä rakentaa kiristyspyörät. Tämä auttaa lisäkitkan saamisessa vetoon.

Konetehoissa pitää huomioida se tosiasia että teollisuusputkilinjan uuni on ns. pakkotahtinen kone jolloin kone käy myös kahvi-ja ruokatauot. Puolikovalinjaa on toki mahdollisuus käyttää samalla tavalla jatkuvatoimisena, mutta käytännössä niin ei useinkaan tapahdu.

Valmiita kieppejä ei voida tilanahtaudesta johtuen varastoida putkitehtaan eteläpäässä vaan valmiit kieppipalletit pitää kuljettaa putkitehtaan pohjoispäässä sijaitsevaan varastohalliin. Kuljetusta varten on hyvä järjestää riittävän suuri, truckilla lastattava ja purettava kuljetuskärry.

11. LIITELUETTELO

Liite 1Vetokokeen tulokset, ensimmäinen testi puolikovalinjalla

Liite 2.....Urahihna U-uralla

Liite 3.....Urahihna V-uralla

Liite 4.....Robottilinja lay-out

Liite 5.....Vetosauvat

Liite 6.....Puolikovalinjan tehot

Liite 7.....Testi kumihihnojen kanssa

Parameter table:

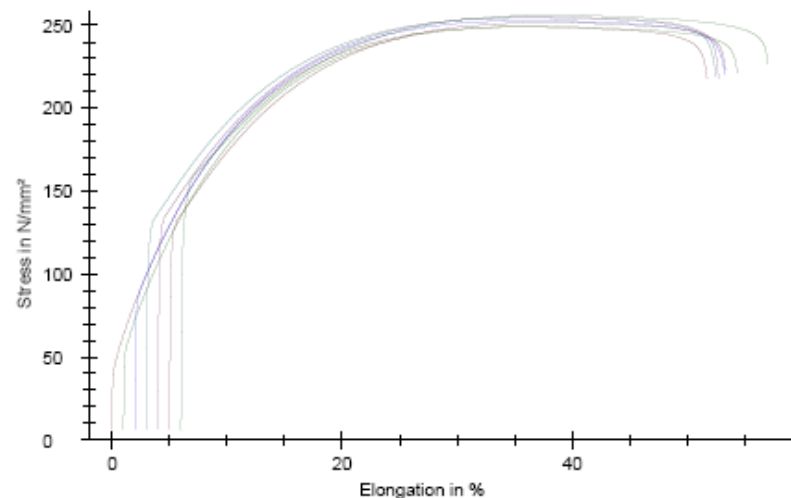
Customer	:	Load cell	: 150kN
Tester	: RD	Extensometer	: Multisens
Test standard	: EN10002	Specimen grips	: Hydraulig
Material	:		

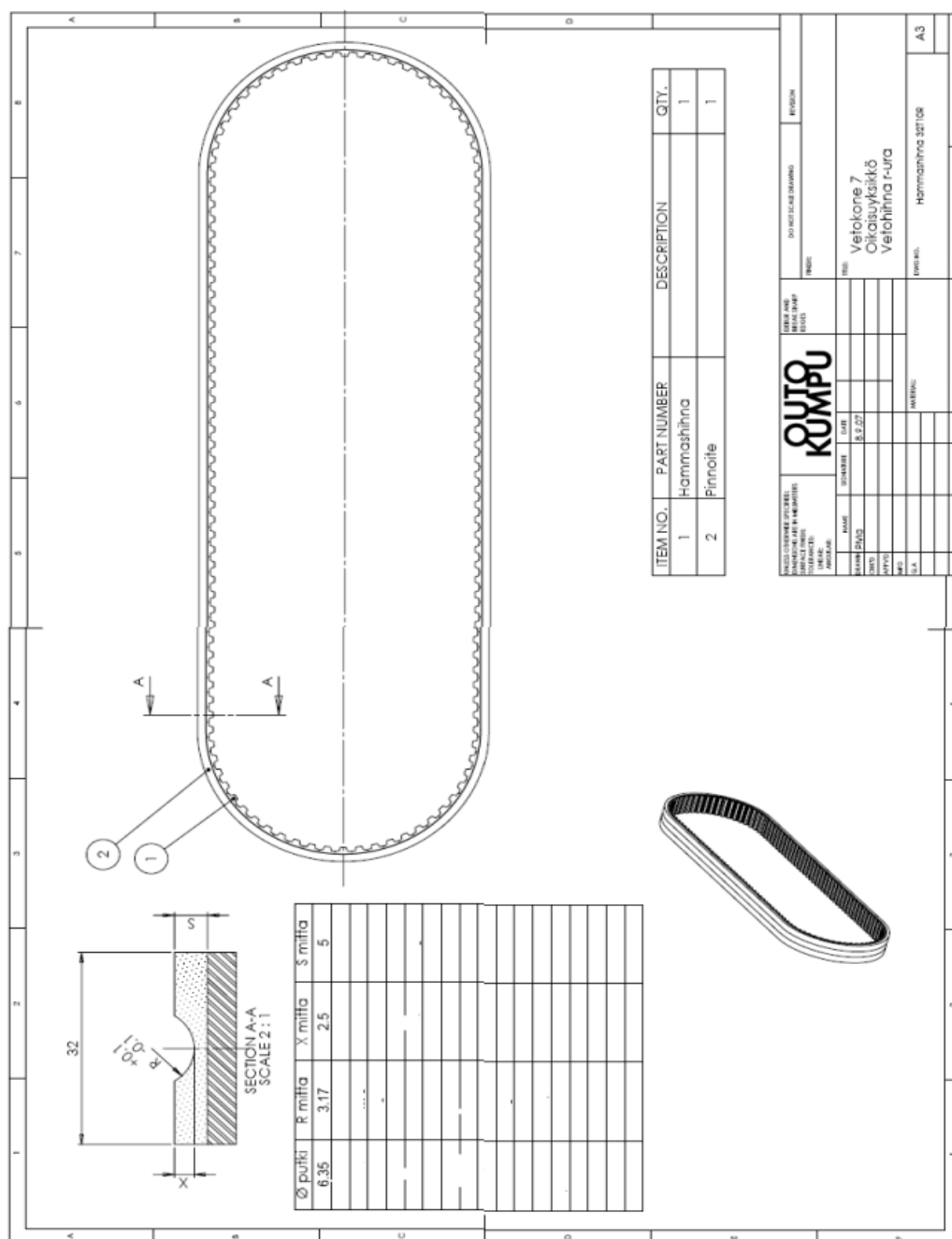
Results:

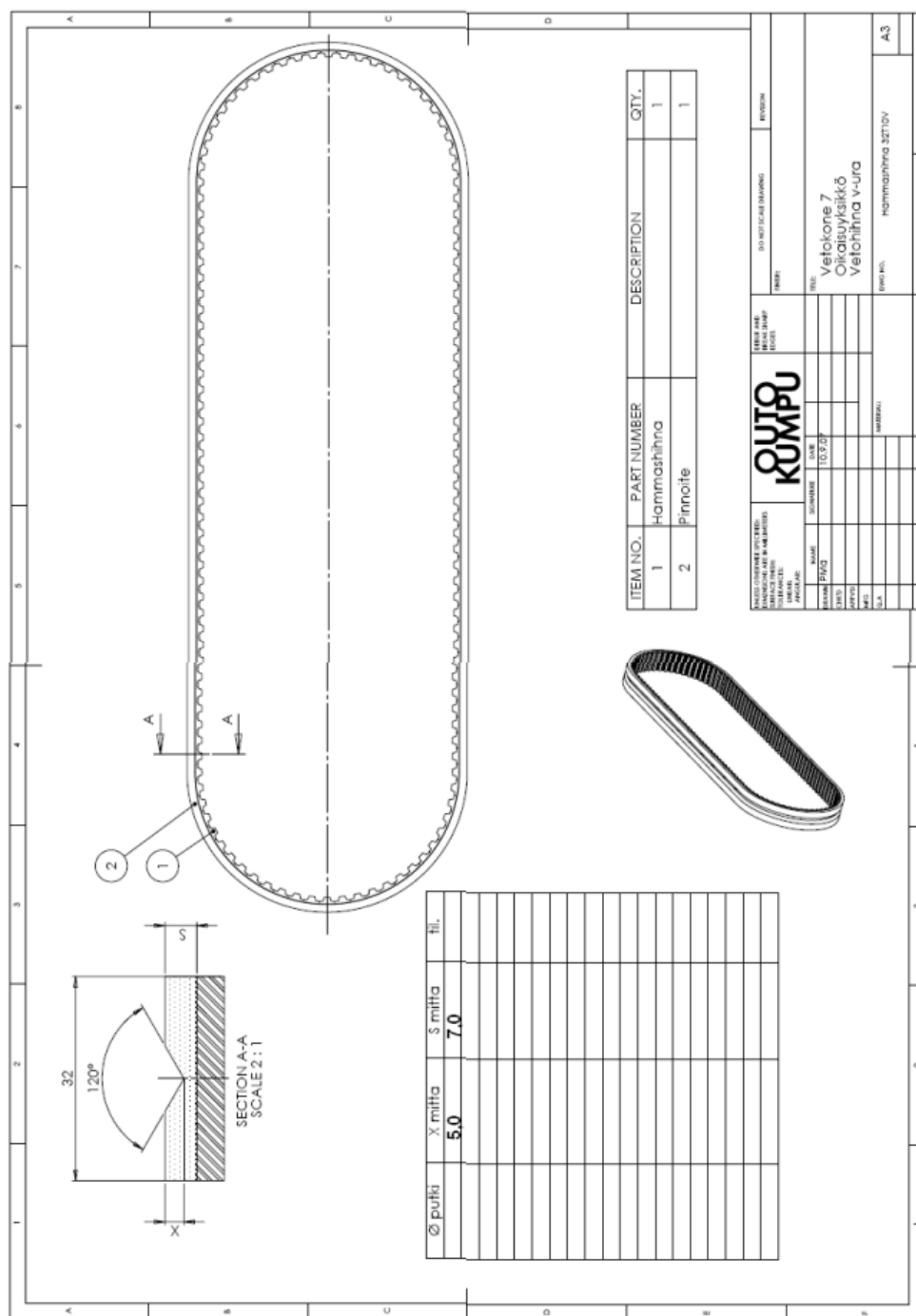
Nr	Lot/Sample number	Rp 0.1 N/mm ²	Rp 0.2 N/mm ²	Rt 0,5 N/mm ²	Rm N/mm ²	L0 mm	Elongation %	S0 mm ²
3	1.	43	46	53	249	26,1	52	21,37
4	2.	54	56	62	249	26,1	53	21,41
5	3.	83	87	92	253	26,1	51	21,26
6	4.	115	124	131	255	26,0	49	21,25
7	5.	120	128	133	255	26,0	49	21,22
8	6.	115	124	130	251	25,8	48	20,98
9	7.	122	132	147	256	26,0	51	21,22

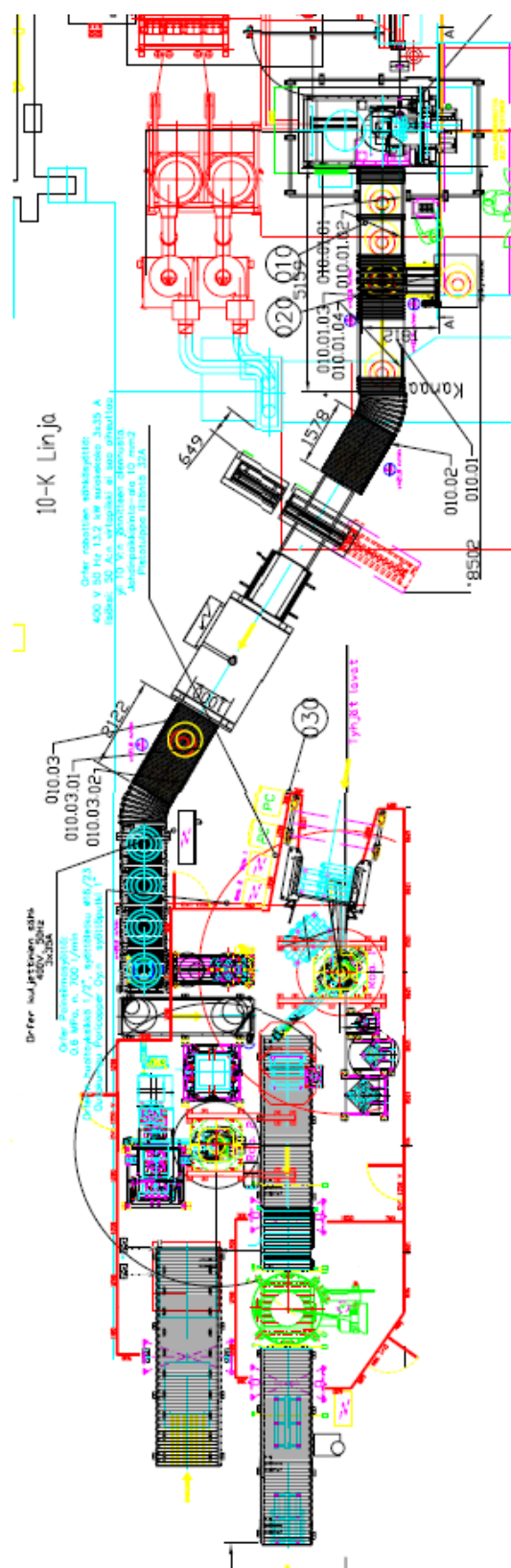
Nr	E-Modulus kN/mm ²
3	64
4	85
5	116
6	119
7	124
8	133
9	124

Ensimmäinen testi, normaalien rullien kanssa.

TESTI 1**Series graphics:**







Parameter table:

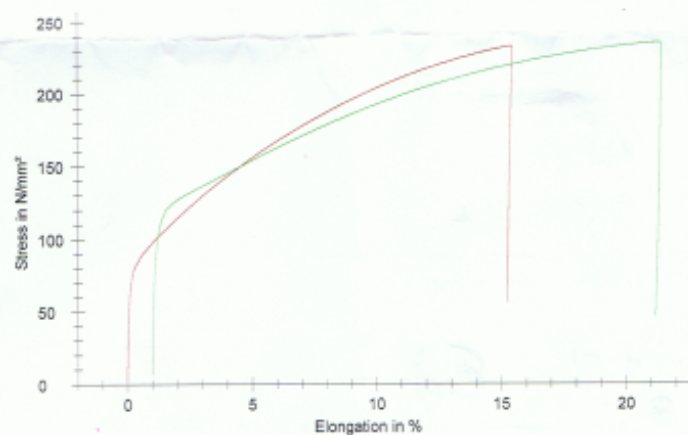
Customer : Load cell : 150kN
 Tester : RD Extensometer : Multisens
 Test standard : EN10002 Specimen grips: Hydraulic
 Material :

Results:

Nr	Lot/Sample number	Rp 0.1 N/mm ²	Rp 0.2 N/mm ²	Rt 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	L0 mm	Elongation %	S0 mm ²
23	Kesäkuh	73	80	87	232	31,2	15	7,66
24	Okulu	93	107	118	235	40,9	20	13,13

Nr	E-Modulus kN/mm ²
23	85
24	123

leveys ~12mm

Series graphics:**Statistics:**

Series n = 2	E-Modulus kN/mm ²	Rp 0.1 N/mm ²	Rp 0.2 N/mm ²	Rt 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Elongation %	L0 mm	S0 mm ²	Rpx2 N/mm ²
x	104	83	93	102	234	18	36,1	10,4	105
s	27	14	19	22	2	3	6,8	3,868	22
v	25,55	17,12	20,45	21,46	0,82	19,73	18,94	37,21	21,13

LIITE 6

Kiepin valmistus puolikovalinjalla						
Putken mitta	Kieppi		Puolikovalinjan Ajonopeus m/min	TehoKg/h	Oper	Miestvötuntia/1000kg
	Metripaino (kg)	Pituus (m)				
15,88x0,80 mm	0,339	15	70	854,28	2	2,3
15,88x0,80 mm	0,339	25	100	1220,4	2	1,6
15,88x0,80 mm	0,339	30	100	1220,4	2	1,6
15,88x0,80 mm	0,339	50	100	1220,4	2	1,6
15x1,0 mm	0,393	25	100	1414,8	2	1,4
15x1,0 mm	0,393	50	100	1414,8	2	1,4
12,7x0,80 mm	0,268	15	70	675,36	2	3,0
12,7x0,80 mm	0,268	30	100	964,8	2	2,1
12,7x0,80 mm	0,268	50	100	964,8	2	2,1
12x1,00 mm	0,309	15	70	1297,8	2	1,5
12x1,00 mm	0,309	25	100	1112,4	2	1,8
12x1,00 mm	0,309	30	100	1112,4	2	1,8
12x1,00 mm	0,309	50	100	1112,4	2	1,8
10x1,00 mm	0,253	15	70	1062,6	2	1,9
10x1,00 mm	0,253	25	100	1518	2	1,3
10x1,00 mm	0,253	30	100	1518	2	1,3
10x1,00 mm	0,253	50	100	1518	2	1,3
9,52x0,80 mm	0,196	15	70	493,92	2	4,0
9,52x0,80 mm	0,196	30	100	705,6	2	2,8
9,52x0,80 mm	0,196	50	100	705,6	2	2,8
8x0,80 mm	0,161	25	70	405,72	2	4,9
8x0,80 mm	0,161	30	100	579,6	2	3,5
8x0,80 mm	0,161	50	100	579,6	2	3,5
7,94x0,80 mm	0,16	15	70	403,2	2	5,0
7,94x0,80 mm	0,16	30	100	576	2	3,5
7,94x0,80 mm	0,16	50	100	576	2	3,5
6,35x0,80mm	0,125	15	70	315	2	6,3
6,35x0,80mm	0,125	30	100	450	2	4,4
6,35x0,80mm	0,125	50	100	450	2	4,4
6x0,80mm	0,117	15	70	294,84	2	6,8
6x0,80mm	0,117	25	100	421,2	2	4,7
6x0,80mm	0,117	50	100	421,2	2	4,7

Parameter table:

Customer	:	Load cell	: 150kN
Tester	: RD	Extensometer	: Multisens
Test standard	: EN10002	Specimen grips	: Hydraulic
Material	:		

Results:

Nr	Lot/Sample number	Rp 0.1 N/mm ²	Rp 0.2 N/mm ²	Rt 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	L0 mm	Elongation %	S0 mm ²
12	1.	51	54	61	249	25,9	44	21,08
13	2.	49	52	59	249	26,0	53	21,18
14	3.	58	61	67	244	25,6	50	20,62
15	4.	63	66	71	245	25,7	50	20,72
16	5.	55	58	64	247	25,8	51	20,89
18	6.	66	72	79	250	25,9	51	21,05
19	7.	87	97	107	251	25,9	49	21,03

Nr	E-Modulus kN/mm ²
12	74
13	78
14	80
15	95
16	90
18	100
19	108

Testi 3. Hihnnojen kanssa**Series graphics:**