

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Antti Ilkko

PYLVÄSSORVIN MODERNISOINTI

Opinnäytetyö
Toukokuu 2016



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2016
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 600

Tekijä(t)
Antti Ilkko

Nimeke
Pylvässorvin modernisointi

Toimeksiantaja
ScanPole Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli modernisoida pylvässorvi, jota käytetään puupylväiden valmistukseen. Työllä haettiin kasvua tuotannon tehokkuuteen, pyrittiin pienentämään korjaavan kunnossapidon tarvetta ja parantamaan sorvin toimintaa.

Kehitettävät kohteet olivat sorvin poistopuoli ja pyöritinlaitteisto, joihin tehtiin muutoksia ja uusia rakenteita. Työ toteutettiin käyttämällä suunnittelun apuvälineenä 3D-mallinusta. Mallinnuksen pohjana olivat paikanpäällä tehdyt mitoitukset ja luonnokset sorvin rakenteista. Työhön liittyivät myös projektin organisointi sekä rakennusprosessin jälkeinen testaus ja ilmenneiden ongelmien ratkaiseminen.

Projektin tuloksena sorvin toiminta muuttui muutosten myötä varmemmaksi ja sujuvammaksi. Myös korjaavan kunnossapidon tarpeen odotettiin tulevaisuudessa vähenevän muutoksien myötä. Työ sai aikaan kehityskohteita sorvin muihin osa-alueisiin, joita yrityksellä on tarkoitus kehittää eteenpäin modernisointiprosessin mukaiseen suuntaan.

Kieli
suomi

Sivuja 73
Liitteet 2
Liitesivumäärä 30

Asiasanat

pylvässorvin modernisointi, tuotekehitys, VDI 2222, konetekniikka



THESIS
April 2016
**Degree Programme in Mechanical and
Production Engineering**
Karjalankatu 3
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
p. (013) 260 600

Author (s)
Antti Ilkko

Title
Pole Lathe Modernization

Commissioned by
ScanPole Oy

Abstract

The aim of this thesis was to modernize the pole lathe, which is used for wood poles manufacturing. The purpose of the work was to increase the production efficiency, to decrease the amount of corrective maintenance and to improve the functioning of the lathe.

The developed items were the outlet track and the rotating device of the lathe, where changes and new structures were made. The work was carried out by using 3D-modeling as a design tool. Measurements made on the spot and drafts from the lathe were the basis for the modeling. The work contained also the project organization together with testing of the new construction and solving of the problems observed.

As a result of the project lathe function became more certain and smoother than before. The need of corrective maintenance is also expected to decrease in the future. The work brought out targets of development in other components of the lathe. The company is going to develop those components to the same direction as the modernization process.

Language

Finnish

Pages 73

Appendices 2

Pages of Appendices 30

Keywords

pole lathe modernization, product development, VDI 2222, mechanical engineering

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto	5
1.1	Toimeksiantaja.....	5
1.2	Työn esittely.....	5
2	Systemaattinen suunnitteluprosessi VDI 2222.....	7
2.1	Tehtävän asettelu	8
2.2	Luonnostelu	8
2.3	Kehittely.....	9
2.4	Viimeistely.....	9
3	Pylvässorvin tuotekehitysprosessi	10
3.1	Pylvässorvi.....	10
3.2	Pylvässorvin kehityskohteet.....	11
3.3	Pylvässorvin mallinnus	12
3.4	Sorvin muutostyöt.....	13
3.4.1	Yläpyörittimen muutostyöt.....	14
3.4.2	Keskipyöräparin korkeudensäätö.....	18
3.4.3	Lastunsäätö	22
3.5	Poistopuolen muutostyöt.....	23
3.5.1	Poistorata.....	24
3.5.2	Poistovaunut.....	27
3.5.3	Poistoradan ja vaunujen yhteensovittaminen.....	31
3.5.4	Poistoradan pankkojen korkeudensäätö	35
3.6	Muut muutokset/korjaukset.....	35
4	Laitteiston rakentaminen, testaus ja tulosten arviointi.....	36
4.1	Rakentaminen.....	36
4.2	Testaus ja tulosten arviointi	39
5	Pohdinta.....	41
	Lähteet.....	42
	Liitteet	

1 Johdanto

1.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana on ScanPole Oy, joka on osa livari Mononen konsernia. ScanPole Oy:llä (myöhemmin tässä työssä yritys) on tuotantolaitoksia eri maissa kuten Suomessa, Norjassa ja Britanniassa. Tämän työn toiminnallisen osan kohteena oleva pylvässorvi sijaitsee Nurmeksen Höljäkässä olevan tuotantolaitoksen alueella. Höljäkän tuotantolaitos keskittyy raakapylväiden sekä kyllästettyjen pylväiden tuotantoon. Höljäkän kyllästämö on toiminut jo vuodesta 1958, jolloin se oli G. A Serlachius Oy:n omistuksessa. Vuonna 1991 livari Mononen Oy osti osan kyllästämöstä ja se siirtyi kokonaan livari Monosen omistukseen muutaman vuoden päästä. [1.] Vuoden 2015 alussa Höljäkkä Oy:n nimi muuttui ScanPole Oy:ksi yhtiöjärjestelyjen myötä.

1.2 Työn esittely



Kuvio 1. Pylvässorvin tuotantoympäristö

Tässä toiminnallisessa opinnäytetyössä kuvataan pylvässorvin (kuvio 1) modernisointia mekaanisten ratkaisuiden osalta. Työn toiminnallinen osa tehtiin yrityksen Höljäkän tuotantolaitokselle. Projektin tarkoituksena oli suunnitella vanhan

pylvässorvin poistorata uudelleen sekä kehittää sorvauksen pyöritinlaitteiston toimintaa. Suunnitteluprosessin lisäksi toimeksiantoon kuuluivat projektin johtaminen ja organisointi. Toimeksiannossa annetun tavoitteen mukaan projektin täytyi olla valmis elokuun 2015 loppuun mennessä. Modernisointi prosessia rajattiin toimeksiantajan tekemän kartoituksen perusteella, mutta tähän tehtiin muutoksia suunnitteluprosessin aikana. Projektin tarkoituksena oli edistää tuotannon tehokkuutta, vähentää korjaavan kunnossapidon tarvetta sekä pyrkiä kehittämään koneen toimivuutta.

Suunnitteluprosessin pohjana oli systemaattinen suunnitteluprosessi VDI 2222. Aikaisemmin omaksuttu suunnitteluprosessi oli luonteva valinta tuotekehitysprojektiin ja sitä on sovellettu tässä projektissa tilanteeseen sopivalla tavalla. Suunnittelun apuvälineenä käytettiin ProE Creo Parametric (myöhemmin tässä työssä Creo) 3D-mallinnusohjelmaa, jolla kaikki mallit sekä valmistuspiirustukset (liite 2) tehtiin.

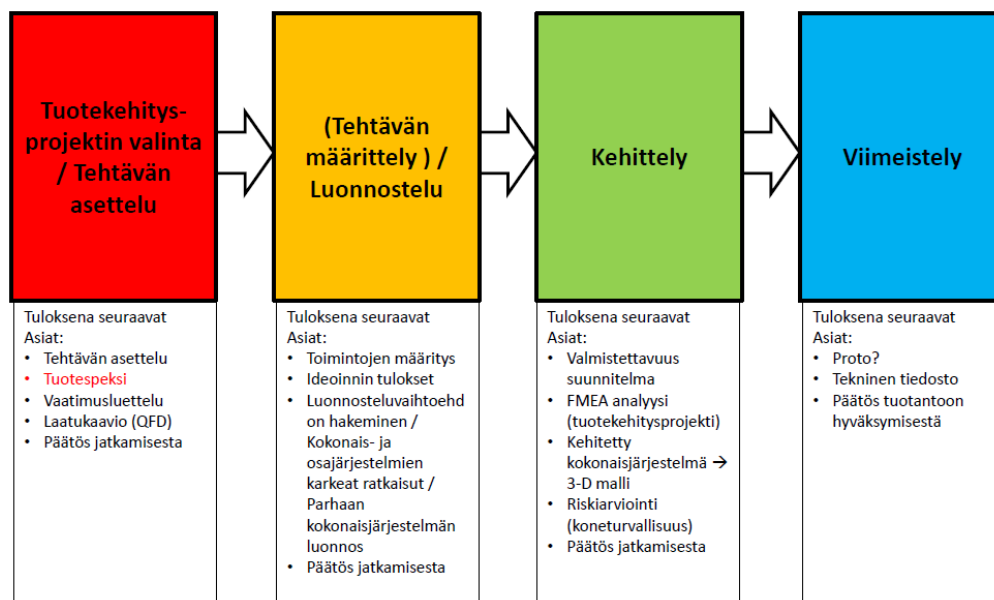
2 Systemaattinen suunnitteluprosessi VDI 2222

Koneensuunnittelussa on käytössä useita eri metodeja tuotekehityksessä, mutta tässä opinnäytetyössä käydään läpi VDI 2222–suunnitteluprosessin perusteita.

VDI 2222 mukaiseen suunnitteluprosessiin kuuluvat pääpiirteittään seuraavat vaiheet:

1. Tuotekehitysprojektin valinta / tehtävän asettelu
2. Tehtävän määrittely / luonnostelu
3. Kehittely
4. Viimeistely

Tarkoituksena on eri vaiheiden avulla varmistaa hyvän tuotteen syntyminen siten, että asioita tarkastellaan eri kulmilta. Jokaisen työvaiheen jälkeen on mahdollista palata takaisin, jos tulos ei vastaa odotuksia. Tehokkaassa suunnittelussa voidaan karsia osavaiheita pois ja käydä ne läpi vain ajatustasolla. Kaavion täsmällisellä noudattamisella päästään joskus hyviin tuloksiin, mutta se vie paljon aikaa. [3.]



Kuvio 2. VDI 2222–suunnitteluprosessin eteneminen kaaviona esitettynä [3]

2.1 Tehtävän asettelu

Tuotekehitysprojektin tehtävän asettelun tulisi alusta asti olla riittävän laaja ja täydellinen, jotta myöhemmässä vaiheessa muutoksia ja korjauksia ei tulisi kuin välttämättömyyksiin kohtiin. Tehtävänasettelun lisäksi olisi hyvä laatia aina vaatimuslista, joka toimii myöhemmin tehtävien ratkaisujen tukena. Tehtävän asettelu annetaan yleensä kehitystehtävänä, konkreettisenä tilauksena tai virikkeenä, joka perustuu esimerkiksi parannusehdotukseen. [2. s.62–63.]

Tehtävän asettelun ajatuksena on suunnittelutehtävän alkutietojen kerääminen, tavoitteiden ja vaatimusten asettaminen sekä asiakastarpeiden selvittäminen. Näiden tietojen pohjalta voidaan siirtyä luonnosteluvaiheeseen. Tehtävän asettelun jälkeen tehdään päätös jatketaanko projektia vai palataanko alkuun.

2.2 Luonnostelu

Tehtävän asetteluun seuraa tuotekehitysprosessissa luonnosteluvaihe, jossa laaditaan toimintorakenne, abstrahoidaan (luodaan yleiskäsite pelkistämällä) ja valitaan sopivat vaikutusperiaatteet. Edellä mainittujen käsittelyn jälkeen saadaan aikaan periaatteellinen ratkaisu eli luonnos. [2. s.71.]

Yksityiskohtia ja tilapäisiä ratkaisuja ei oteta huomioon abstrahoinnissa, vaan pyritään korostamaan yleispätevyyttä ja oleellisia asioita. Vaatimuslistan mukaan tarkkaan rajattuun ongelmaan ei abstrahoinnin avulla kehitetä täsmällistä ratkaisua, vaan pyritään katsomaan ongelmaa laajemmassa mittakaavassa. Tehtävän ydinolemuksen ymmärtäminen on tärkeää, sillä vasta sen ymmärtäminen tuo esiin todellisen ongelman. [2. s.72–74.]

Luonnosteluvaiheessa tuote jaetaan toimintoihin ja osatoimintoihin, joille keksitään ratkaisuja. Ratkaisujen pohjalta haetaan ratkaisuperiaateyhdistelmä, jota parannellaan toimivaksi. Tämän jälkeen valitaan teknisesti ja taloudellisesti pa-

ras vaihtoehto, josta tehdään kokonaisjärjestelmän luonnos. Luonnostelun jälkeen tehdään päätös jatkamisesta. Vaihtoehtona on palaaminen edelliseen vaiheeseen. [3.]

2.3 Kehittely

Kehittely, ratkaisun rakennemuodon vahvistaminen on osa suunnitteluprosessia, jossa suunnitellaan yksiselitteisesti tuotteen kokoonpanorakenne tekniset ja taloudelliset näkökulma huomioon ottaen. Usein joudutaan tekemään useita eri ehdotuksia, jotta saadaan eri ratkaisuiden edut ja haitat esille. Teknis-taloudellisen tarkastelun jälkeen jokin ratkaisu yleensä näyttää paremmalta kuin muut, mutta silti sisältää osaratkaisuja, joita voidaan parantaa käyttämällä muiden ratkaisujen ideoita. [2. s.49].

Suunnitteluprosessin kehittelyvaiheessa aloitetaan 3D-mallinnus mittakaavaan piirrettyjen luonnoksien pohjalta, jossa otetaan huomioon kunnossapidon, valmistuksen ja asennuksen näkökulmat. Myös muotoilu otetaan mukaan suunnitteluun tässä vaiheessa projektia. Päätetään jatketaanko projektia, lopetetaanko vai palataanko edelliseen vaiheeseen. [3.]

2.4 Viimeistely

Viimeistely on tuotekehitysprosessin se osa, jossa osat suunnitellaan loppuun ja täydennetään muotoilu, yksityiskohdat ja pinnanlaatu vaatimuksia vastaavaksi. Lisäksi materiaalivalinnat ja valmistusmenetelmät määritellään. Yksityiskohtien määrittely saa aikaan usein korjailua aikaisemmissa työvaiheissa ja sen vuoksi viimeistelyä ei pidä vähäksyä tuotekehitysprojektissa. [2. s.50.]

Tekninen tiedosto päivitetään ajan tasalle. Tuotteesta valmistetaan prototyyppi, jota testataan. Jos tässä vaiheessa ei ilmene ongelmia, niin tuotanto voidaan aloittaa. [3.]

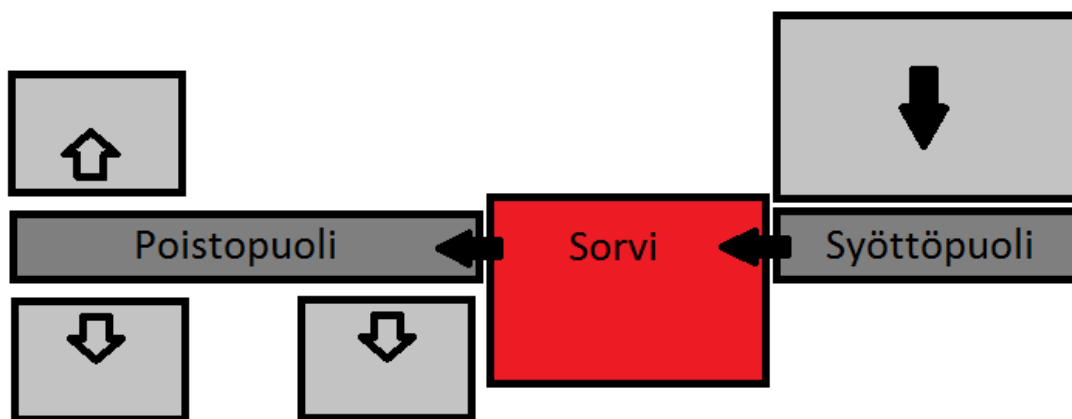
3 Pylvässorvin tuotekehitysprosessi

3.1 Pylvässorvi

Projektin kohteena oli vuonna 1985 rakennettu pylvässorvi, joka on siirretty Joensuuun syväsatamasta Höljäkkään vuonna 2003. Sorvi on kuoritun puun pinnassa olevan nilakerroksen poistoon tarkoitettu laite, jonka ideana on puun pinnan sorvaaminen tasalaatuisiksi ja ulkonäöltään siistiksi.

Sorvi voidaan karkeasti jakaa kolmeen osaan (kuvio 3):

- Syöttöpuoli, josta pylväsaihio ohjataan sisään sorviin
- Sorvi, joka sisältää puun sorvaukseen liittyvät toiminnot
- Poistopuoli, johon kuuluvat poistorata, poistovaunut ja lokerot joihin puut lajitellaan.



Kuvio 3. Sorvin toimintaperiaate ja jako eri osa-alueisiin

Laitteen toimintaperiaate on pelkistetyksi seuraavanlainen:

- Pylväsaihio ohjataan operaattorin toimesta sorvin syöttöpuolelta syöttöradan avulla sisälle sorviin, jossa se alkaa pyörimään ja samalla liikkumaan eteenpäin.
- Puun liikkua kuttereiksi kutsuttujen leikkuupäiden kohdalle, operaattori laskee leikkuupäät yksi kerrallaan vasten puun pintaa. Leikkuupäissä on itsessään pyörivät terät, jotka leikkaavat puun pinnasta asetusten mukaisen kerroksen.
- Kun puu kulkee yhä eteenpäin ohi leikkuupäiden, se päättyy poistoradan vaunujen varaan, joita operaattori ohjaa tarpeen mukaan oikeaan kohtaan. Kun puu on kokonaan sorvattu poistovaunujen varaan, operaattori antaa komennon ja automatiikka käy pudottamassa pylvään valittuun lokeroon.
- Samanaikaisesti, kun poistoradalla oleva puu kulkee lokeroon, operaattori on ohjannut uuden pylväsaihion sisään sorviin ja aloittanut sorvaamisen.

3.2 Pylvässorvin kehityskohteet

Pylvässorviin suunniteltiin modernisointeja mekaanisiin ratkaisuihin. Tehtävänasettelu perustui toimeksiantajan kartoitukseen, jonka pohjalta tuotekehitysprojekti aloitettiin. Projektin perustana pidettiin VDI 2222- suunnitteluprosessin mukaista toimintatapaa, jota sovellettiin kohteeseen sopivalla tavalla. Tehtävänasettelussa käytiin läpi kohdat, jotka kaipasivat muutosta, mutta jätettiin tilaa suunnitteluprosessin aikana ilmi tuleville korjauksille. Aiemmin mainituista sorvin osa-alueista syöttöpuoleen ei koskettu tuotekehitysprosessissa lainkaan. Haastetta lisäsi sorvin poistoradan sijaitseminen pihalla sään armoilla.

Sorvin alkuperäiset rakenteet olivat valmistettu teräksestä, joten projektin tuloksena kehitetyt rakenteet suunniteltiin ja valmistettiin myös teräksestä. Tuotekehitysprojektin lisäksi toimeksiantoon kuuluivat sorviin vaadittavien komponenttien ja rakenteiden tilaaminen sekä työnjohto. Tuotantolaitoksen oma kunnossapito kokoonpani ja valmisti esivalmisteluna mahdollisimman paljon

sorvin modernisoinnissa vaadittavia rakenteita. Kunnossapidon henkilöstö myös hoiti osan sorvin seisokin aikaisista rakenteiden muutoksista ja korjauksista.

Toimeksiantajan kanssa sovitut muutokset koskivat sorvin eri osa-alueita:

- Sorvi
 - o Yläpyörittimen muutos omalle vaihdemoottorille ja rakenteen uudelleensuunnittelu
 - o Korkeudensäätömahdollisuus pyöritinlaitteiston keskimmäiseen pyöräpariin
 - o Lastunsäädön ratkaisuiden uusinta
- Poistopuoli
 - o Poistoradan ja poistovaunujen uudelleensuunnittelu
 - o Lokeroiden pankkojen korkeuden säätö
- Muut muutokset/korjaukset
- Sähkö- ja automaatiotekniset muutokset (ulkopuolinen yritys)

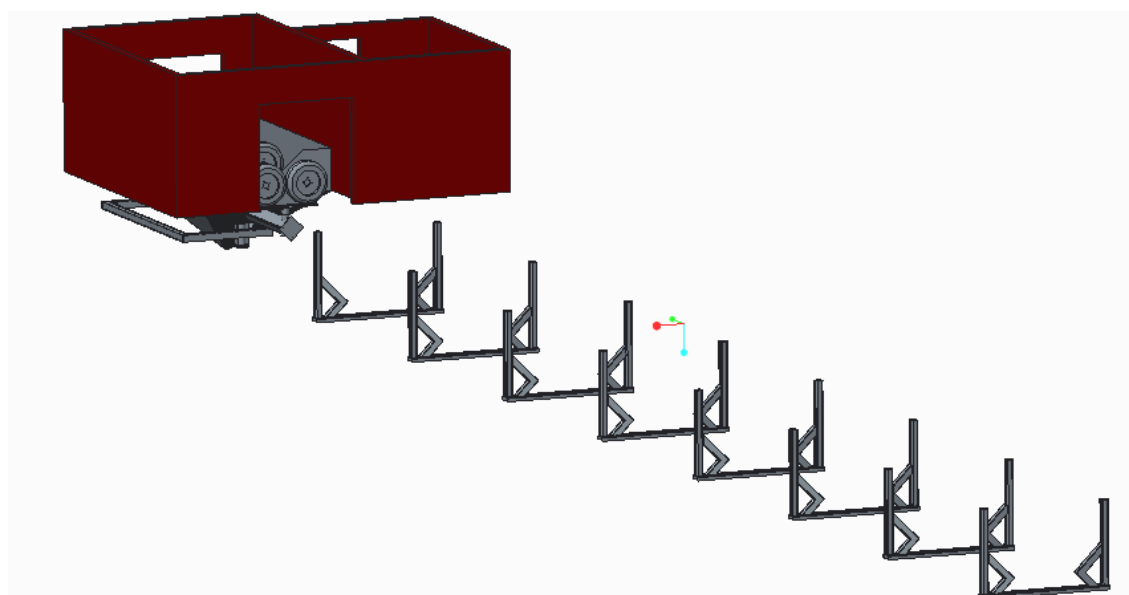
Tilanteen kartoitus aloitettiin tutustumisella sorvin toimintaan tuotannon aikana, joka tarkoitti konkreettisesti sorvauksen seuraamista paikan päällä. Alussa pyrittiin keskittymään kokonaisuutena sorvin toimintaan, mutta pääpaino pidettiin toimeksiantajan kartoittamissa epäkohdissa ja operaattoreilta saaduissa kommentissa sorvin ongelmista.

3.3 Pylvässorvin mallinnus

3D-mallinnus on paljon käytetty suunnittelun apuväline, sillä se mahdollistaa erilaisten ratkaisujen kokeilemisen 3D-ympäristössä. Mallinnetut kappaleet ja mekanismit toimivat ohjelmistossa oikein, joten kappaleiden sopivuuden toisiinsa pystyy toteamaan mallinnuksen aikana.

Tämän projektin tuotekehityksessä käytettiin 3D-mallinnusta, joka mahdollisti ratkaisujen suunnittelemisen mahdollisimman pitkälle tietokoneavusteisesti. Koska kyseinen pylvässorvi on yli 30 vuotta vanha tehdaskone, niin hyödyksi käytettäviä piirustuksia ei löytynyt. Piirustusten puuttuminen johti siihen, että

suunnittelua varten täytyi mitoittaa sorvista tarvittavat osat ja aloittaa 3D-mallinnus ympäristön mallintamisesta. Mittaaminen suoritettiin käyttämällä rulla- ja työntömittaa. Mitoituksesta haasteellisen teki rakenteen monimutkaisuus, joka johti mitoituspisteiden vaihtumiseen. Luonnoksia (liite 1) piirrettiin mittakaavassa ruutupaperille, jotta niiden pohjalta mallintaminen olisi mahdollisimman suoraviivaista. Luonnosten pohjalta ympäristön mallinnettiin lopulliseen 3D-muotoon. Sorvin 3D-mallin pohjalta oli mahdollista suunnitella uudet ratkaisut ilman tuotannon häiritsemistä. (kuvio 4.)



Kuvio 4. Suunnittelun pohjana käytetty 3D-malli sorvista

3.4 Sorvin muutostyöt

Sorvin kehityskohteisiin kuuluivat pyöritinlaitteiston ja lastunsäädön muutokset. Pyöritinlaitteiston uudelleen suunnittelulla pyrittiin parantamaan puun pyörimistä sorvissa ja poistamaan ongelmakohtia laitteistosta. Lastunsäädön kehitystä vaativa kohta oli karamoottorit. Samoja karamoottoreita ei löytynyt enää markkinoilta, joten näiden tilalle ideoitiin erilaisia ratkaisuja.

3.4.1 Yläpyörittimen muutostyöt

Yläpyöritin oli sorvikopin sisällä integroituna pyörityslaitteiston ensimmäiseen pyöräpariin (kuvio 5). Pyöräparit pyörittävät ja liikuttavat puuta eteenpäin sorvissa johtuen pyöräparien kulmasta pylväsaihioon nähden. Pyöriksen käyttövoima on vaihdemoottori, joka on ketjuvedolla kytketty ensimmäiseen rengaspariin ja josta voima välittyy eteenpäin kardaaniakseleiden avulla. Tarkoituksena oli kehittää ratkaisu, jossa yläpyöritin on omana yksikkönään omalla vaihdemoottorillaan eikä ole osa pyöritinlaitteistoa. Lähtökohtana oli säilyttää alemmat pyörät, joiden päällä pylväsaihiot pyörivät. Yläpyöritin pyörittää puuta apuna, mutta myös painaa puuta alaspäin. Muutosta kaipaavassa ratkaisussa yläpyöritimen samansuuntainen kulma kuin alemmissa pyörissä vastusti puun liikettä eteenpäin.



Kuvio 5. Vanha yläpyöritin oli osa ensimmäistä pyöritinlaitteiston pyöräparia.

Yläpyöritimen uutta paikkaa mietittiin ja sen sijoittaminen toiselle puolelle suhteessa entiseen yläpyörittimeen valikoitui parhaaksi ratkaisuksi. Siirto toiselle puolelle pyörittäisi puuta tasaisemmin ja myös työntäisi sitä eteenpäin. Taaksepäin puuta liikutettaessa toiminta olisi entisenlainen. Yläpyöritin suunniteltiin seisomaan omalla jalustallaan sorvin rungon päällä. Pyöritimen tukeminen runkoon oli myös rakenteellisesti riittävän tukeva ratkaisu. Sorvin ympärillä oleva

sorvikoppi olisi etäisyyksiltään ollut toinen mahdollinen paikka, mutta koska sillä on erillinen runkorakenne, niin mekaanisten ratkaisuiden kiinnittäminen siihen ei ollut mahdollista rakenteiden elämisen takia.

Yläpyörittimen rakenteellisesta ratkaisusta tehtiin useampia luonnoksia:

- Runko levyosista
- Runko rakenneputkesta
- Entisen runkorakenteen käyttäminen hyödyksi

Levyosista suunniteltuun runkoratkaisuun kehitettiin rakenne, jossa runko olisi tehty kokonaan levystä leikatuista osista. Levyosista suunniteltu ratkaisu ei lopulta kokonaisuudessaan ollut paras vaihtoehto suunnitellun rakenteen monimutkaisuuden takia. Rakenne olisi vaatinut enemmän työtä valmistusvaiheessa, kuin muut ratkaisut. Ratkaisusta hyödynnettiin osaratkaisuja jatkossa.

Rungon toteuttamien rakenneputkesta vaikutti luonnostelussa parhaalta idealta. Putkirungon etuna olisi valmiiksi kestävä rakenne, joka vähentäisi jatkossa vaadittavia valmistuksellisia vaiheita ja näin ollen myös valmistuskustannuksia. Putkirunkoon ideoitui pystyrungoksi ja yläpalkiksi rakenneputket, joiden lisäksi suunniteltiin levyosia tueksi ja kiinnikkeisiin.

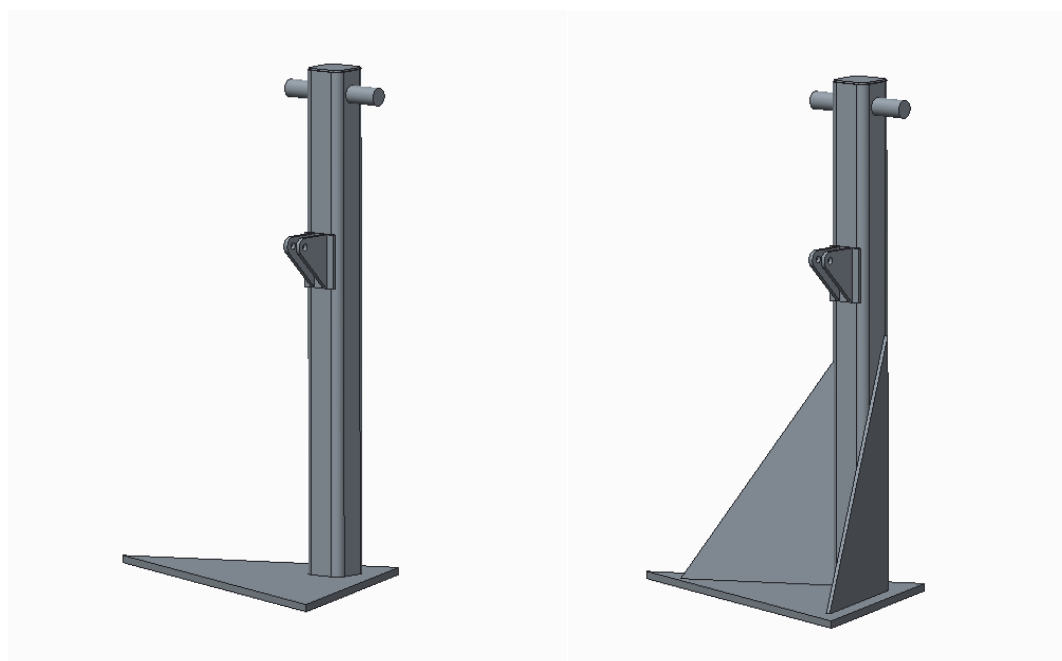
Entisen runkorakenteen käytöstä luovuttiin lyhyen kehittelyn jälkeen sen huonon kunnon ja rakenteen heikkouden takia. Rakenteeseen olisi jouduttu uusimaan laakeroinnit, oikaisemaan metalliosia ja kehittelemään uusia ratkaisuja. Rakenteen hyödyntäminen olisi vaatinut yhtä paljon työtä, kuin kokonaan uuden ratkaisun kehittäminen.

Luonnosteluvaiheen jälkeen parhaaksi ideaksi valikoitui rakenneputkirunkoinen ratkaisu. Kehittelyssä lähdettiin liikkeellä komponenteista, jotka vaikuttivat rakenteellisiin ratkaisuihin. Ensimmäisenä valittiin vaihdemoottori yläpalkin päähän. Valinta tehtiin pyörimisnopeuden ja toimeksiantajan kanssa mietityn moottoritehon pohjalta. Vaihdemoottorista löytyi valmistajan sivuilta 3D-malli, jota

käytettiin mallinnuksessa. Aikaisemmassa yläpyörittimestä nostoliikkeen aikaansaavaa hydraulisylinteriä päätettiin käyttää uudessa ratkaisussa, joten siitä tehtiin yksinkertainen 3D-malli.

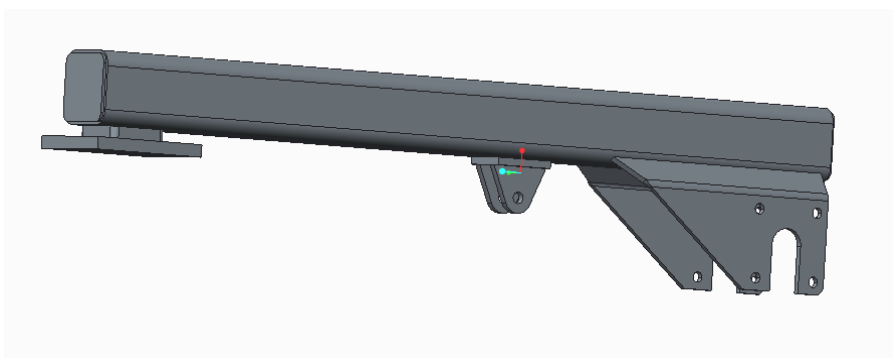
Rakenneputkista suunniteltavan ratkaisun pohjana olivat SFS-EN 10219-2 mukaiset rakenneputket, joten rungon mallintaminen aloitettiin putkien kokojen valitsemisesta. Pystyrungon putkeksi valittiin neliön muotoinen 150x150x10 mm rakenneputki ja yläpalkin putkeksi neliön muotoinen 120x120x10 mm rakenneputki. Pystyputken koko vaihdettiin tilausvaiheessa 120x120x10 mm putkeen kustannussyistä, sillä tavarantoimittaja veloitti putket 6 m ja 12 m mukaan, joten lyhytkin putken pituus olisi kustantanut 6 m hinnan ja muutoksella ei todettu olevan vaikutusta käyttökohteessa.

Pystyrungon pohjaksi suunniteltiin 20 mm levyistä leikattu jalusta. Jalustan päälle kiinnitettävään pystyrungon putkeen tehtiin reikä käännön halkaisijaltaan 50 mm akselille. Akseli tarkoitettiin kiinnitettäväksi molemmin puolin kiinni pystyputkeen. Pystyputkea tuettiin 8 mm levyistä leikatuilla sivuttaistuilla. Hydraulisylinterin alapään kiinnitys ideoitiin hitsattavaksi ensin kokoon ja sen jälkeen kiinni pystyrunkoon. (kuvio 6.)



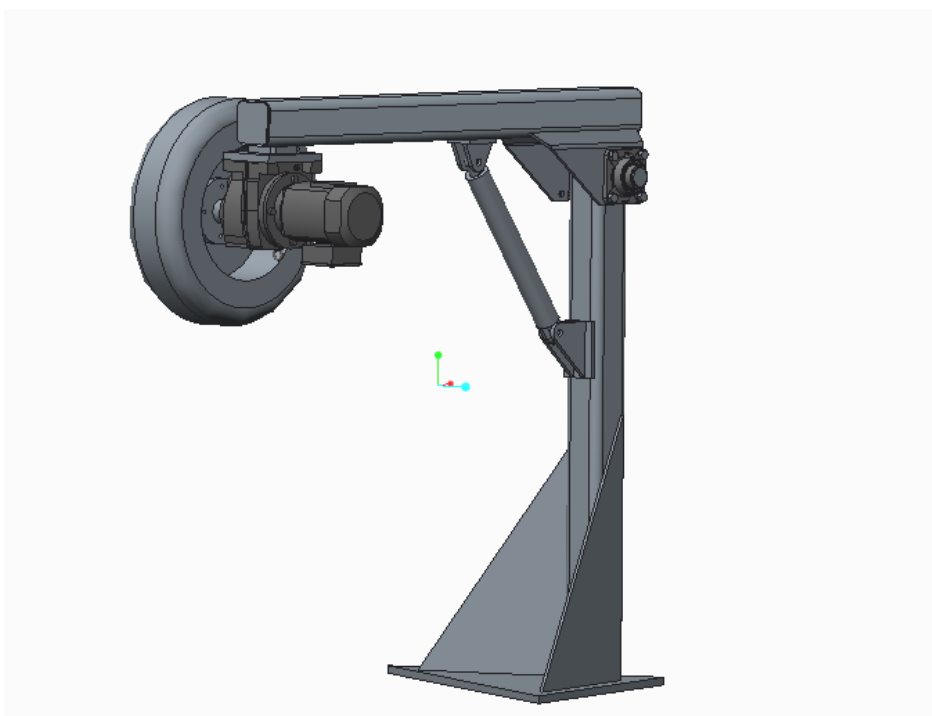
Kuvio 6. Pystyrungon rakenne ilman sivutukia ja sivutukien kanssa

Yläpalkin rakenteen perustana oli rakenneputki, johon kiinnitettiin tarvittavat osaratkaisut. Putken päähän ideoitiin kiinnike vaihdemoottorille, joka asennettiin roikkuvaan asentoon. Vaihdemoottorin kiinnityslevyn ja palkin väliin mallinnettiin pieni koroke, joka mahdollisti kiinnityspulttien sopimisen. Toiseen päähän palkkia tulivat laippalaakereiden kiinnitykseen tarkoitetut levyosat. Laippalaakereiksi valittiin 50 mm akselille sopivat laakerit. Lisäksi hydraulisynterin kiinnitys asemoitiin putken alapintaan. (kuvio 7.)



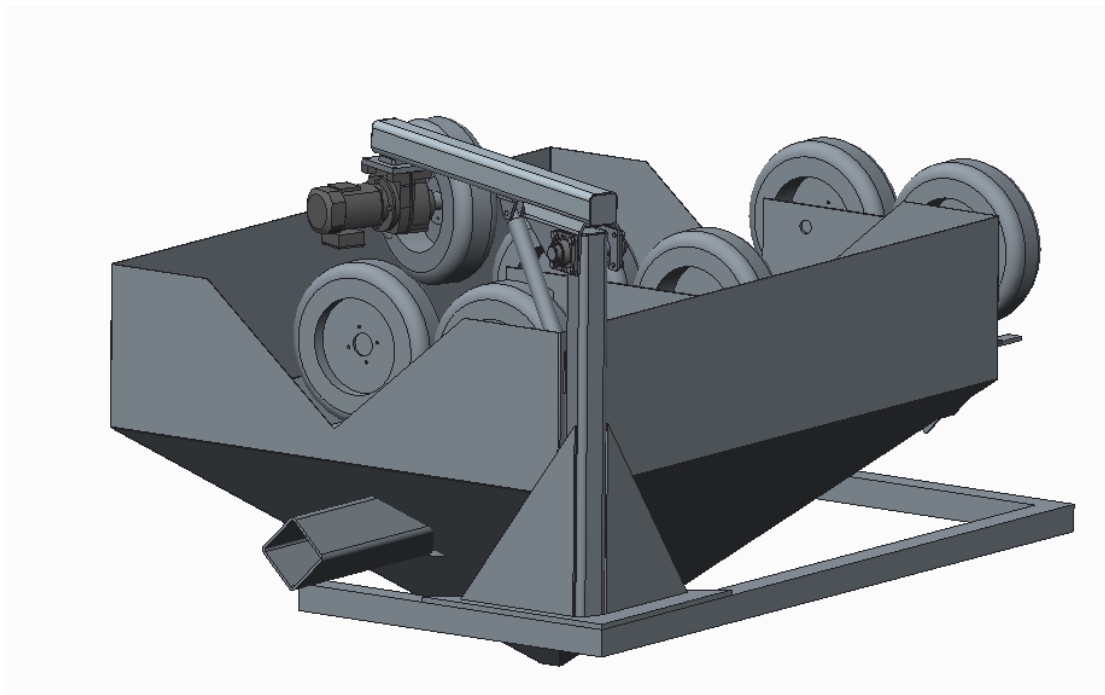
Kuvio 7. Yläpalkin rakenne

Karkeasti mallinnetuista komponenteista koottiin kokonainen yläpyöritin (kuvio 8) toimivilla mekanismeilla ja se asemoitiin aiemmin sorvista tehtyyn malliin (kuvio 9).



Kuvio 8. Kokoonpantu yläpyöritin

Rakenteen komponenttien tarkat paikat ja osien mitat haettiin kohdalleen 3D-kokoonpanossa. Mallinnettu ympäristö mahdollisti rakenteiden etäisyyksien ja asemoinnin todella tarkasti. (kuvio 9.)



Kuvio 9. Mallinnympäristö

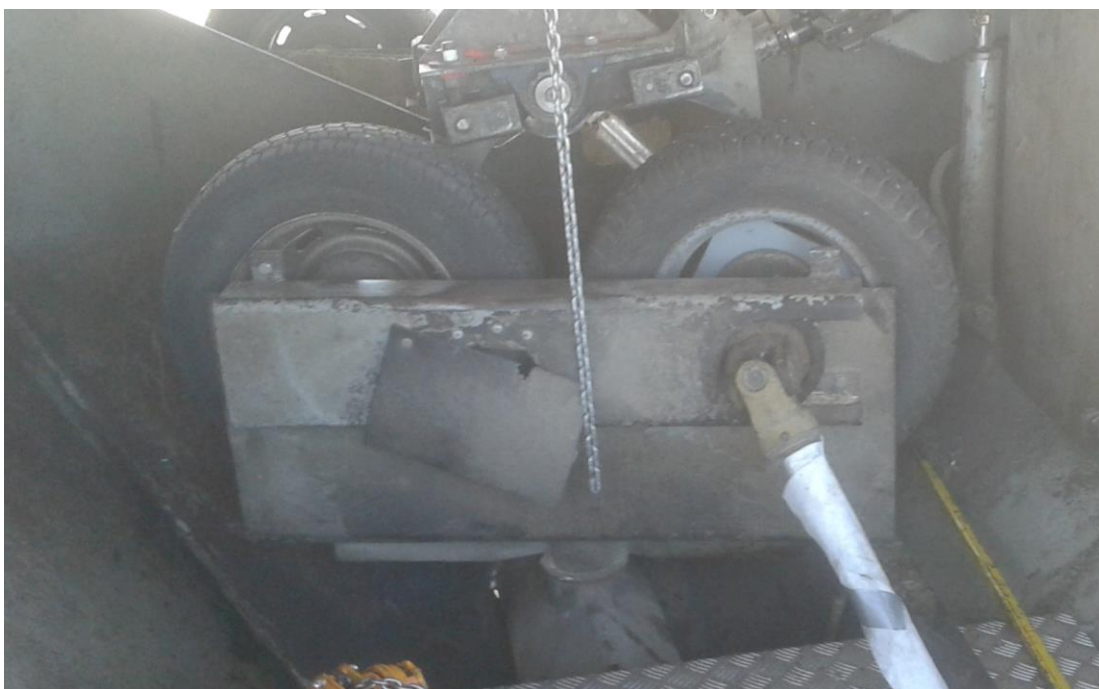
3.4.2 Keskipyöräparin korkeudensäätö

Puuta pyörittää sorvissa pyöritinlaitteisto, jonka käyttövoimana on sähkötoiminen vaihdemoottori. Vaihdemoottorilta voima välitetään ketjuvedolla ensimmäiselle pyöräparille, josta se välittyy kardaaneita pitkin seuraaville pyöräpareille. Pyöräparin molemmat pyörät ovat ”vetäviä” johtuen niiden välillä olevasta ketjusta. Pylväsaiho pyörii ja liikkuu sorvissa eteenpäin pyöräparien päällä johtuen pyörien kulmasta puuhun nähden. Tätä kulmaa ja pyörimisnopeutta säätämällä operaattori pystyy vaikuttamaan puun syöttönopeuteen. Pyöräparit ovat niveloity sorvin runkoon kääntöakseleilla. Kääntö toimii hydraulisynterillä, joka kääntää viimeistä pyöräparia, josta käännön liike välittyy lattatangon avulla pyöräparilta toiselle. (kuvio 10.)



Kuvio 10. Pyöritinlaitteiston viimeinen pyöräpari, jossa kääntösyylinteri sijaitsee

Pyöritinlaitteiston pyöräpareista keskimmäisen (kuvio 11) korkeudensäätö mahdollistaisi puun tasaisemman pyörimisen ja paremman sorvausjäljen erityisesti puun ollessa lenko. Korkeudensäädön liikkumisvara oli toimeksiannossa 100 millimetriä ylöspäin nykyisestä. Toiminnan täytyi olla portaaton, jotta operaattori voi muuttaa pyöräparin korkeutta pylväsaihion mukaan. Lisäksi säädön täytyi olla ohjattavissa sorvauskopista.



Kuvio 11. Keskimäinen pyöräpari, johon korkeudensäätö ideoitiin

Ideointi aloitettiin säädön käyttövoimasta. Käyttövoimaksi valittiin hydraulikka, joka on käytössä myös sorvin muissa toiminnoissa. Lisäksi hydraulikka on käyttökohteeseen hyvin soveltuva, koska sillä saatiin tarvittava nostovoima ja pylvasaihoista johtuvat iskut eivät vahingoita sitä. Pyöräparin kääntyminen täytyi säilyttää sorvin toiminnan kannalta, joten käännön laakerointia ei muutettu. Laakerointiholkki, jossa pyöräpari kääntyy, oli hitsattu sorvin pitkittäin menevään runkopalkkiin.

Ideoinnissa syntyi kaksi vaihtoehtoista ideaa:

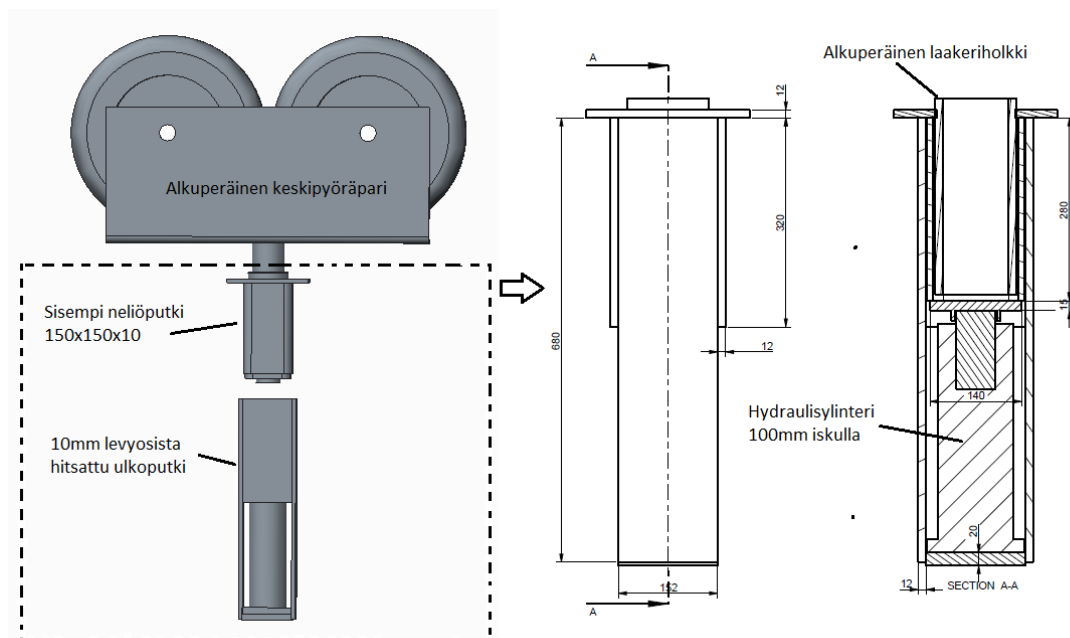
- Ensimmäinen idea oli muuttaa pyöräparin runkoa niin, että pelkät pyörät nousevat hydraulisesti ja muu runko pysyy paikallaan
- Toinen idea oli sijoittaa kääntöholkin alle hydraulisyylinteri, joka saisi liikkeen aikaan ja nostaisi koko keskimmäisen pyöräparin rakennetta.

Pelkkien pyörien nostaminen hylättiin, koska rakenteellisesti ratkaisusta olisi tullut paljon monimutkaisempi ja todennäköisesti herkempi vikaantumiselle. Rakenteeseen olisi jouduttu tekemään lisärakenteita pyöritinlaitteiston väliin. (kuvio 12.)



Kuvio 12. Keskimmäinen pyöräpari ylhäältä kuvattuna

Rakenteellisesti helpommin toteutettavissa oleva koko pyöräparin nostaminen valittiin toteutettavaksi ideaksi. Muutos ideoitii siten, että se pohjautuu sisäkään liikkuviin neliöputkiin, joista ulompi kiinnitetään hitsaamalla sorvin runkopalkkiin ja sisempi keskimmäisen pyöräparin laakerointiholkkiin. Sisemmäksi putkeksi valittiin 150x150x10 mm rakenneputki, jonka alapäähän kiinnitettiin 20 mm levyistä leikattu tukilevy ja yläpäähän suunniteltiin neliön mallinen suoja-levy. Ulompi putkista ideoitii 10 mm vahvuisesta levyistä leikatuista osista, jotka hitsattaisiin sorvin runkoputkeen poistetun laakerointiholkin tilalle (kuvio 13.)



Kuvio 13. Keskipyöräparin korkeudensäädön toteutus

Korkeudensäädön hydraulisylinteri muokattiin yrityksen varastossa olleesta ylimääräisestä sylinteristä. Sylinterin muokkasi paikallinen metallialan yritys, joka lyhensi sylinteriä ja lisäsi alapäähän 20 mm levyistä valmistetun laipan pulttikiinnityksen mahdollistavilla rei'illä. Yläpää oli tasaiseksi katkaistu ja se painui korkeudensäädön sisäputken pohjassa olevaan holkkiin.

3.4.3 Lastunsäätö

Lastunsäätö oli sorvissa toteutettu molemmissa kuttereissa karamoottorilla. Karamoottori liikuttaa vastetta, joka estää terää painumasta liian syväälle pylvasaihion pintaan. Samoja (kuvio 14) karamoottoreita ei ole enää saatavilla markkinoilla, joten tähän piti kehittää ratkaisu.



Kuvio 14. Lastunsäädön karamoottori

Lastunsäädön ratkaisuja mietittäessä tultiin siihen tulokseen, että ei uhrata aikaa uuden ratkaisun kehittelylle. Lastunsäädön alkuperäinen ratkaisu oli mekaanisesti toimiva, joten karamoottoreiden tilalle tilattiin uudet työntövoimaltaan suuremmat versiot. Uusien karamoottoreiden kiinnitys oli hiukan erilainen, mutta ei vaatinut suurempi muutoksia. Karamoottoreiden toimitusaika oli projektin aikataululle liian pitkä ja ne saapuivat seisokin loppuvaiheessa. Moottorit jätettiin varalle odottamaan entisten vikaantumista tai tuotannollisesti hiljaisempaa hetkeä vaihtamiselle.

3.5 Poistopuolen muutostyöt



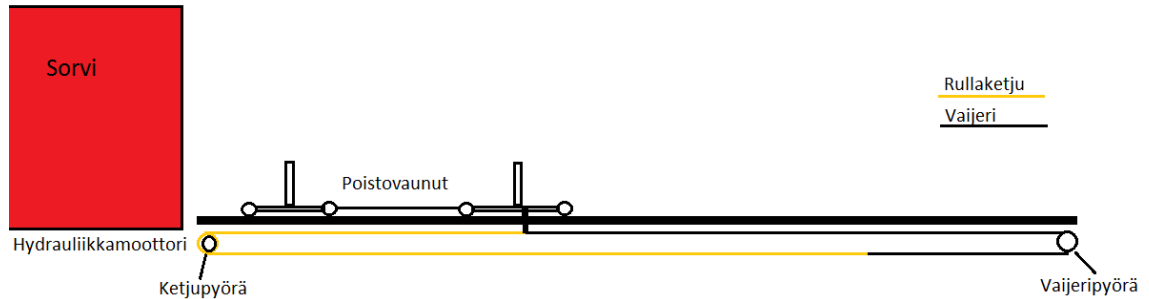
Kuvio 15. Poistorata ja poistovaunut ennen muutoksia

Poistoradan kehitystyötä vaativa ratkaisu perustui johdepalkkiin ja sen päällä kulkeviin vaunuihin (kuvio 15). Ratkaisun ongelma oli johdepalkin ja vaunujen pyörien kuluminen. Kulumisesta johtuen rata olisi vaatinut kokonaisvaltaisen kunnostamisen tulevaisuudessa. Radan käytössä havaittuja ongelmia olivat poistovaunujen välisten hydraulikkaletkujen ja ohjauskaapelin hankautuminen poistoradan runkoa vasten. Hankautuminen johti siihen, että letkuja ja kaapeleita jouduttiin uusimaan turhan usein. Tarkoituksena oli suunnitella 28 metriä pitkän radan ja kahden poistovaunun ratkaisu tukevammaksi ja paremmin toimivaksi sekä ottaa huomioon hydraulikkaletkujen ja ohjauskaapelin liikkuminen.

Poistovaunujen kippausmekanismi toimi hydraulikalla, kuten muutkin sorvin toiminnoista. Käyttövoima ja kippauksen mekaniikka olivat todettu toimivaksi, joten niitä päätettiin käyttää jatkossakin. Hydraulikkakoneikko sen sijaan vaati uusimista ja uudelleen suunnittelua sen huonon huollettavuuden ja käyttötuntien takia.

Vaijeri- ja ketjuvedon yhdistelmää ei lähdetty muuttamaan suunnittelussa. Kuviossa 16 havainnollistetussa järjestelmässä sorvikopin puoleisessa päässä rataa

oleva hydraulikkamoottori pyörittää levyketjupyörää, joka liikuttaa ketjua ja samalla etummaista vaunua. Vaunulta veto välittyy vaijeria pitkin radan toisessa päässä olevan vaijeripyörän kautta takaisin muodostaen rullaketjun kanssa yhdenäisen lenkin.



Kuvio 16. Vaunuja liikuttava järjestelmä

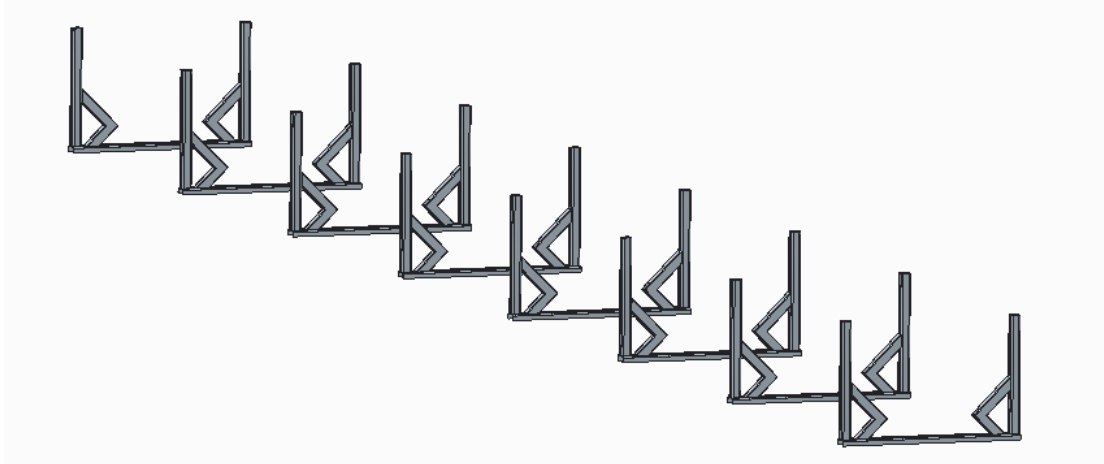
3.5.1 Poistorata

Tuotantolaitoksen alueella on toinenkin pylvässorvi, jolla sorvataan hiukan suurempia pylväitä. Tämän toisen sorvin poisto- ja syöttöpuolen radat ovat rakennettu kiskojen varaan, jolloin vaunut kulkevat kukin neljän kiskopyörän varassa. Suunnittelun kohteena olevan sorvin poistoradan perusidea lähdettiin kehittämään vastaavanlaiselta kiskoihin perustuvalta pohjalta.

Luonnostelun alussa suljettiin pois vaihtoehto täysin uudesta poistoradasta, joten ideointi aloitettiin entisen poistoradan rungon pohjalta. Poistoradan runko perustui pukkeihin, joiden varaan johdepalkki oli tuettuna. Ratkaisua haettiin sellaisista rakenteista, jotka olisi helppo asentaa vanhojen pukkien varaan poistamalla ensin aikaisempi johdepalkki.

Radan päämitat ja pukkien tarkat mitat olivat rajaavat tekijät radan suunnittelussa. Pukkien mitat suhteessa toisiinsa ja paikoitus vaihtelivat, lisäksi maapohjan päällä seisovat pukit olivat eri koroissa. Tästä johtuen runkopukkien varaan suunniteltava ratkaisu ei voinut olla pukin mittoihin sidoksissa, vaan osien asen-

nus täytyi olla mahdollista vaikka radassa olisi vaihtelua. Mitatuista pukeista valittiin yksi ja tehtiin siitä 3D-malli, josta koottiin rataa vastaava ympäristö Creossa (kuvio 17).



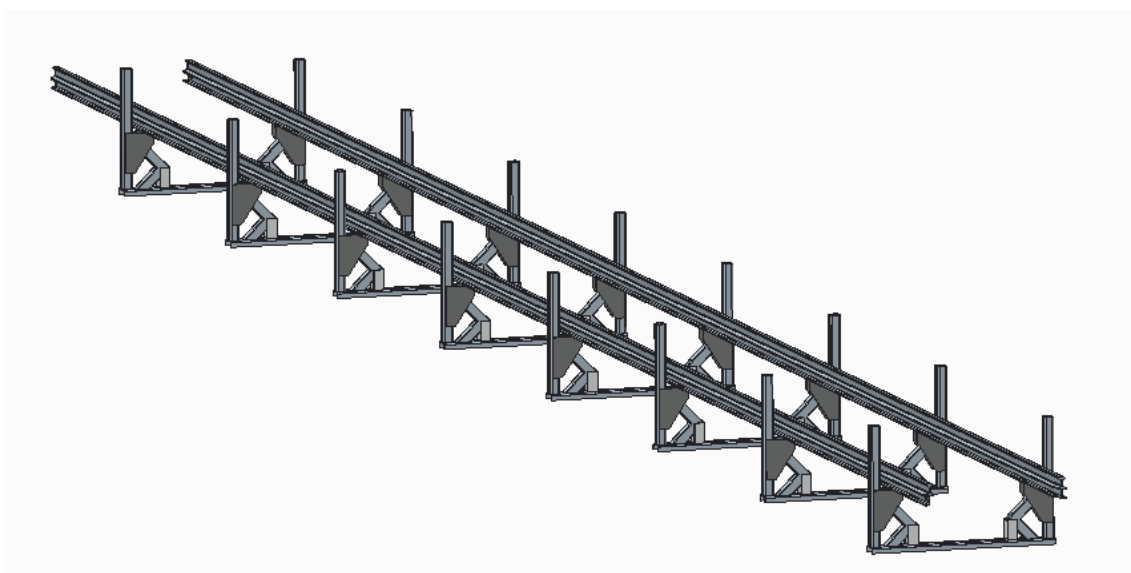
Kuvio 17. Poistoradan pukit ilman johdepalkkia

Ideoinnin aikana kehitettiin eri vaihtoehtoja rataa kannattelevaksi rakenteeksi. Parhaaksi valikoitui kuviossa 18 esitetty ratkaisu, jossa pystyttiin käyttämään mahdollisimman paljon vanhan poistoradan runkoa hyödyksi. Kaikki uudet rakenteet leikataan levystä ja hitsataan kiinni pukkeihin. Radan vaihtelut eivät vaikuta rakenteiden asentamiseen, koska kannattelevat rakenteet tulevat kiinni pukkien pystytolppien sivuille. Rakenteeseen ideoidut osat ovat yksinkertaisia levyosia ja siksi myös kustannustehokkaita.

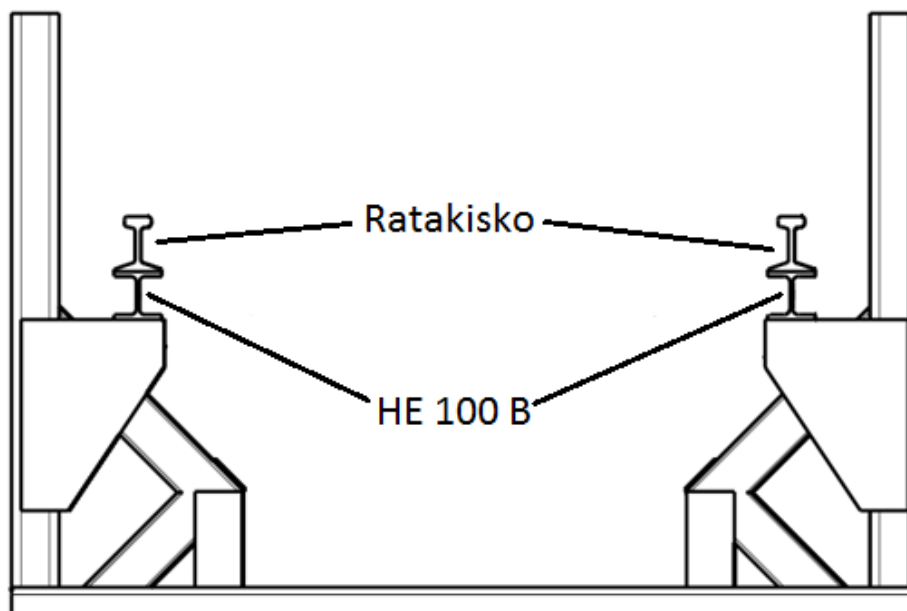


Kuvio 18. Poistoradan kannattelevat rakenteet

Runkopukkien päälle suunnitellun ratakiskon alle mietittiin erilaisia profileja vahvistamaan rakennetta ja lopulta päädyttiin käyttämään HE 100 B tankoa. I-tangon kiinnitys kannatteleviin rakenteisiin sekä ratakiskon ja tangon kiinnitys toisiinsa suunniteltiin toteutettavaksi hitsaamalla. (kuvio 19, kuvio 20.)



Kuvio 19. Poistorata



Kuvio 20. Radan poikkileikkaus

3.5.2 Poistovaunut

Tuotekehitystä kaipaavassa ratkaisussa poistovaunut kulkivat johdepalkin päällä peräkkäin. Ensimmäinen vaunu toimi vetävänä pois päin sorvista liikuttaessa, sekä työntävänä takaisin sorviin päin tultaessa. Vaunujen liikkeen sai aikaan rullaketju- ja vaijerivedon yhdistelmä.

Puun kippauksen hydraulikoneikko oli sijoitettu taempaan vaunuun, josta hydraulikka oli johdettu etummaiseen vaunuun letkuja pitkin. Hydraulikoneikko ja venttiilit kaipasivat uusimista, koska vanha koneikko oli pitkälti sovellettu aikojen saatossa useista eri komponenteista ja ei sisältänyt kaikkia tarpeellisia toimintoja. Vaunujen välillä roikkuvien letkujen ongelmana oli hankautuminen poistoradan runkoon. Koneikon ja venttiilien ohjauskaapeli roikkui myös hankautuen runkopukkeihin.

Poistovaunujen kehitystyö aloitettiin kiskoille sopivasta rakenteesta, joka olisi helppo liittää olemassa olevaan etummaiseen poistovaunuun ja soveltuisi myös hyvin taemman vaunun rakenteen pohjaksi. Rakenteen perusideana oli kiskolta toiselle yltävä akseli, jonka päihin kiskopyörät kiinnitetään.

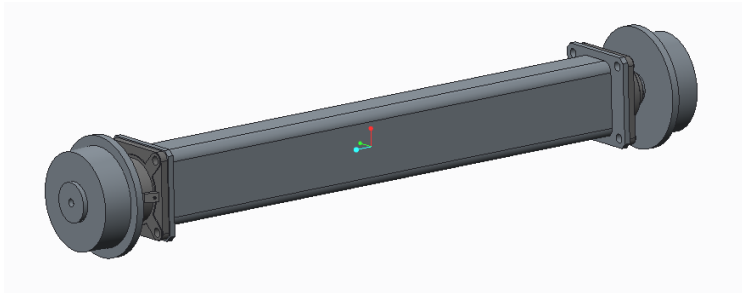
Yhtenä vaihtoehtona oli vastaavanlainen rakenne kuin tuotantolaitoksen alueella olevassa toisessa pylvässorvissa (kuvio 21), jossa vaunun läpi kulkeva akseli on laakeroitu pukkilaakereilla vaunun runkoon.



Kuvio 21. Tuotantolaitoksen toisen sorvin kiskoratkaisu

Rakenteen kopioiminen olisi vaatinut vaunujen rakenteeseen monimutkaisempia muutoksia, joten kehitettiin pienemmillä muutoksilla sovitettava ratkaisu.

Vaunuihin kiinnitettävien palkkiratkaisuiden perustaksi suunniteltiin 150x100x10 mm rakenneputkesta runko, jonka sisällä kulkee kiskolta toiselle yltävä 60 mm halkaisijalla oleva akseli. Akselin päihin suunniteltiin kavennukset, joihin kiskopyörät asennettaisiin lämpösovitteella ja pultilla kiristetyllä varmistuslevyllä. Akselien laakerointi palkkirakenteeseen toteutettiin laippalaakereilla, joiden kiinnitys suoritettiin pulteilla palkin päihin hitsaamalla kiinnitettyihin laippoihin. (kuvio 22.)

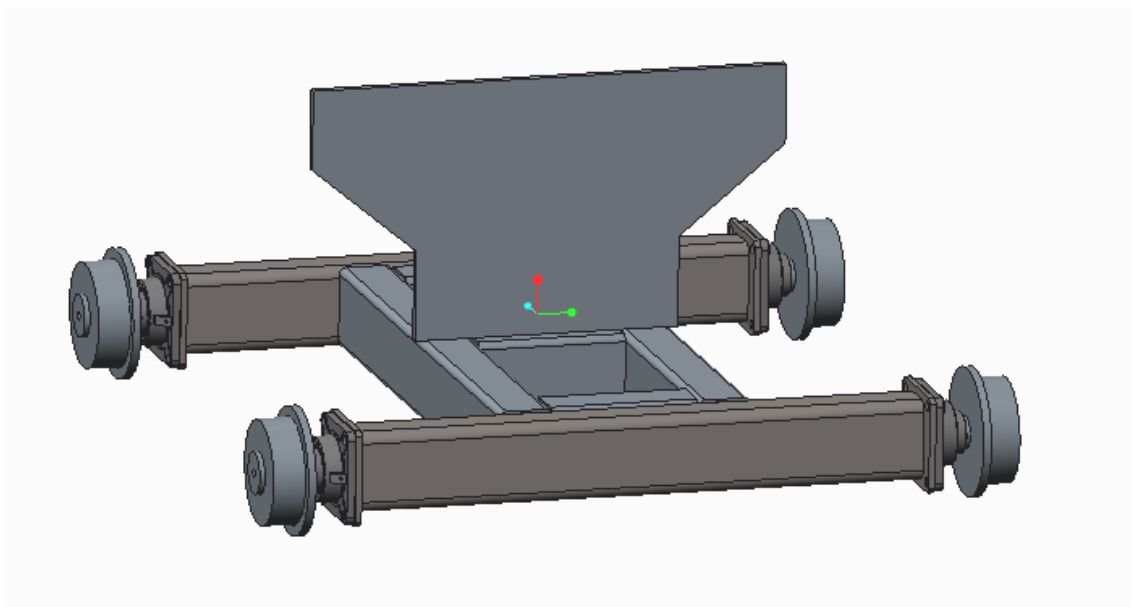


Kuvio 22. Poistovaunujen palkkiratkaisu

Ratkaisussa etummaisena poistovaunun (kuvio 23) pitkittäin menevät runkoputket katkaistiin niin, että poikittaiset putket säilyivät rakenteessa.



Kuvio 23. Etummainen poistovaunu ennen muutoksia



Kuvio 24. Etummaisen poistovaunun rakenne

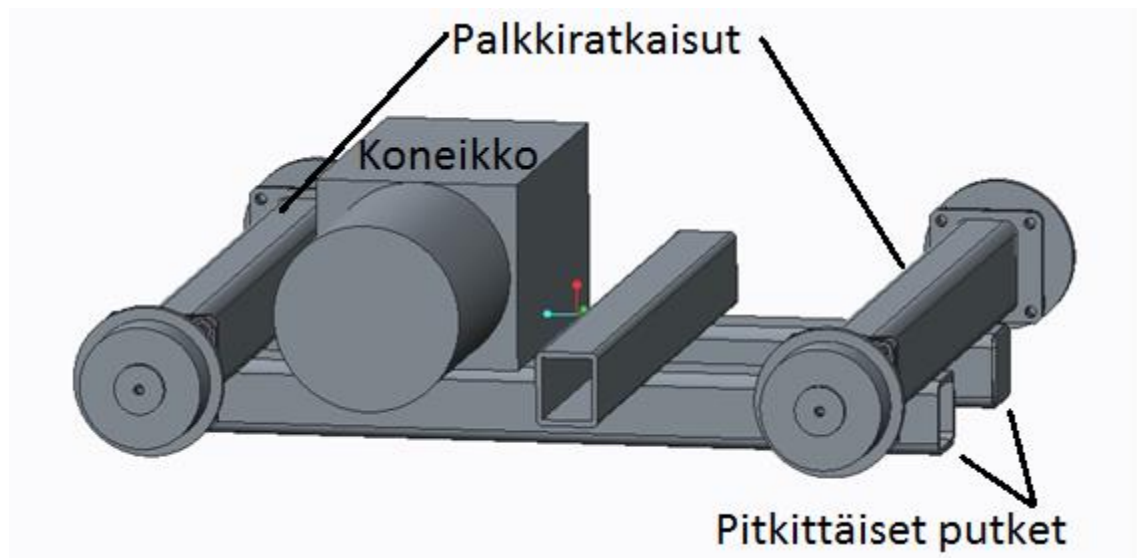
Palkkiratkaisu suunniteltiin kiinnitettäväksi hitsaamalla etummaisen vaunun jäljelle jäävään runkoon. Kuviossa 24 esitetystä 3D-mallista ei ole mallinnettu kippausmekanismia, koska se päätettiin säilyttää entisenlaisena ja sillä ei ole vaikutusta muiden osien suunnitteluun.



Kuvio 25. Taempi poistovaunu ennen muutoksia

Taemman poistovaunun (kuvio 25) suunnittelussa määrävänä tekijänä oli hydraulikkakoneikko. Koneikkoa etsiessä vaatimuksena oli mahdollisimman matala rakenne, jotta saadaan koneikon yläpuolelle mahdollisimman paljon tilaa ja näin ollen eliminoitua sorvatus puun iskeytyminen koneikkoa vasten.

Vaunun rakenteista ei ollut järkevää hyödyntää kuin kippausmekanismi, joten sen suunnittelu aloitettiin samanlaisista palkkiratkaisuista kuin etummaisessa vaunussa (kuvio 22). Taemman vaunun pitkittäiset palkit suunniteltiin tehtäväksi rakenneputkesta, johon valittiin 120x120x10 mm neliöputki. Putki valittiin samankokoiseksi kuin yläpyörittimen rakenneputkiosat tavarantoimittajasta johtuvista kustannussyistä.



Kuvio 26. Taemman poistovaunun rakenne

Pitkittäiset putket suunniteltiin kiinnitettäväksi palkkiratkaisuiden alapintaan, joka toi lisää tilaa koneikolle ja muille rakenteille. Kahdesta putkesta toinen kiinnitettiin keskelle vaunua ajatuksena kuljettaa sen läpi vetolaitteiston ketju etummaiselle vaunulle. Toinen putkista asetoitiin niin, että koneikon toinen pää voidaan kiinnittää siihen. Vaunun keskellä poikittain oleva 120x100x10 mm rakenneputki on kippausmekanismiin kiinnitystä varten uusittu pohjaputki. (kuvio 26.)

3.5.3 Poistoradan ja vaunujen yhteensovittaminen

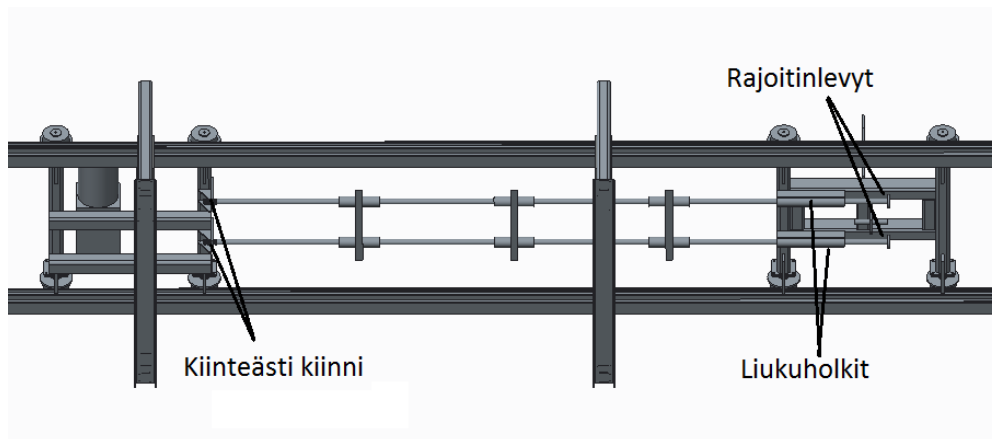
Poistovaunujen rakenteiden suunnittelun jälkeen asennettiin vaunut poistoradan päälle ja suunniteltiin tarpeelliset lisäykset. Poistopuolen yhtenä ongelmakohdaksi oli ohjauskaapelin roikkuminen maata vasten ja hankautuminen rataa kannatteleviin pukkeihin. Tämän ongelman ratkaiseminen muodostui vaikeaksi. Sorvilla sorvataan ympäri vuoden, joten järjestelmän oli kestävä myös talven asettamat vaatimukset.

Kaapelin hankautumiseen haettiin ratkaisua eri vaihtoehdoista:

- Kaapelivaunujärjestelmä. Kaapeli kiinnitettäisiin tasaisin välein kaapelivaunuihin, jotka kulkevat johteessa. Kun poistovaunut liikkuvat, kaapelivaunut seuraavat liikettä ja samalla kaapeli oikenee tai menee kasaan. Kaapelin tarve olisi lähes 30 m.
- Kaapelikelä. Kaapeli olisi kelalla ja vaunujen liike vetäisi kaapelia kelalta. Takaisin kelautuminen pitäisi olla kaapelikelässä itsessään. Kaapelin tarve olisi noin 25 m.
- Aikaisemman ratkaisun säilyttäminen. Kaapeli raahautuisi yhä maata pitkin, mutta ei joutuisi radan uusien rakenteiden ansiosta niin kovalle rasitukselle kuin aiemmin. Kaapelin tarve olisi noin 15 m.

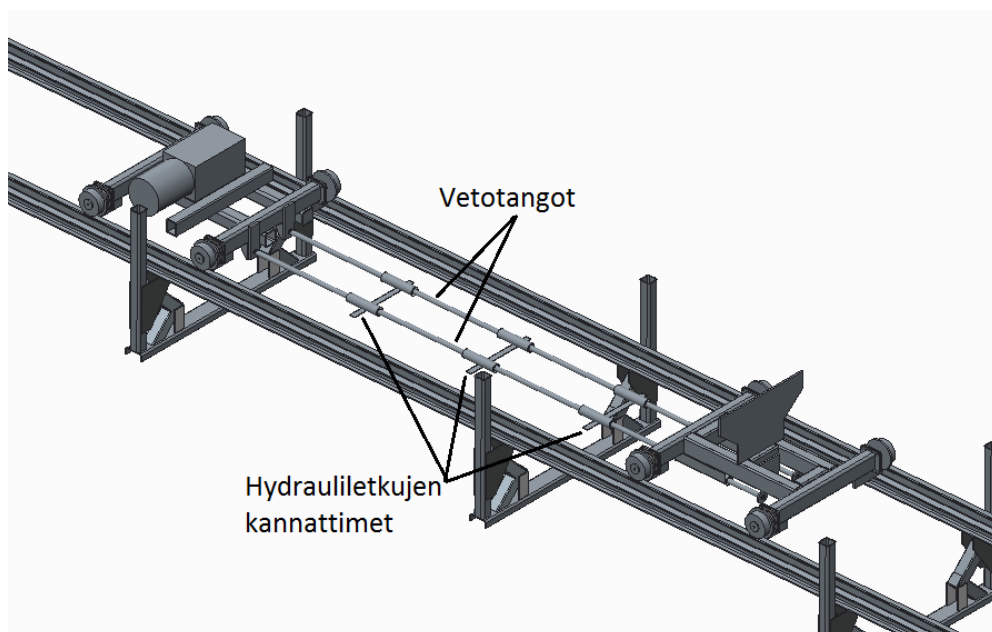
Vaihtoehtoja pohdittiin tarkkaan ja tultiin siihen tulokseen, ettei muuteta kaapeliratkaisua. Muiden ratkaisujen huonona puolena oli kaapelin huomattavasti suurempi tarve ja likaantumisen johtuva vikaantuminen. Kaapelia olisi vaadittu lähes puolet enemmän kuin aikaisemmassa ratkaisussa, jossa kaapeli on kiinni puolessa välin rataa ja taittuu siinä vaunujen kulkiessa ohi. Kaapelikustannuksien ja likaantumisen lisäksi huomioon otettavia seikkoja olivat kaapelivaunujärjestelmän vaatima tila, joka olisi ollut tiukoilla sekä se, että vaadittavan paksulle ja pitkälle monisäikeiselle kaapelille ei ollut tarjolla itsestään sisään kelaavia keiloja.

Poistovaunuista etummainen vetää taempaa perässään, joten tähän kehitettiin taemmassa vaunussa kiinteästi kiinni olevat vetotangot, jotka liukuvat etummaisesta vaunun pohjassa olevien liukuholkkien läpi. Vetotankojen etupäässä on liikkeen pysäyttävät rajoitinlevyt ja jouset, jotka etummaisesta vaunun liikkeessä riittävän pitkällä, vetävät taemman vaunun mukaansa. (kuvio 27.)



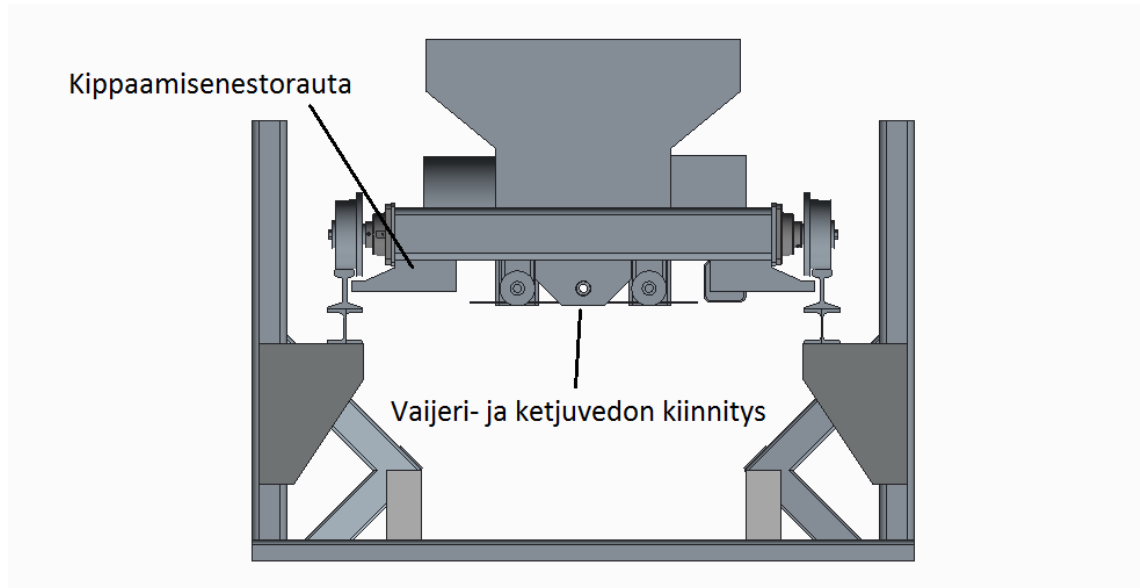
Kuvio 27. Vetotankojen toimintaperiaate

Hydrauliikkaletkujen kannattelulle kehitettiin ratkaisu, jossa letkut kulkevat niin sanottujen "kelkkojen" varassa vaunulta toiselle. Kelkat liukuvat vetotankojen päällä, joten vaunujen etäisyyden muuttuessa kelkat liikkuvat lähemmäs tai kauemmas toisistaan sen mukaan, miten hydrauliikkaletkut oikenevat. (kuvio 28.)



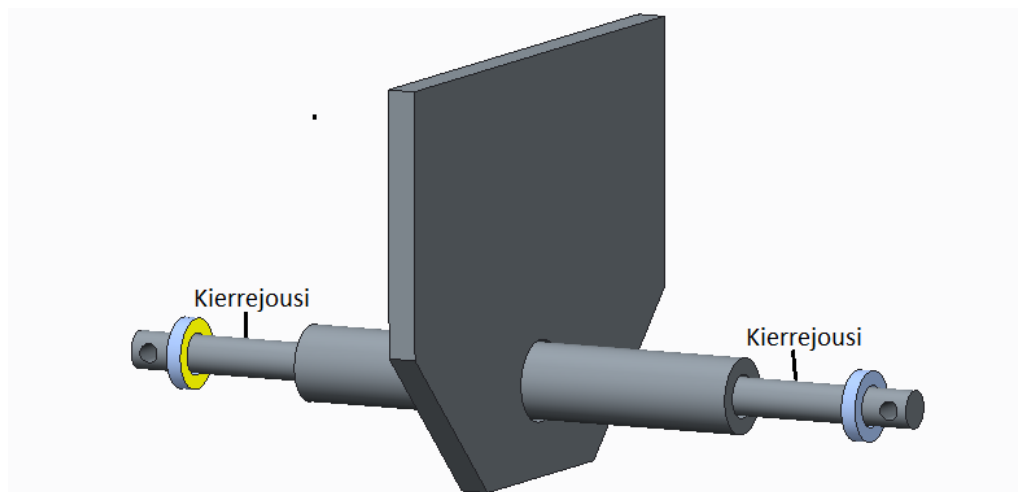
Kuvio 28. Hydrauliikkaletkujen kannattimet ja vetotangot

Vaunujen pysyminen kiskoilla päätettiin varmistaa suunnittelemalla kippaamisen estävät raudat. Kuviossa 29 esitetyt raudat estävät vaunujen liikkumisen ylöspäin ongelmatilanteessa.



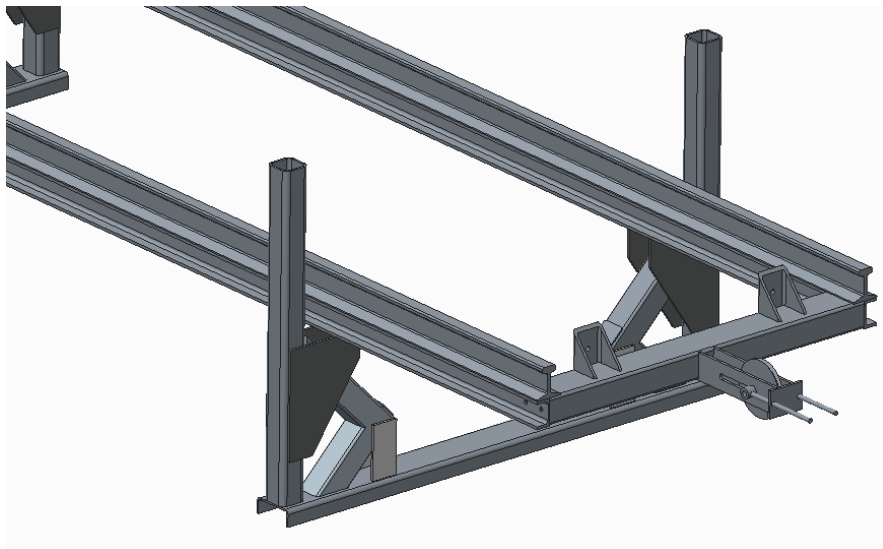
Kuvio 29. Kippaamisenestoraudat ja vedon kiinnitys

Vaunuja liikuttavan vaijerin ja rullaketjun päiden kiinnitys tehtiin etummaisen vaunun pohjaan (kuvio 29). Vaunujen liikkeellelähtö ja pysähtyminen pyrittiin pehmentämään käyttämällä kierrejousia vedon välittävän akselin varressa (kuvio 30).



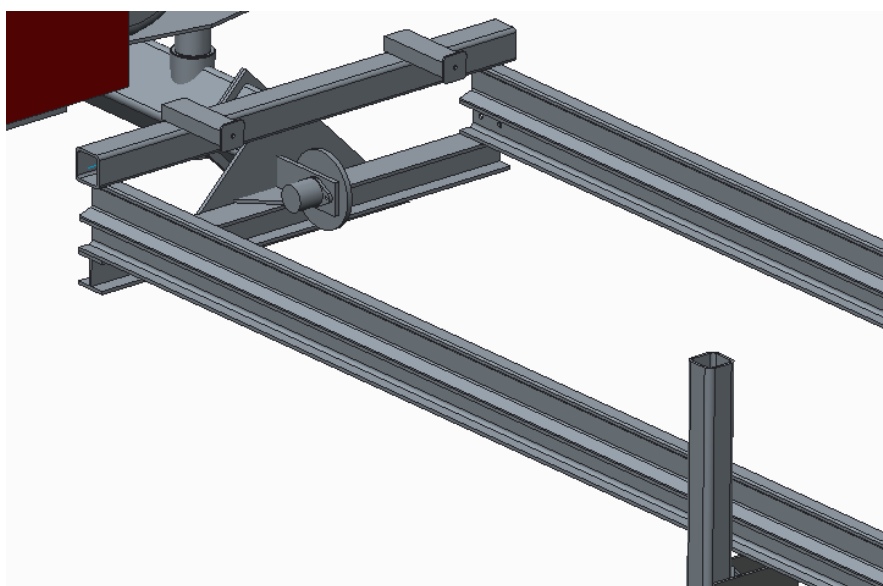
Kuvio 30. Vedon kiinnitys etummaiseen poistovaunuun

Poistoradan päätyyn täytyi suunnitella ratkaisu, joka pysäyttää vaunujen liikkeen ja estää poikkeustilanteessa vaunujen suistumisen radalta. Samaan ratkaisuun yhdistettiin kiinnitys vaijeripyörälle ja vedon kiristykselle. (kuvio 31.)



Kuvio 31. Poistoradan pääty

Sorvinpuoleiseen päätyyn kehitettiin rataa kannatteleva ja muuhun sorvin runkoon liittävä rakenne. Lisäksi ideoitiin kiinnitys hydraulikkamoottorille ja vaunujen liikkeen pysäyttävälle stoppareille. (kuvio 32.)



Kuvio 32. Poistoradan kiinnitys sorvin runkoon

3.5.4 Poistoradan pankkojen korkeudensäätö

Poistoradan lokeroissa on pankot, joiden päälle puut kipataan poistovaunuista. Puihin tehdään lyhennyksiä ja muotoja moottorisahalla työstämällä. Pankkojen korkeus oli ongelmana osalle työntekijöistä johtuen henkilöiden välisistä pituuseroista. Pituserot vaikuttavat henkilöiden työskentelyergonomiaan, koska toiselle henkilölle oikea työskentelykorkeus on toiselle lähes mahdoton ja turhaa räsitusta aiheuttava. Korkeudensäätöön oli tarkoitus kehittää manuaalisesti toimiva järjestelmä, jonka asetusten säätöä voitaisiin avustaa yrityksen materiaalinkäsittelykoneilla tarpeen vaatiessa.

Pankkojen korkeudensäädön kehittäminen jätettiin suunnitteluprosessissa pienemmälle huomiolle, koska sorvauksen jälkeinen työstäminen oli yrityksen toiminnassa vähenemään päin. Tarpeen vähentymisestä huolimatta kehittelyä tehtiin erilaisten korkeudensäätömekanismien keksimiseksi.

Esimerkkejä ideoinnissa syntyneistä ratkaisuista:

- Erikorkuisia korokkeita pankkojen alle, jotka vaihdettaisiin tarpeen mukaan
- Teleskooppijalat pankkoihin, joissa asennon lukitus tapilla läpi putkista

Ideoista huolimatta tarpeeksi yksinkertaiseen ratkaisuun ei päästy. Pankkojen säätö jätettiin ratkaistavaksi myöhemmin tarpeen niin vaatiessa.

3.6 Muut muutokset/korjaukset

Projektin etenemisen ja operaattoreiden haastattelun aikana ilmi tuli parannusehdotuksia:

- Näkyvyyden parantaminen syöttöpuolelle päin
- Pyöritinlaitteiston kardaanien uusinta/kunnostus
- Pääkoneikon hydrauliiikan lämmitin

Nämä muutokset lisättiin modernisoinnin tehtäväliselle.

4 Laitteiston rakentaminen, testaus ja tulosten arviointi

4.1 Rakentaminen

Tuotekehityksen jatkoksi projektiin kuuluivat hankinnoista vastaaminen, sorvin modernisoinnin aikainen organisointi ja työnjohto. Komponenttien tilaamista, valmistettävien osien tilaamista tai työnjohtamista ei käsitellä tarkemmin tässä opinnäytetyössä.

Laitteiston rakentaminen tehtiin elokuussa 2015, kolmen viikon tuotannon pysäytyksen aikana. Takarajana pidettiin elokuun loppua. Seuraavaksi käydään karkeasti läpi laitteiston rakentamisen vaiheita.

Esivalmisteluina tehtiin leikkauksesta saapuneiden ja tavarantoimittajilta tilattujen osien kokoonpanoa kokonaisiksi rakenteiksi. Yrityksen oman kunnossapidon henkilöstö kokosi ja valmisti sorvin modernisointiin tarvittavia komponentteja. Esivalmistelut nopeuttivat sorvin uudelleenrakennusvaihetta, sillä esimerkiksi poistovaunuihin suunnitellut palkkiratkaisut (kuvio 33) sekä yläpyörin ja keskipyöräparin osat pystyttiin hitsaamaan kokoon ennen tuotannon pysäyttämistä.



Kuvio 33. Poistovaunujen palkkiratkaisut

Purkaminen aloitettiin samanaikaisesti useammasta kehityskohteesta. Poistopuolen purkaminen ei aiheuttanut vaikeuksia ja purkutyöt olivat lähes valmiina työpäivän jälkeen. Poistovaunut irrotettiin radasta ja vietiin tuotantolaitoksen korjaamolle, jossa muutostyöt aloitettiin.

Pyöritinlaitteiston purkutyöt sujuivat myös ongelmitta, sillä muutamaan kuu-
kautta aikaisemmin jouduttiin purkamaan kunnossapitotoimenpiteiden takia osa
sorvin pyöritinlaitteistoa, joten laitteiston rakenne oli tuoreessa muistissa. Pyöri-
tinlaitteiston muutostöitä vaativat osat vietiin korjaamolle.

Rakennustyöt aloitettiin suoraan purkutöiden perään sitä mukaa, kun se oli mahdollista. Poistoradan kokoonpano (kuvio 34) alkoi korkomerkkien vaaitsemi-
sella pukkeihin, jotta uusi rata saataisiin alkuperäiseen korkoon ja vaakatasoon. Radan uudet rakenteet linjattiin myös pituussuunnassa suoraan käyttämällä lin-
jalankaa keskilinjana, josta rakenteiden kiinnityskohdat mitattiin. Näillä toimenpi-
teillä radasta saatiin mahdollisimman suora riippumatta siitä, millaisessa ko-
rossa tai linjassa radan runkopukit olivat. Linjauksien jälkeen radan rakenteiden
asentamisessa ei ilmennyt isoja ongelmia. Kannattelevat rakenteet sopivat pai-
koilleen, kuten oli suunniteltu.



Kuvio 34. Poistoradan rakennustyöt käynnissä

Poistovaunujen muutostöissä ei ilmennyt ongelmia ennen kuin kiskopyörien asennusvaiheessa. Ongelmia tuotti turhan tiukka lämpösoviste kiskopyörän ja vaunun akselin välillä, jonka vuoksi sovittamiseen kului turhaan aikaa. Poistovaunujen muutostöihin arvioitu ajankäyttö ylittyi muiltakin osin. (kuvio 35.)



Kuvio 35. Poistovaunut rakennusvaiheessa

Pyöritinlaitteiston (kuvio 36) muutustyöt sujuivat suunnitellusti ja mallinnetut osat sopivat paikoilleen juuri niin kuin oli tarkoitus. Keskipyöräparin nostomekanismiin lisättiin rakennusvaiheessa lisäsuojat ylälaipan sivuille.



Kuvio 36. Yläpyörittimen runko ja keskipyöräparin säätö paikoillaan

4.2 Testaus ja tulosten arviointi

Rakennusprosessin loppusuoralla aloitettiin laitteiston testiajo. Testaamisen alussa huomattiin pyöritinlaitteistossa ja poistopuolen toiminnassa ongelmia. Poistopuolen vaunua liikuttava vaijeri- ja ketjuvedon yhdistelmä roikkui kiristämisestä huolimatta melko matalalla, mistä aiheutui hankausta maata vasten. Ketjun ja vaijerin painosta aiheutuvaa vetoa alaspäin ei suunnitteluprosessissa osattu ottaa huomioon tarpeeksi hyvin. Korjaustoimenpiteeksi kehitettiin kouru (kuvio 37), missä alempi osa vaijerista ja ketjusta kulkevat. Korjauksen jälkeen tilanne parani huomattavasti.



Kuvio 37. Poistopuolelle lisätty kouru

Toinen ongelma oli poistovaunujen kippausjärjestelmän hitaus. Ongelmaa tutkittiin ja lopulta selvisi, että hydraulikkakoneikon tilauksessa oli sattunut virhe, joka johti liikkeen hitauteen. Koneikon tuotto oli lähes puolet pienempi kuin entisessä koneikossa johtuen sähkömoottorin puolta pienemmästä kierrosluvusta. Pumpun kuutioilavuus oli vastaava kuin entisessä, mutta kierrosluvun ollessa pienempi myös tuotto oli alhainen. Ongelmaan saatiin ratkaisu vaihtamalla isompi kuutioilavuuksinen hydraulikkapumppu. Pumpun vaihdon jälkeen kippauksen mekaniikassa ei ilmennyt ongelmia.

Pyöritinlaitteiston testiajossa ilmeni kaksi ongelmaa. Ensimmäiseksi huomattiin keskipyöräparista johtuvien hydraulikkamuutosten aiheuttaneen ongelmia muissa sorvin toiminnoissa. Hydraulikkaan tilattu uusi venttiilien pohjalevy oli erilaisella periaatteella toimiva kuin aikaisempi. Tilanne korjattiin sillä, että asennettiin aikaisempi pohjalevy takaisin ja ”ryöstettiin” keskipyöräparille käyttövoima eri kohdasta hydraulikkalinjaa. Keskipyöräparin nostoa säättävä venttiili asennettiin omalla pohjalevyllään erilleen muista venttiileistä.

Toinen pyöritinlaitteiston korjauskohde oli yläpyörittimen liikerata, jonka liikettä päätettiin rajoittaa sorvauksen sujuvuuden parantamiseksi. Yläpyörittimen liikerata rajautui aikaisemmin pelkästään sylinterin liikkeen mukaan, jolloin liikerata oli turhan laaja. Pyörittimeen lisättiin liikettä rajoittavat stopparit (kuvio 38).



Kuvio 38. Yläpyörittimen liikkeen rajoittavat muutokset

Kokonaisuutena modernisointi onnistui odotusten mukaisesti. Suunnitellut komponentit sopivat paikoilleen niin kuin oli tarkoitettu. Ongelmia rakennusprosessissa aiheutti hydraulikka, josta ei ollut tarvittavaa kokemusta. Kokemuksen puute hydraulikkapuolelta näkyi vääränlaisina komponentteina. Väärät komponentit eivät olleet kustannuksiltaan suuria, mutta viivyttivät projektia ja veivät turhaan tuottavaa aikaa tuotannosta. Modernisointiprosessin yhteydessä maalattiin sorvin metallirakenteet ja tehtiin muita kunnossapidollisia toimenpiteitä. Projektin lopputuloksena tuotanto saatiin uudelleen käyntiin.

5 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli modernisoida pylvässorvin mekaanisia ratkaisuja. Työ rajattiin sorvaukseen vaikuttavan laitteiston ja poistopuolen kehittämiseen. Kesän 2015 aikana tehdyn projektin toiminnallisen osan lähtökohtana oli, että sorvin modernisointi suunnitellaan ja toteutetaan elokuun 2015 loppuun mennessä. Toimeksiantoon liittyivät myös projektin organisointi, komponenttien ja materiaalien tilaaminen ja työnjohto.

Projektin alussa asetettuihin tavoitteisiin päästiin ja tuloksena tuotekehityksestä on paremmin toimiva ja luotettavampi pylvässorvi. Projektin merkitys oli mielestäni sorvin toiminnalle melko suuri, sillä ilman uusia rakenteellisia ratkaisuja olisi yritys kunnostanut sorvin aikaisemman mekaniikan ja parannuksia tuotannon tehokkuuteen ja luotettavuuteen ei olisi saatu. Kehitystyö onnistui toimeksianton mukaisella tavalla ja uusien ratkaisujen sisäänajon ja hienosäätöjen jälkeen sorvin toiminta on sujuvaa.

Projekti toi ilmi kehitysideoita ja osa alkuperäisen toimeksianton kehityskohteista jäi suunnitteluasteelle. Yrityksellä on tarkoitus kehittää sorvia samaan suuntaan kuin modernisoinnissa kehitetyt ratkaisut. Yksi kehityksen kohteista on syöttöpuoli, johon on ideoitu vastaavanlaista kiskoihin perustuvaa rakennetta kuin poistopuolella. Tulevaisuuden suunnitelmia ovat myös sorvin automatiikan ja ohjauksen modernisointi.

Opinnäytetyö oli oman kehittymisen kannalta hyödyllinen. Se oli mielenkiintoinen haaste, josta sain paljon suunnittelukokemusta ja tietoa siitä, mitä projektin johtaminen vaatii. Projekti antoi itseluottamusta ja kasvatti uskoa omaan näkemykseen, mutta myös opetti mitä osa-alueita omassa toiminnassa täytyy jatkossa parantaa. Hankinnoista vastaaminen oli osa projektia, joten tuotteiden etsiminen toimittajilta ja yrityksen aikaisemmat suhteet muihin yrityksiin antoivat paljon eri kanavia palveluiden, komponenttien ja materiaalien hankintaan tulevaisuudessa.

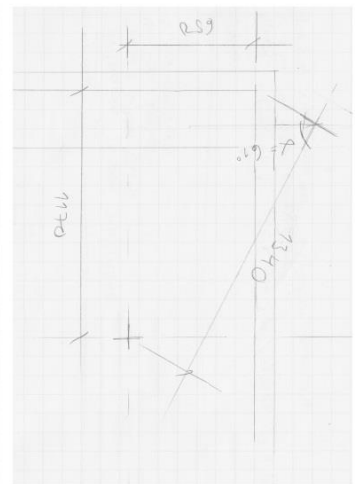
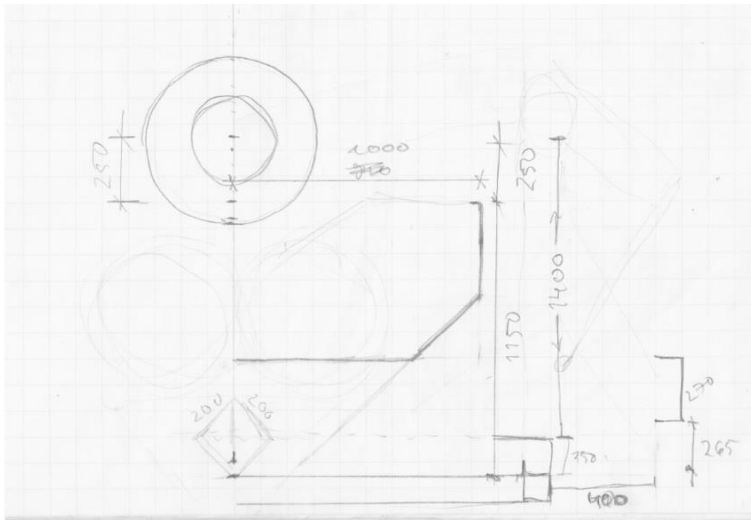
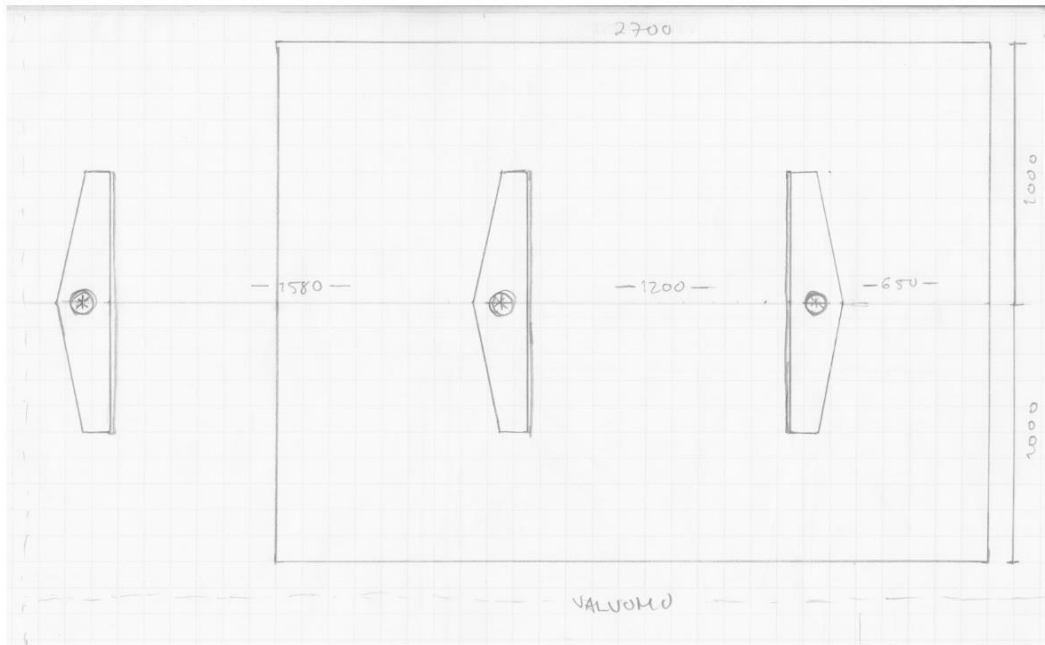
Lähteet

1. Iivari Mononen Oy. Konserni. 2016. <http://www.iivarimononen.fi/konserni/>
3.2.2016
2. Pahl, G. & Beitz, W. 1990. Koneensuunnitteluoppi. 2. painos. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.
3. Mertanen, J. 2014. Tuotekehitys kurssin opintomateriaali. Karelia Ammattikorkeakoulu

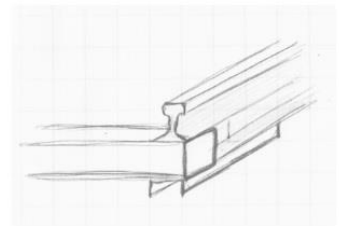
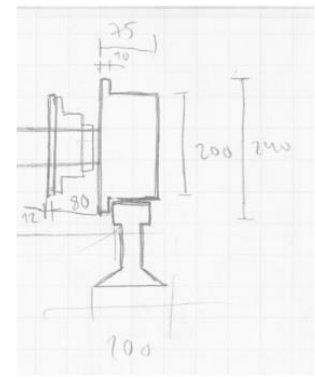
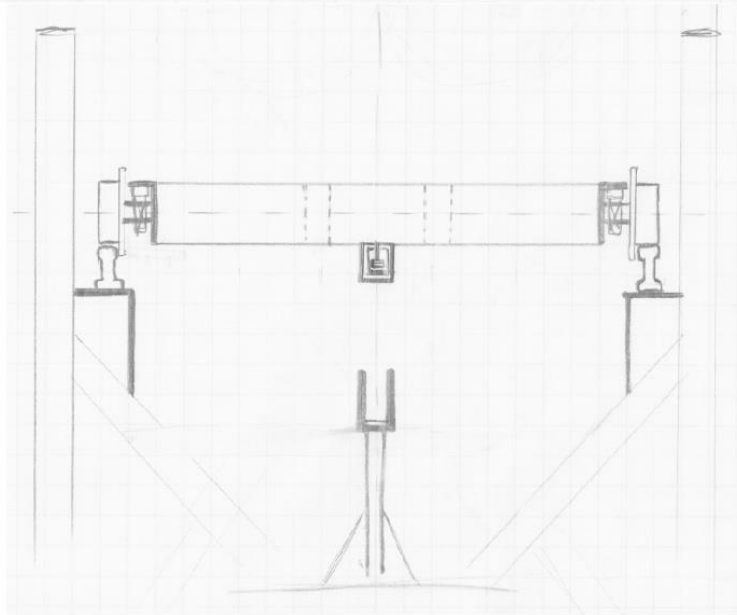
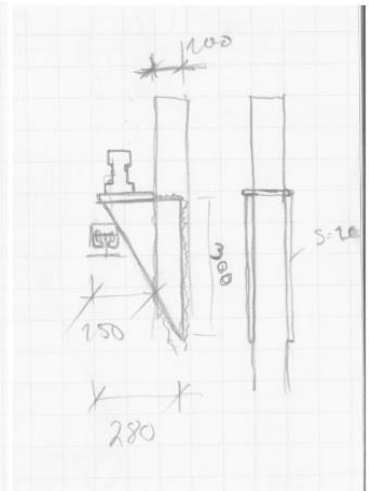
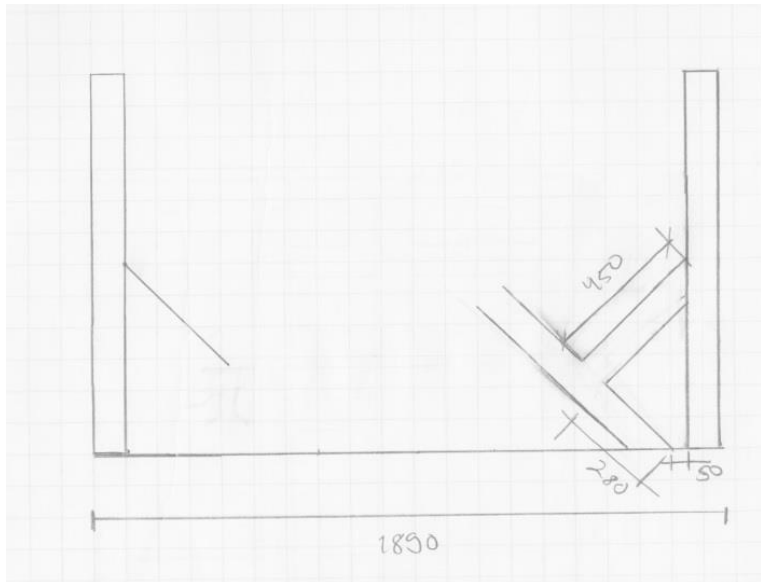
Liitteet

Liite 1	Sorvin rakenteiden luonnokset
Liite 2	Sorvin rakenteiden valmistuspiirrokset

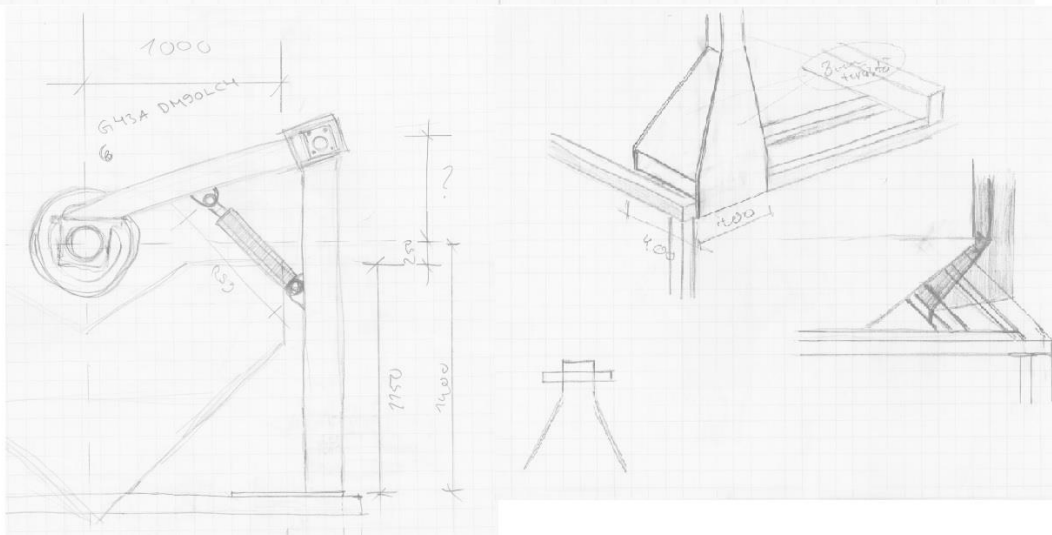
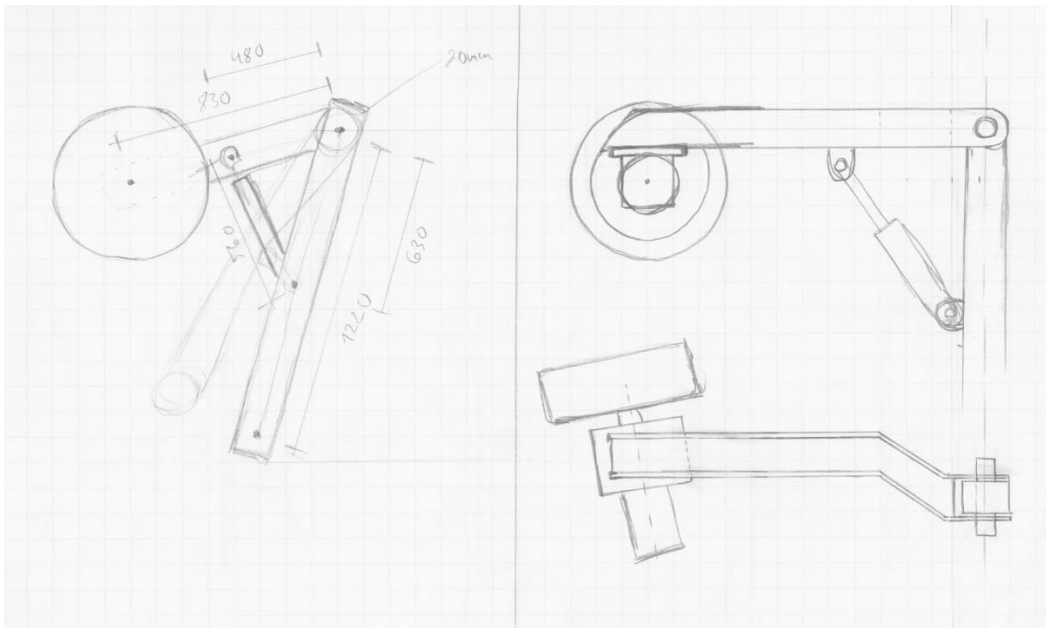
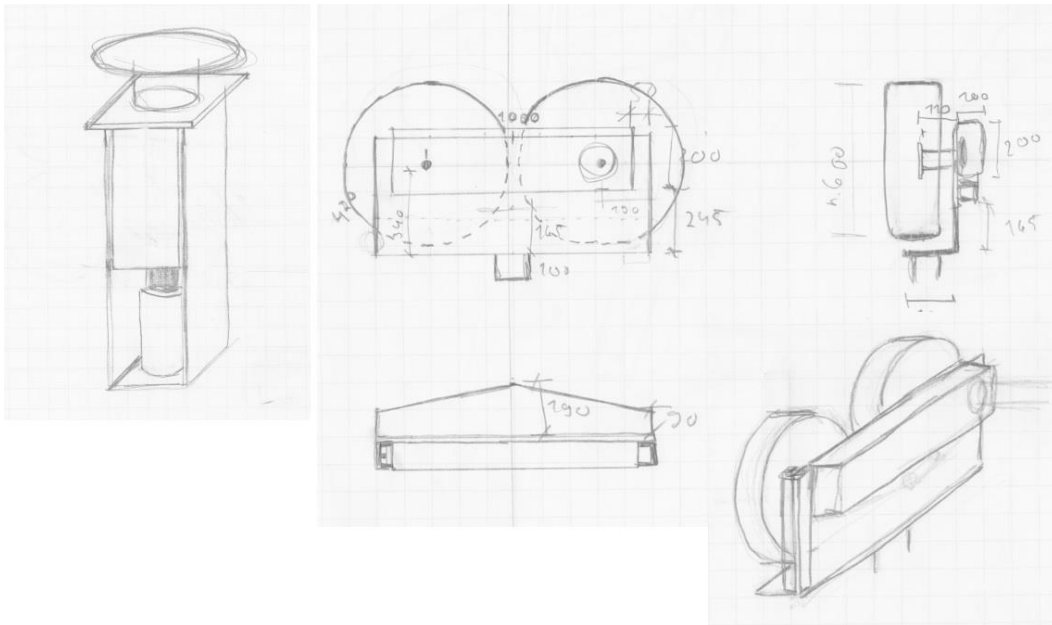
Sorvin rakenteiden luonnokset



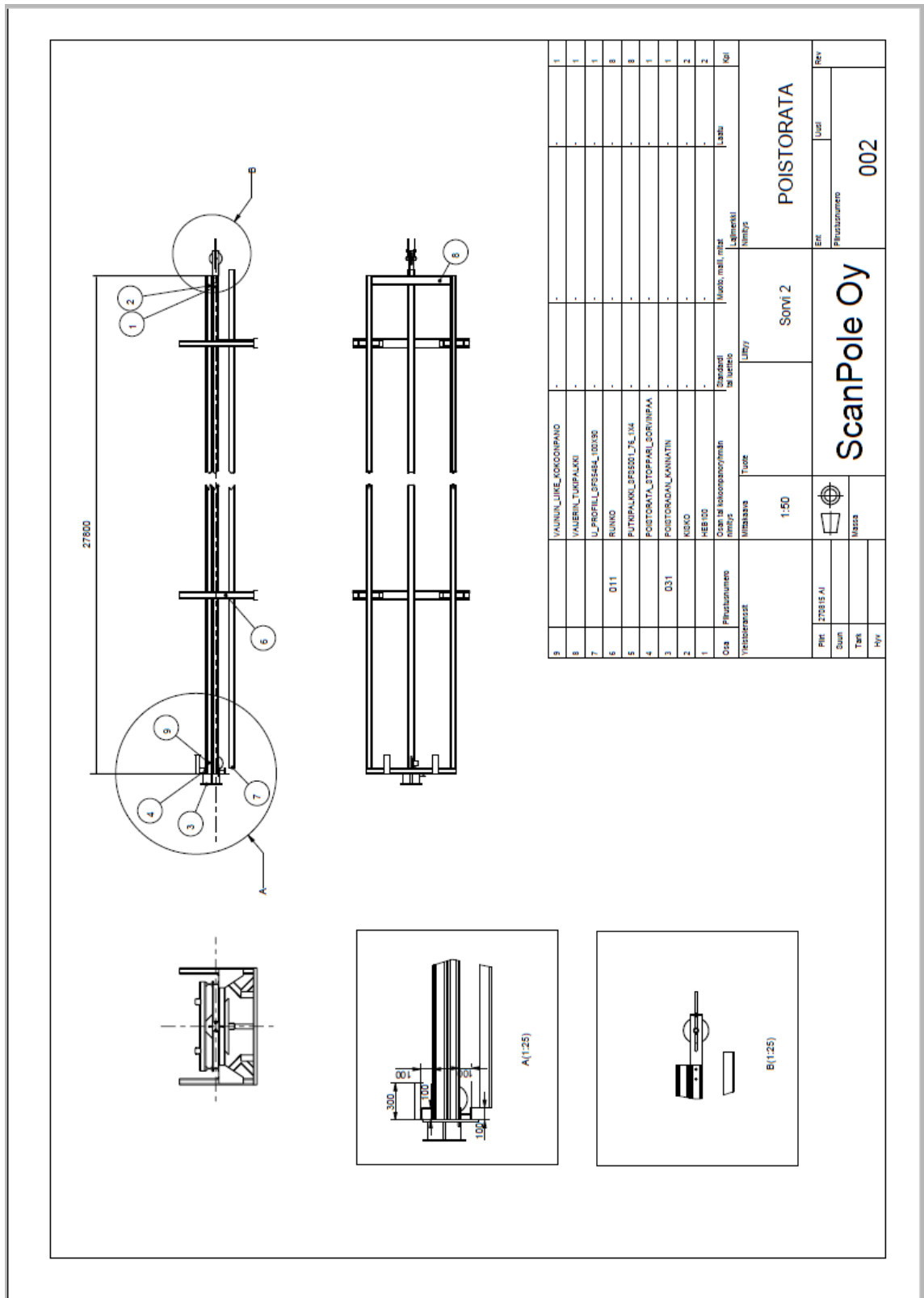
Sorvin rakenteiden luonnokset



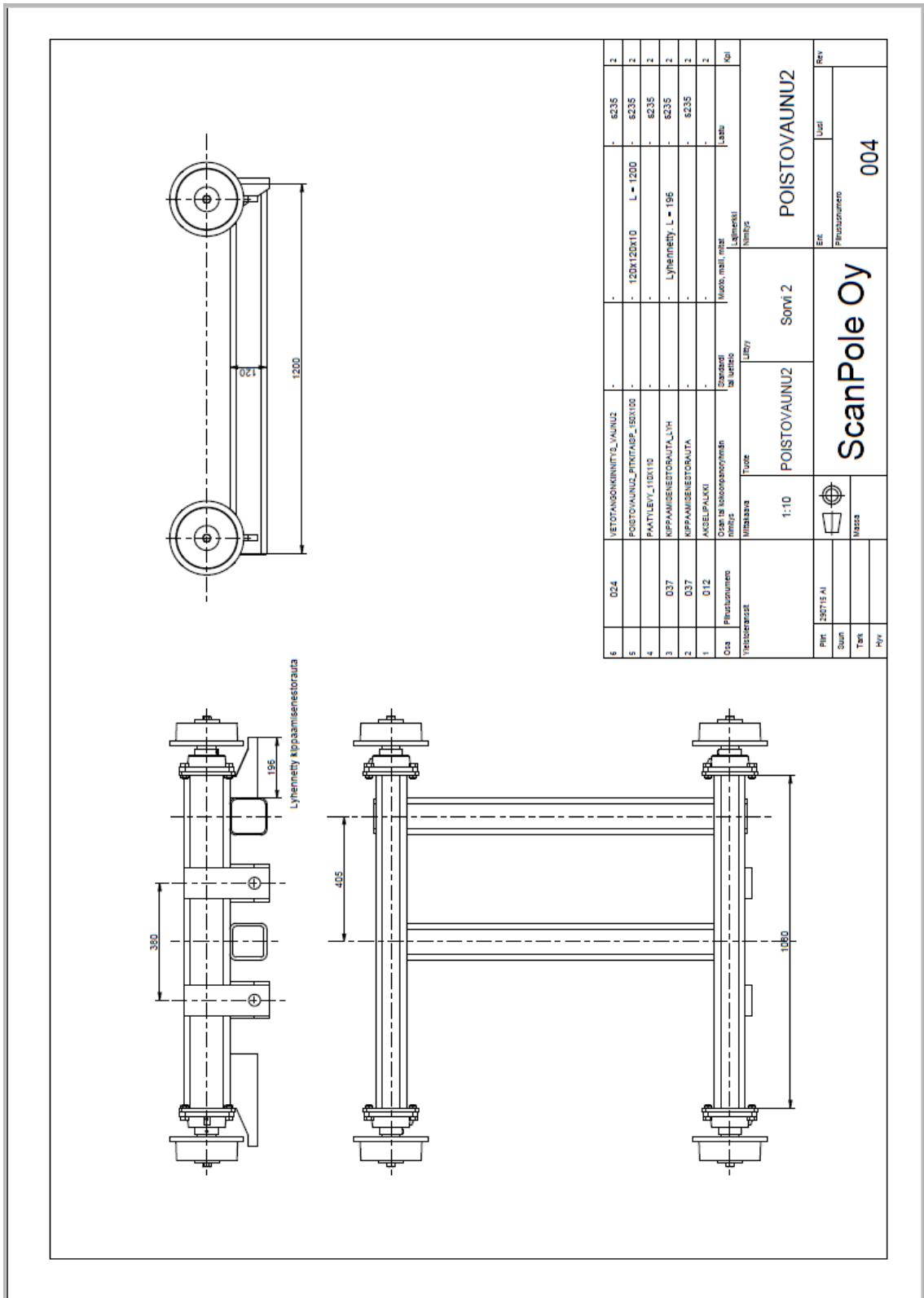
Sorvin rakenteiden luonnokset



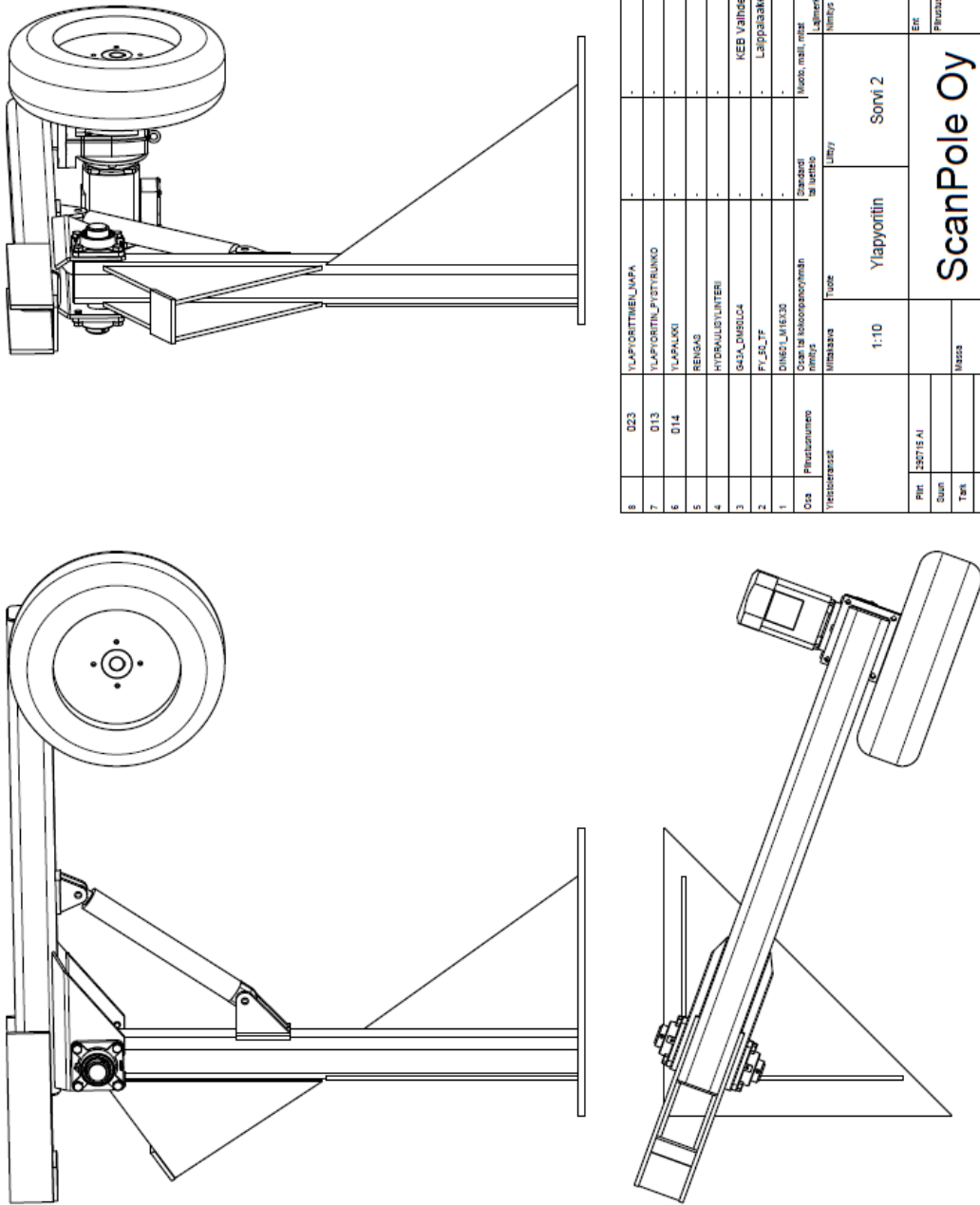
Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset

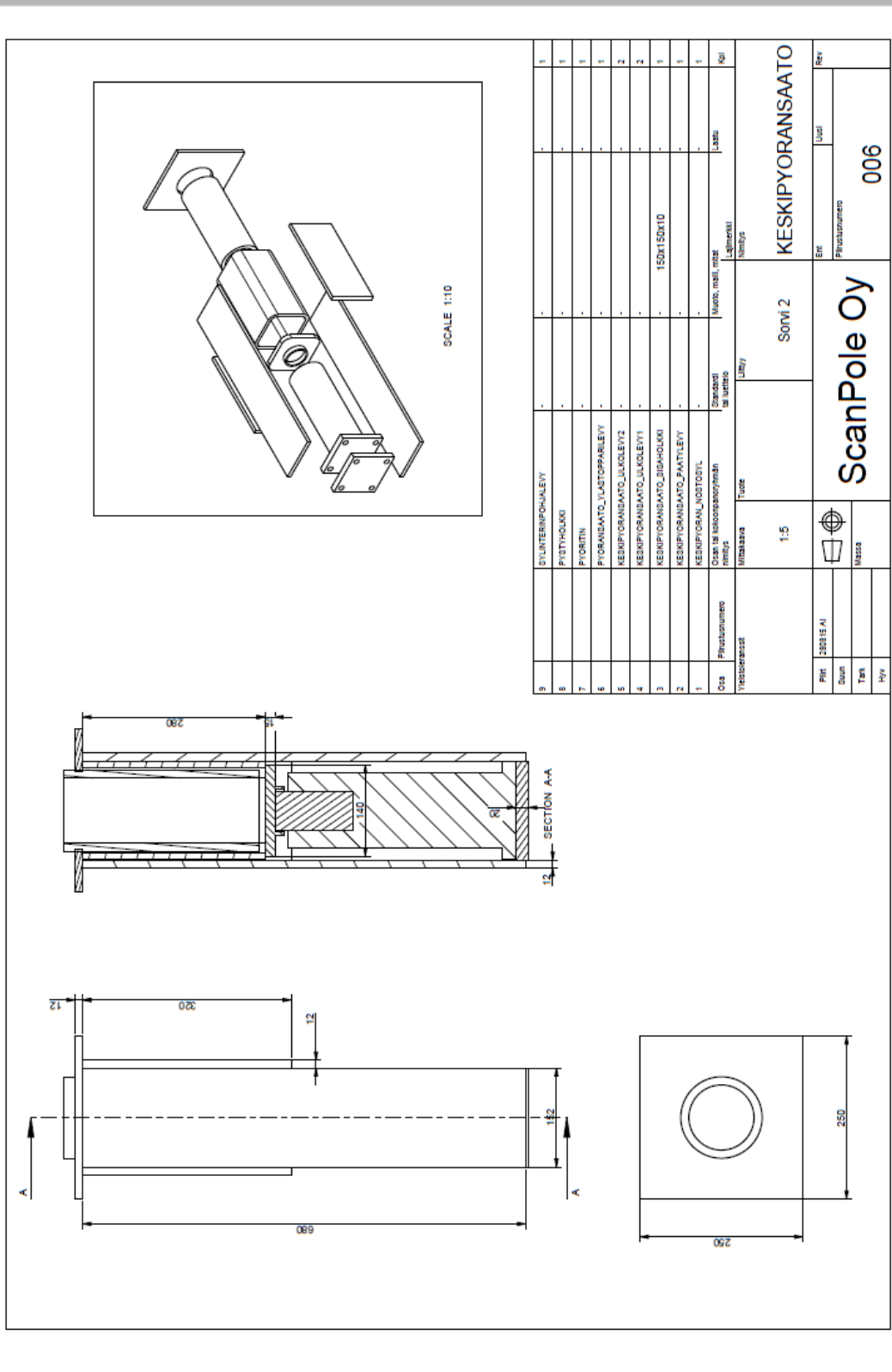


Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



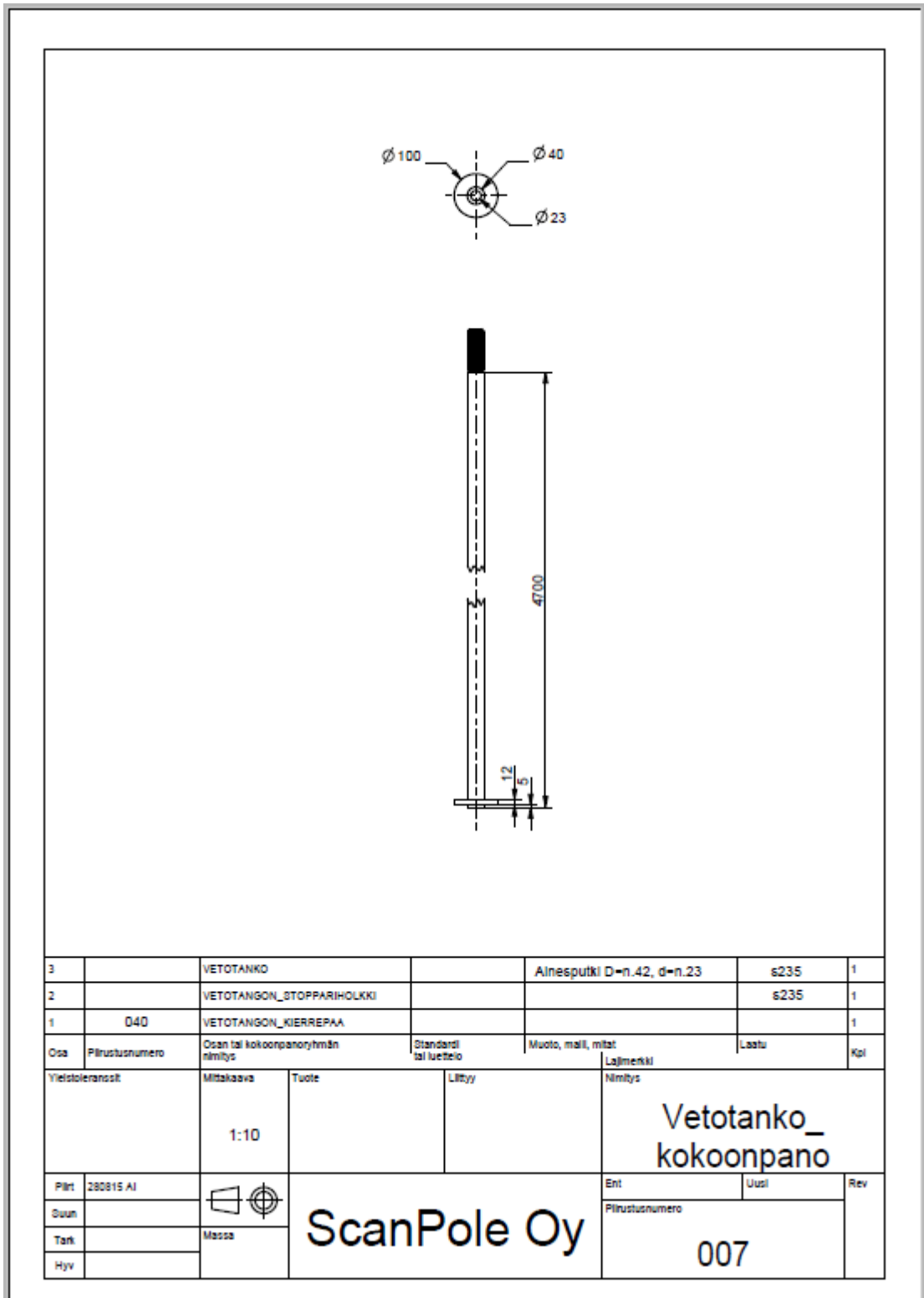
8	023	YLAPYORITIMEN_LMFA	-	-	-	1
7	013	YLAPYORITIN_PYSTYRUNKO	-	-	-	1
6	014	YLAPALOKKI	-	-	-	1
5		RENGAS	-	-	-	1
4		HYDRAULISETILANTERI	-	-	-	1
3		049A_DM80L04	-	-	-	1
2		FK_05_7F	-	-	-	1
1		DN85L_M16X30	-	-	-	8
Osa	Freudsonumero	Osan tai kokonaisuuden nimi/ku	Stanssidi	Liity	Muoto, malli, mitat	Laatu
Yhteisö	Freudsonumero	Mittakaava	Tuote	Liity	Laajennus	Käi
		1:10	Ylapyoritin	Sorvi 2	YLAPYORITIN	
PIR	280715 AU	ScanPole Oy		Etc	Juuri	Rev
Suun				Freudsonumero		005
Tek						
Hyy						

Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset

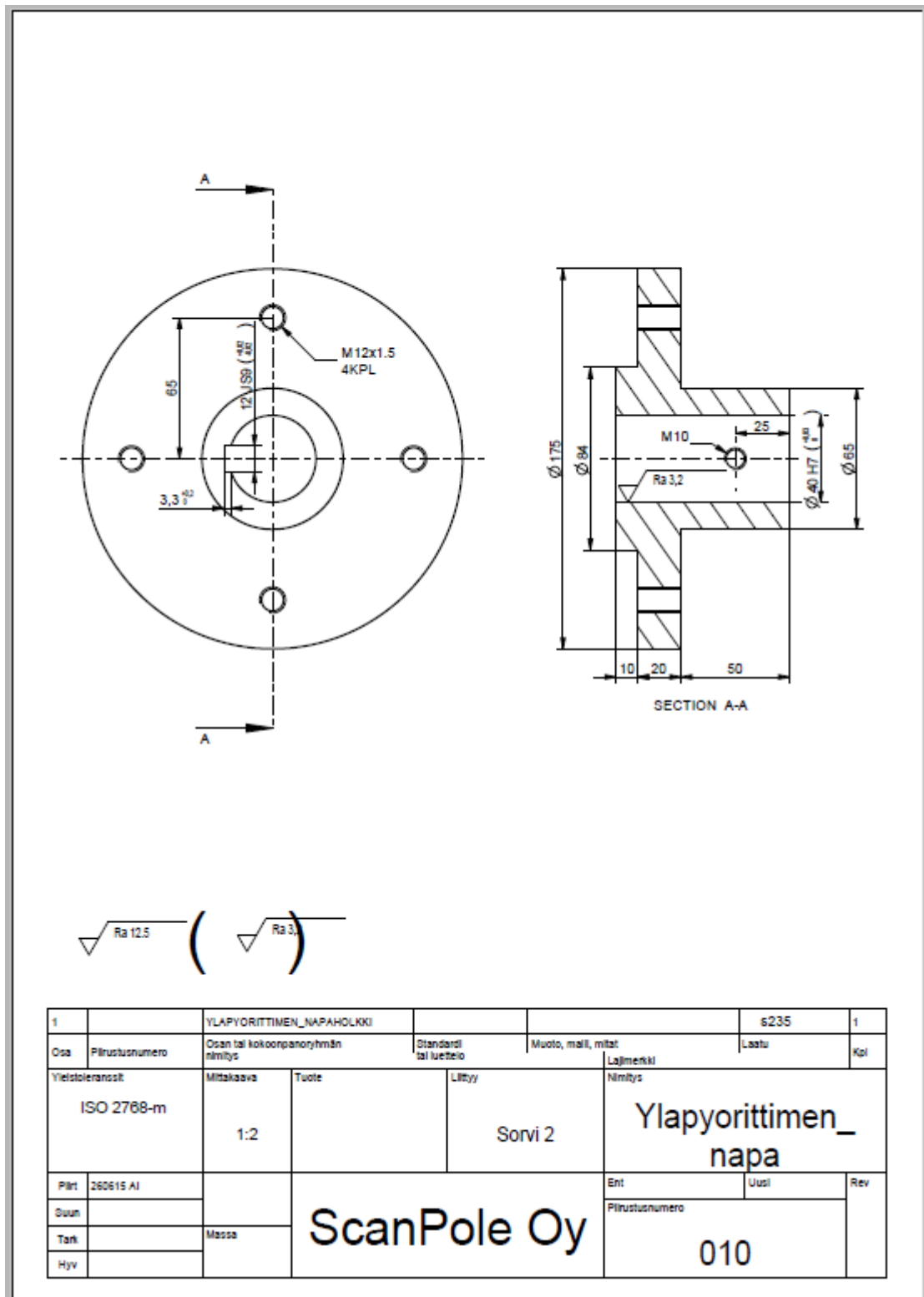


9	DIVULTEMPONHALEVIY	-	-	-	1
8	PYSTYHOIKKI	-	-	-	1
7	PYÖRTÖN	-	-	-	1
6	PYÖRÄKÄNTÖ_LUOTTORIILEVIY	-	-	-	1
5	KESKIPYÖRÄKÄNTÖ_LUKOLEVIY2	-	-	-	2
4	KESKIPYÖRÄKÄNTÖ_LUKOLEVIY1	-	-	-	2
3	KESKIPYÖRÄKÄNTÖ_SISÄHOIKKI	-	-	150X150X10	1
2	KESKIPYÖRÄKÄNTÖ_PAKITILEVIY	-	-	-	1
1	KESKIPYÖRÄKÄNTÖ_NOSTODIYL	-	-	-	1
Cos	Phuotuumenno	Oskari tai kokoonpanotyömaan	Standardi	Muoto, määtt. määtt.	Kuusi
Tuoteselitys	Ulkomaalaus	Tuote	Liity	Liiminki	Kuusi
		1:5	Sorvi 2	KESKIPYÖRÄNSAATO	
PHI	250015 AI			Eik	Uusi
Swan				Phuotuumenno	006
Tark					
Hyy					

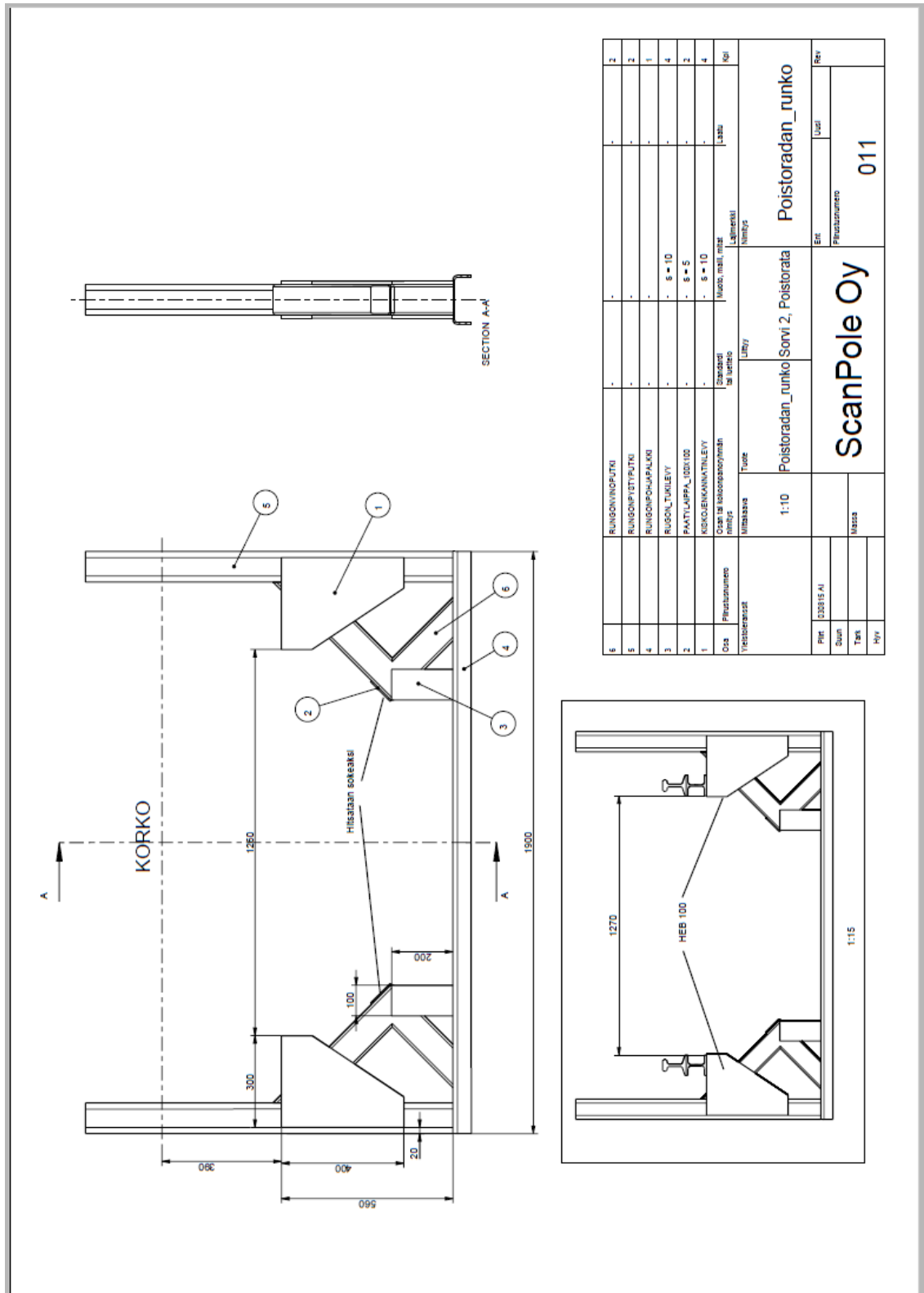
Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



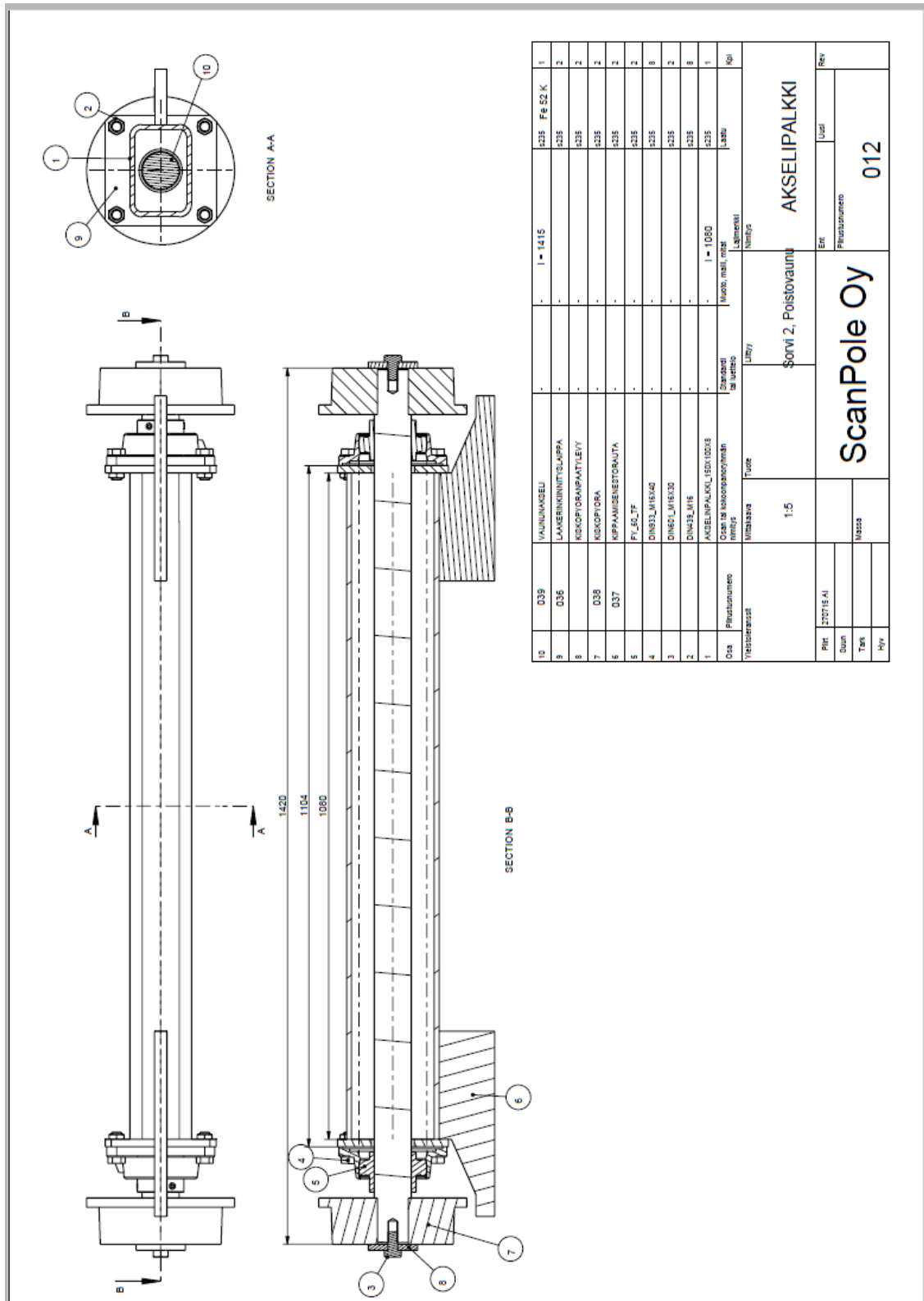
Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset

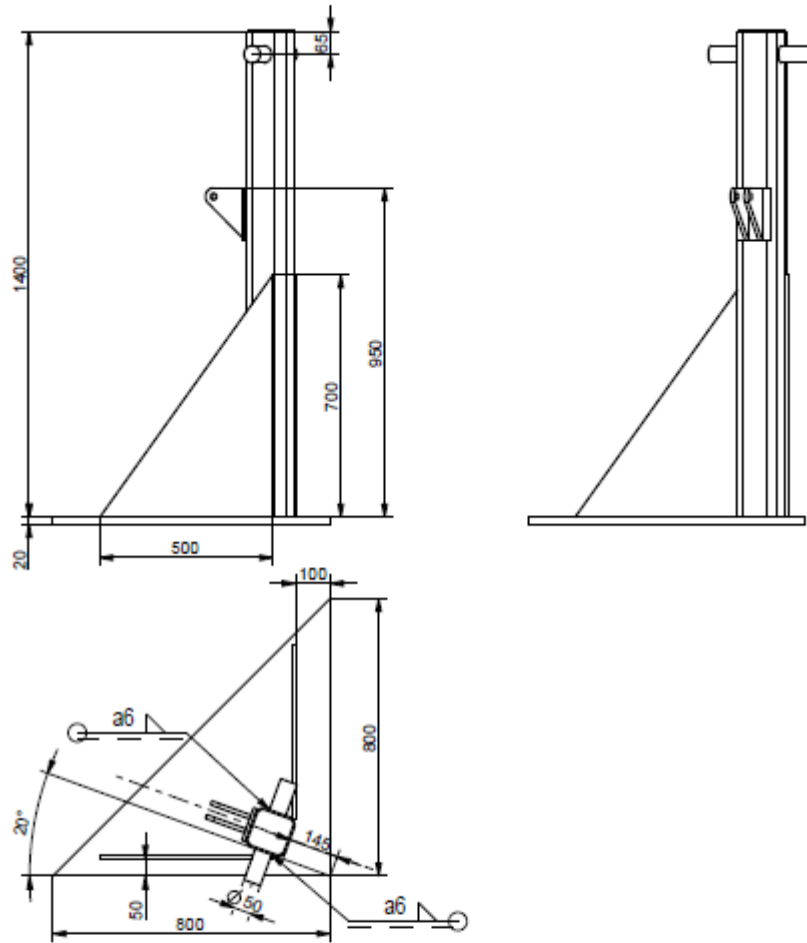


Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



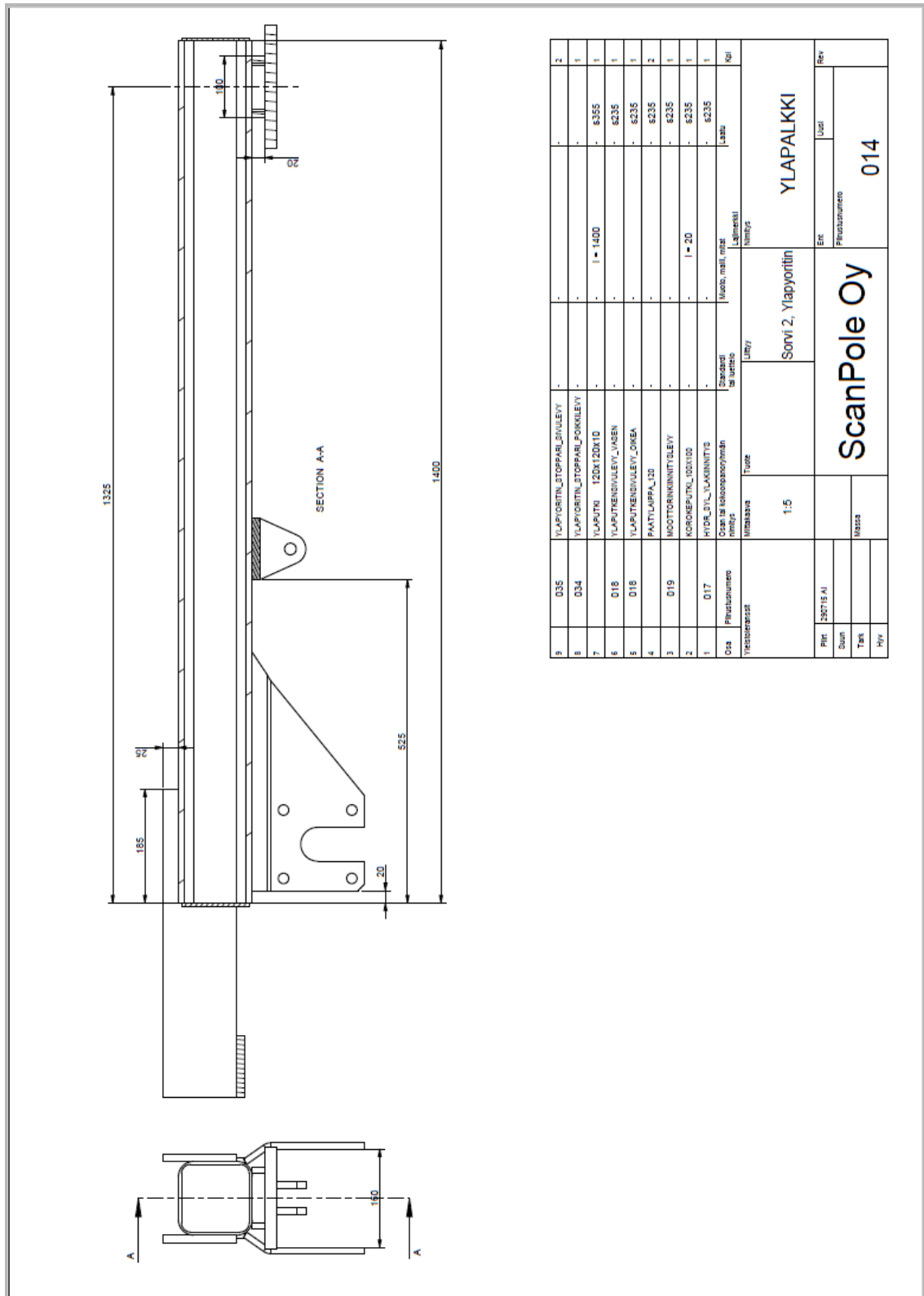
10	039	VÄÄNTÄKAPALI	-	1 = 1415	0235	Fe 52 K	1
9	036	LÄÄKERIKINNTILAARPA	-		0235		2
8		KOKOPIIRAPARTILEYI	-		0235		2
7	038	KOKOPIORA	-		0235		2
6	037	IRPPAMISESTORAUTA	-		0235		2
5		FL_8L_7F	-		0235		2
4		DIN933_L_M16x40	-		0235		8
3		DIN62_L_M16x30	-		0235		2
2		DIN435_L_M16	-		0235		8
1		AKSELIPALIKOL150010205	-	1 = 1080	0235		1
Osa		Paikutusnumero	Osan tuote- tai materiaalin nimi	Osan määrä	Osan materiaali	Osan valmistusnumero	Osan huolto
Huoltokohde		Nimistö	Tuote	Valmistusnumero	Valmistuspaikka	Valmistusajankohta	Valmistuskuuluminen
1:5		Sorvi 2, Poistovaunu		AKSELIPALKKI		012	
Rev	201715 AI						
Quin							
Task							
Hv							

Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



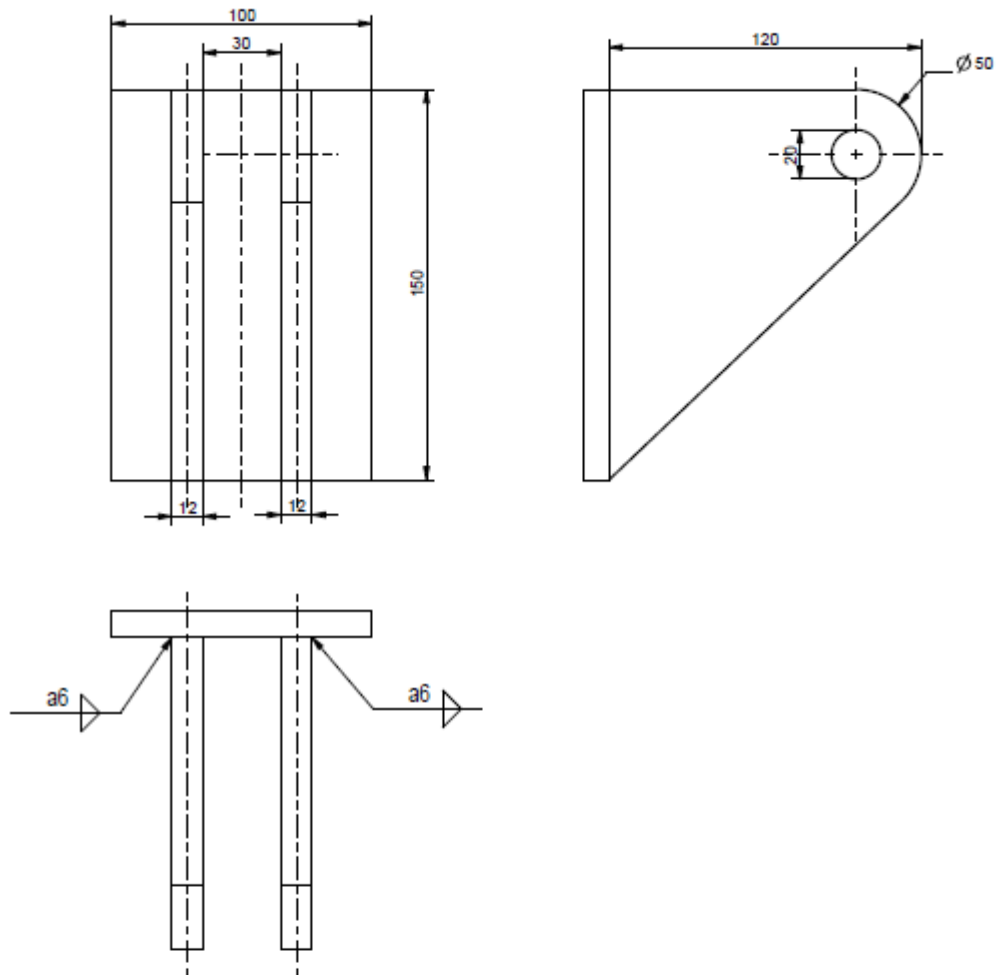
5		YLAPYORITTIMEN_TUKILEVY					2
5	016	YLAPYORITIN_PYSTYPUTKI					1
4		PAATYLAIPPA_120					1
3	020	JALUSTA					1
2	015	HYDR_SYL_ALAKIINNIKE					1
1	022	AKSELI					1
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimi	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpl	
Yleistoleranssit		Mittakaava	Tuote	Liittyy	Nimitys		
		1:15		Sorvi 2, Ylapyoritin	Ylapyoritin_pystyrunko		
Piirtäjä	280715 AJ	Massa	ScanPole Oy		Ent	Uusi	Rev
Suunnittaja					Piirustusnumero		
Tarkastaja					013		
Hyväksyjä							

Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



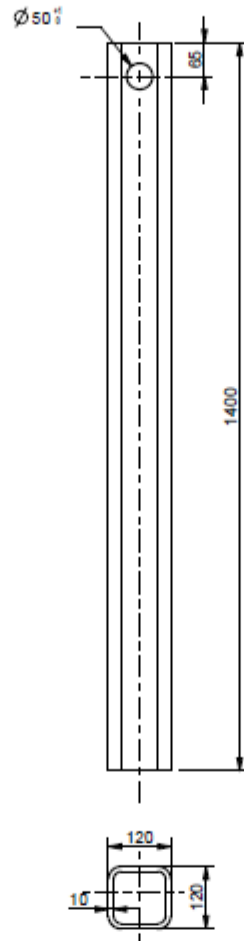
9	035	YLAPYORTIN_STOPPAALIVALEVY	-	-	-	2
8	034	YLAPYORTIN_STOPPAALIVALEVY	-	-	-	1
7		YLAPUTKI 120X120X10	-	I = 1400	-	6355
6	018	YLAPITRENSIVALEVY_VASEN	-	-	-	6235
5	018	YLAPITRENSIVALEVY_OIKEA	-	-	-	6235
4		PANTYLAFFA_130	-	-	-	6235
3	019	MOOTTORINNIITYSLEVY	-	-	-	6235
2		KORKEAPUTKI_100X100	-	I = 20	-	6235
1	017	HYDRAULI_LAKKINUITTO	-	-	-	6235
Osa	Fraktiionumero	Osa tai kokoonpanon nimi	Standardi tai luokitus	Materiaali	Leveys	Kpl
Yhteensä		Määrä	Yht.			
		1.5	Sorvi 2, Ylapyortin		YLAPALKKI	
Proj.	250715 AI	ScanPole Oy		Eit.	Uusi	014
Suun.				Fraktiionumero		
Tekn.						
Hyv.						

Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



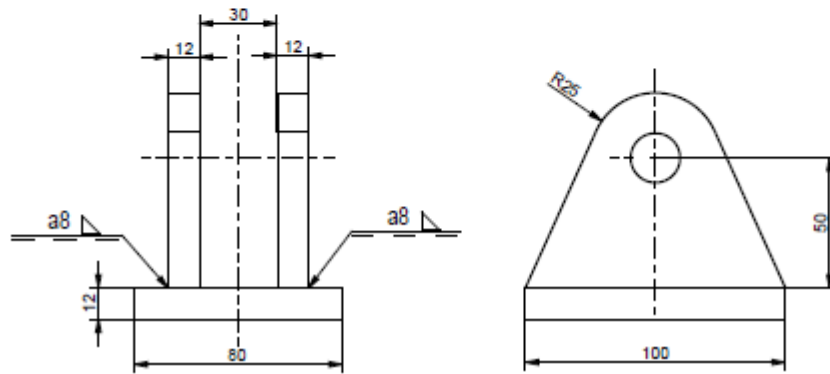
2		HYD_SIVULEVY1				2
1		HYD_POHJALEVY1				1
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpl
Yleisoleranssit		Mittakaava	Tuote	Liittyy	Nimitys	
		1:2		Sorvi 2, Ylapyoritin	HYDR_SYL_ALAKIINNIKE	
Piirtäjä	280715 AI		ScanPole Oy		Ent	Rev
Suunn.					Piirustusnumero	Uusi
Tark.		Massa			015	
Hyv.						

Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



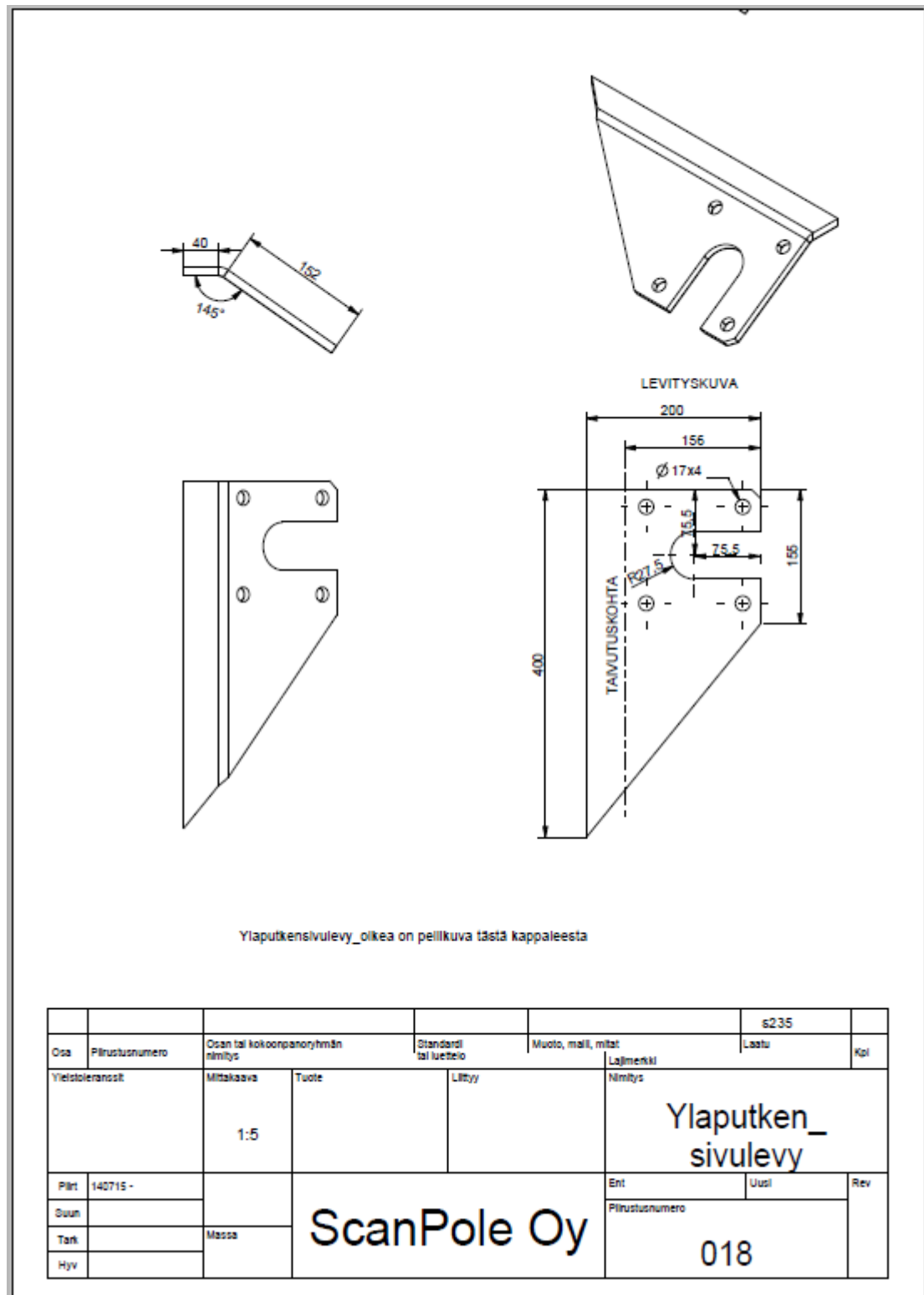
				140x140x10		1
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimi	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpl
Yleisluokitus		Mittakaava	Tuote	Lisäyksi	Nimitys	
		1:10		Sorvi 2	Ylapyörityn_pystypalkki	
Piirt	170615 -		ScanPole Oy	Ent	Uusi	Rev
Suun	AI			Piirustusnumero		
Tark		Massa		016		
Hyv						

Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset

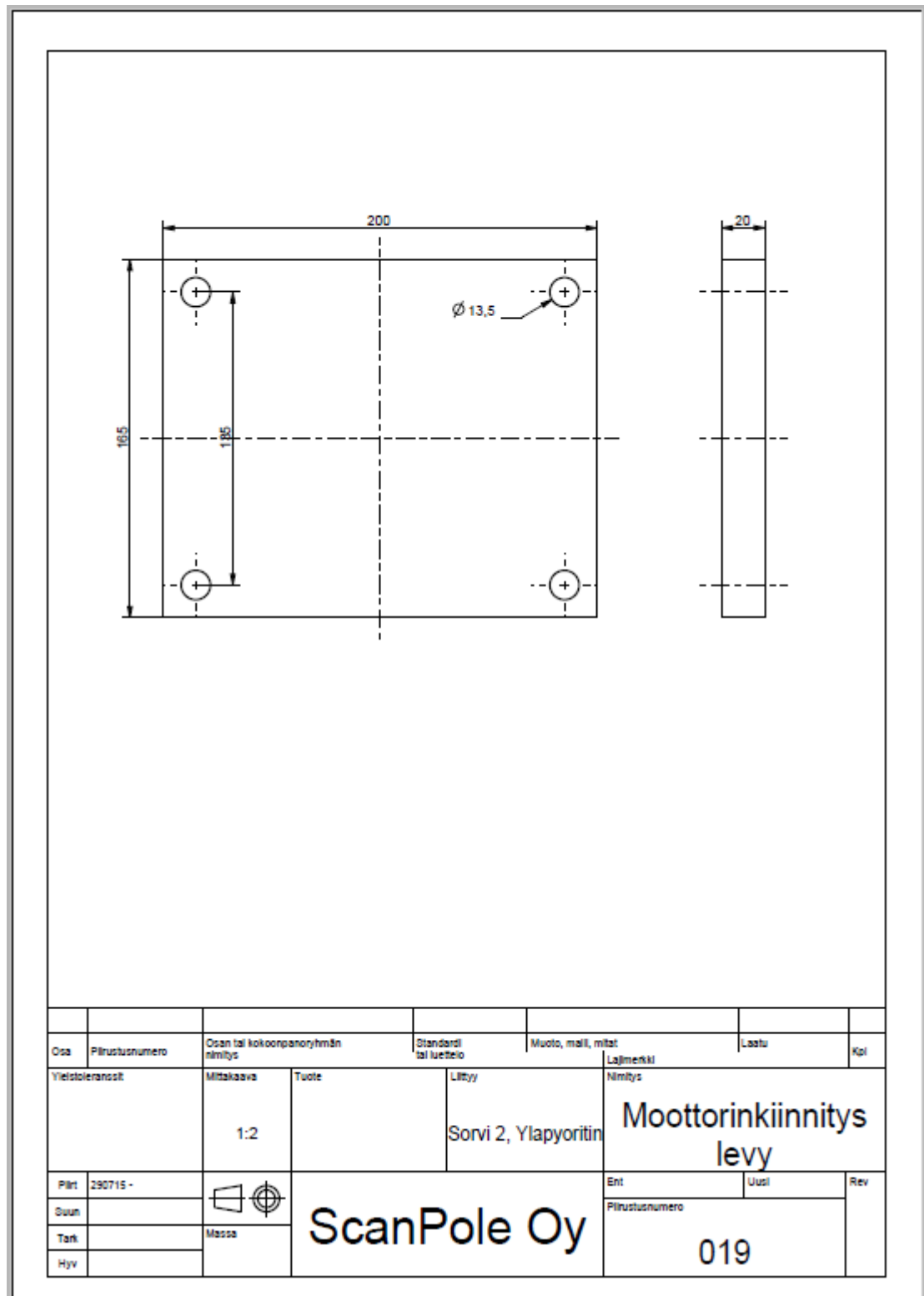


2		HYD_SIVULEVY2				2	
1		HYD_POHJALEVY2				1	
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpl	
Yleisoleranssit		Mittakaava	Tuote	Lititty	Nimitys		
		1:2		Sorvi 2, Yläpöytä	HYDR_SYL_YLAKIINNITY		
Piiri	290715 AI		ScanPole Oy		Ent	Uusi	Rev
Ouon					Piirustusnumero		
Tark					017		
Hyv							

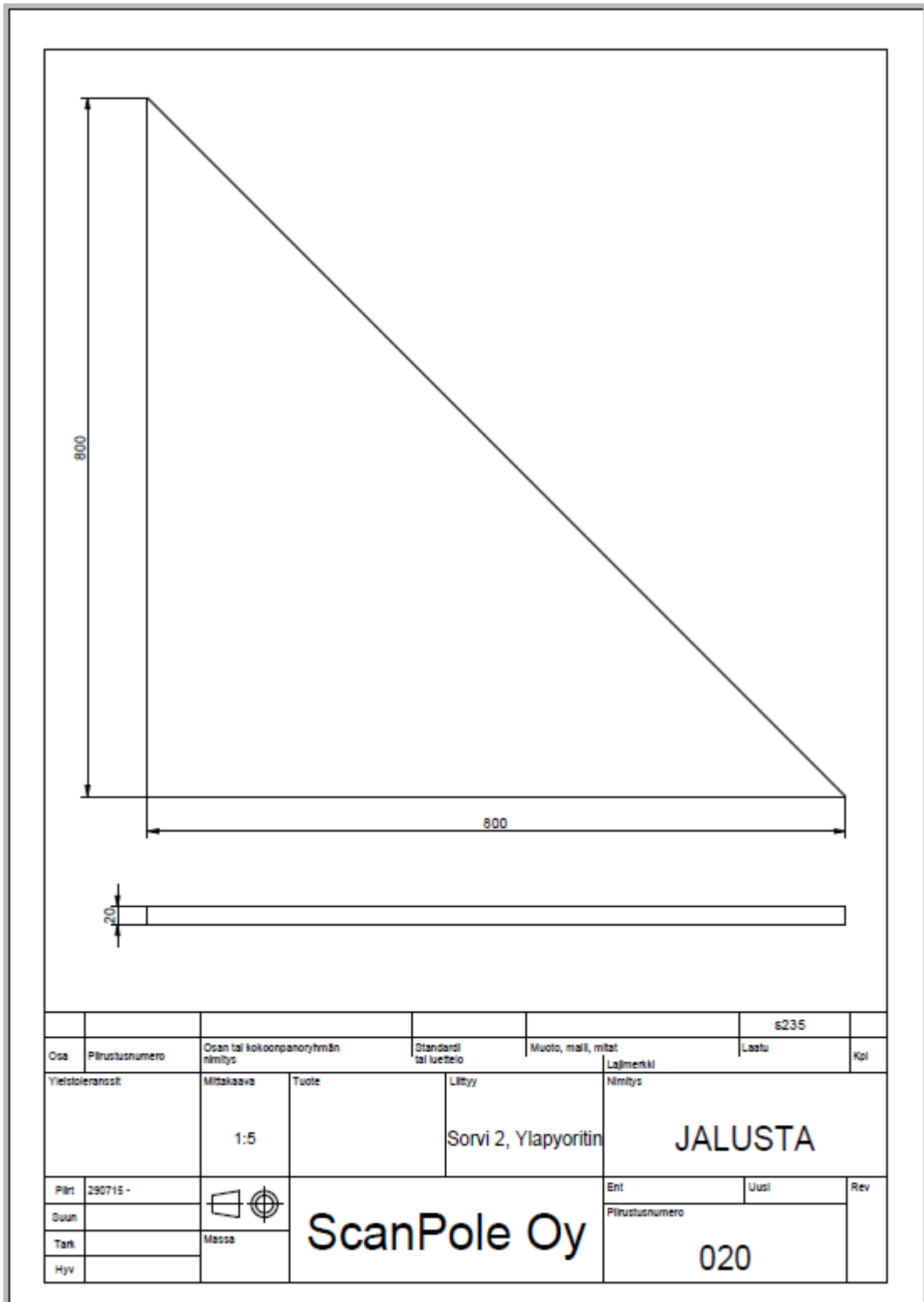
Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



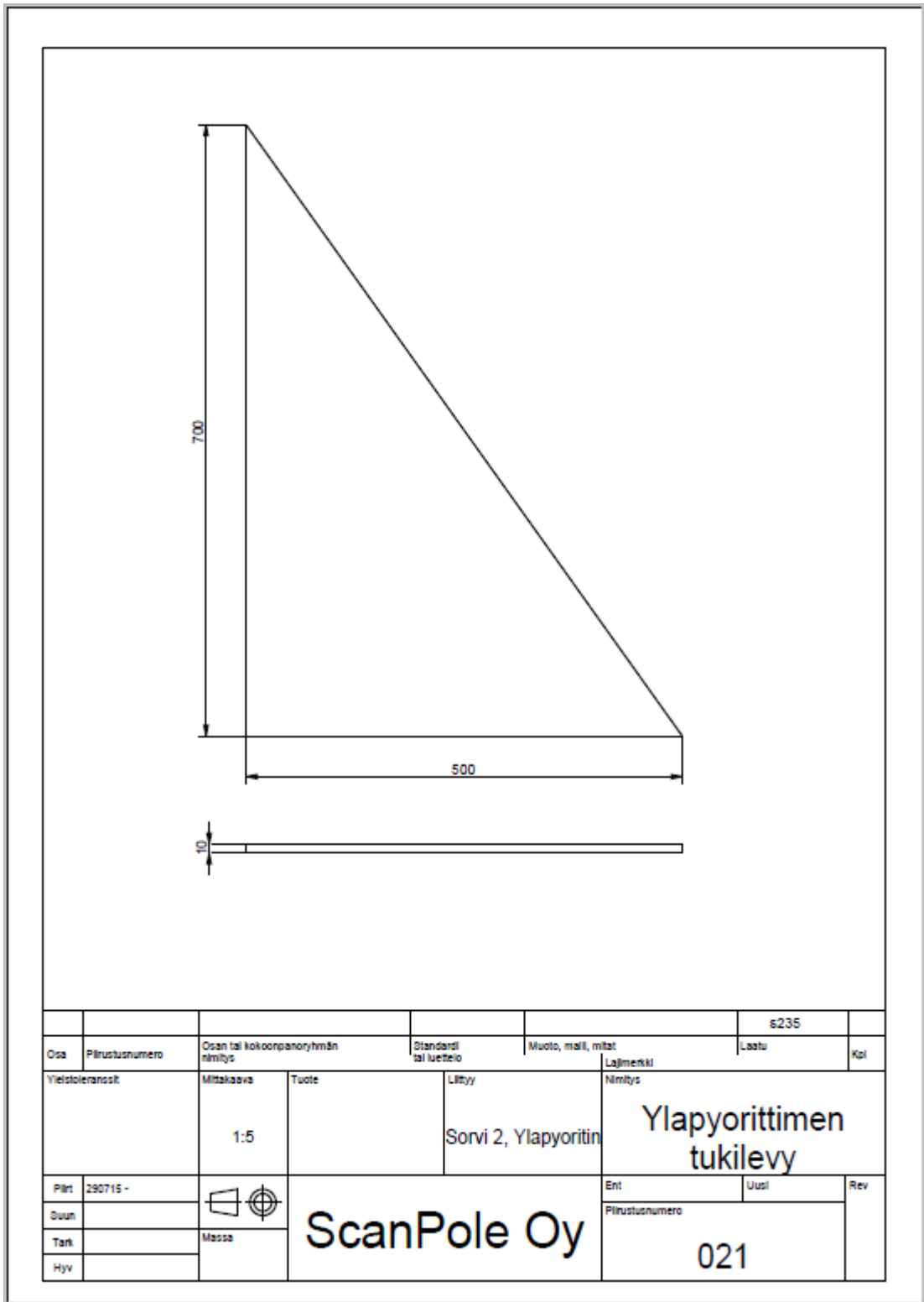
Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset

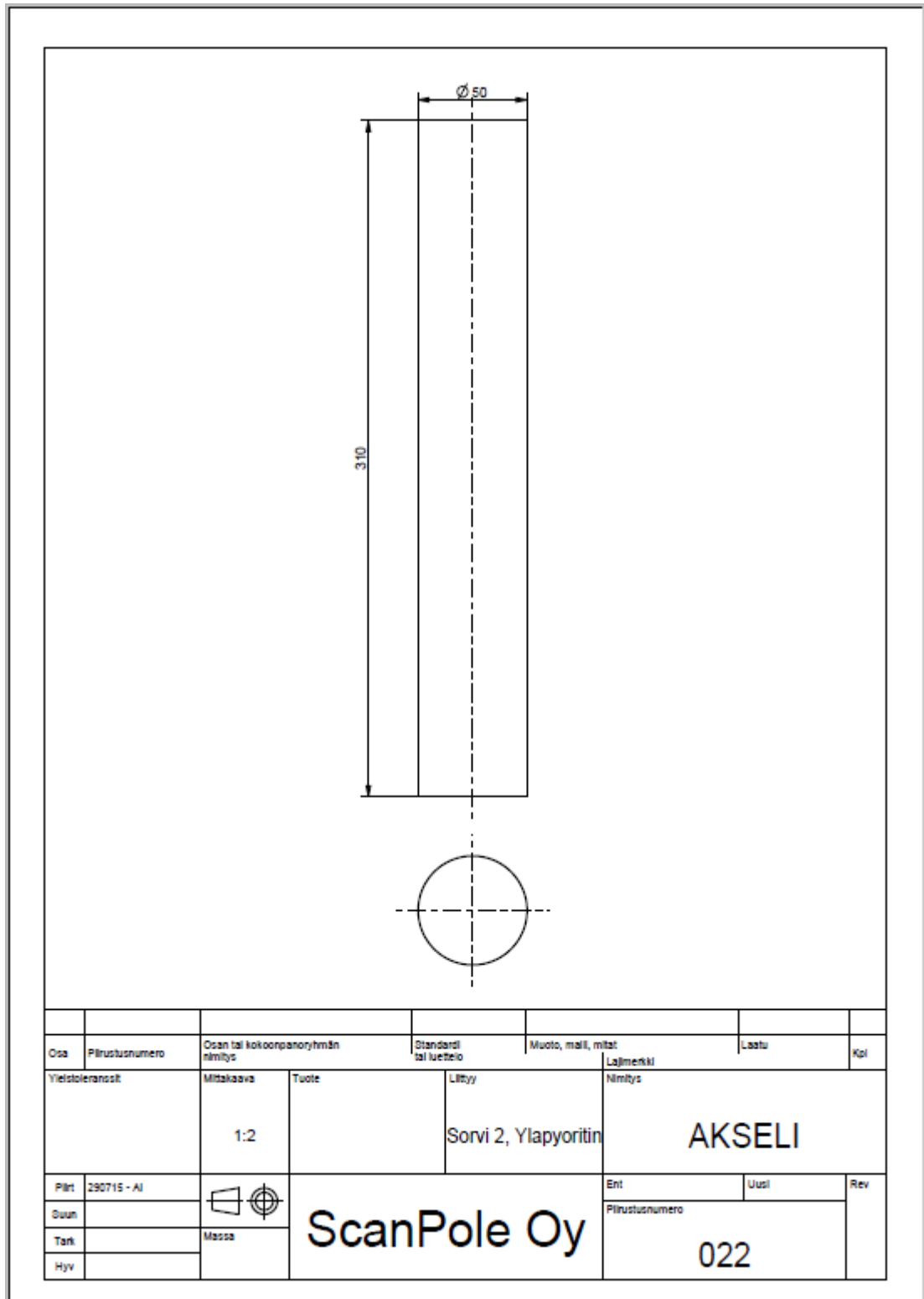


Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset

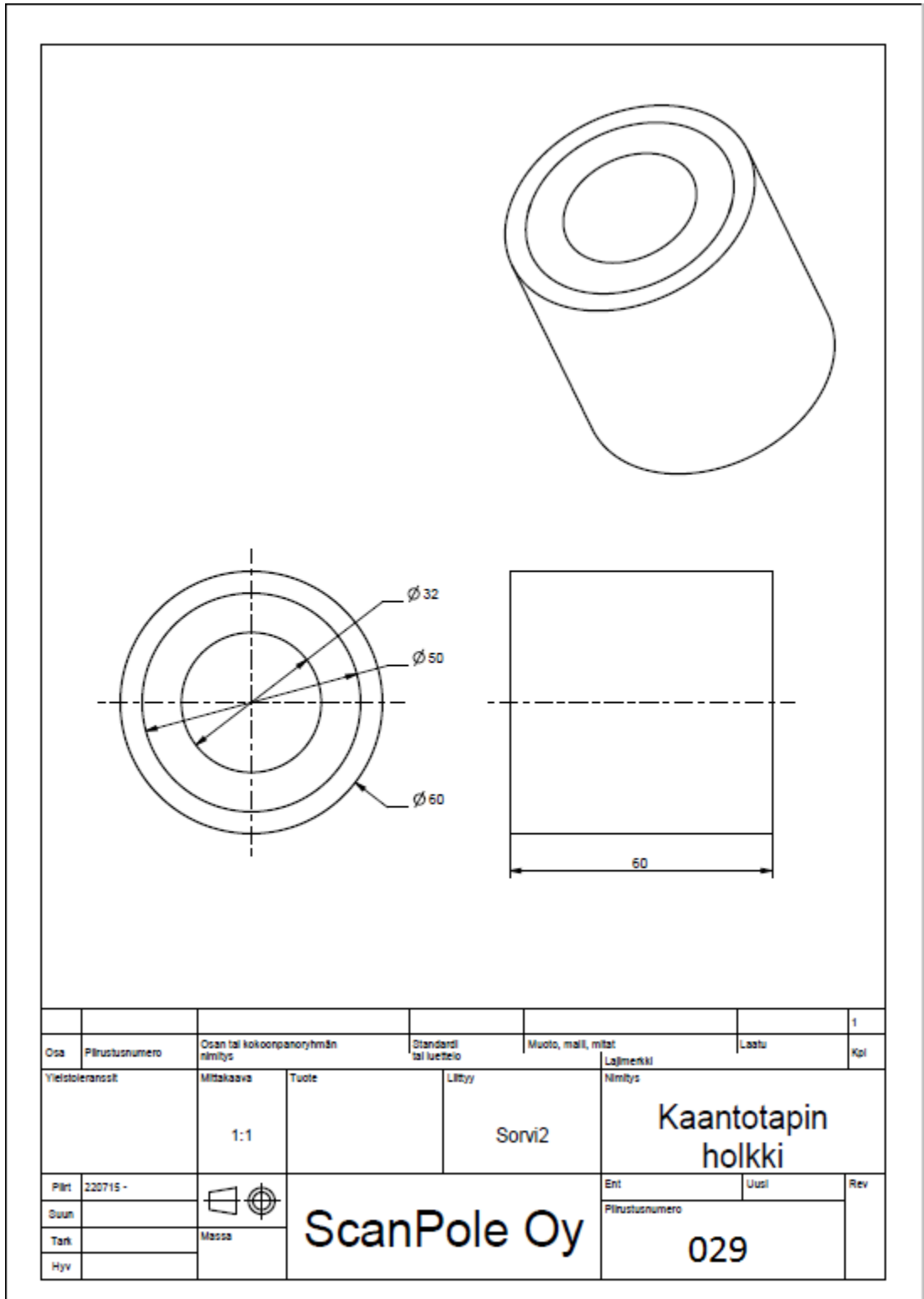


					6235	
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimi	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpl
Yleistoleransit		Mittakaava	Tuote	Liittyy	Nimitys	
		1:5		Sorvi 2, Ylapyoritin	Ylapyorittimen tukilevy	
Piirtäjä	290715 -		<p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">ScanPole Oy</p>	Ent	Uusi	Rev
Suunnittaja				Piirustusnumero		
Tarkastaja				021		
Hyväksyjä						

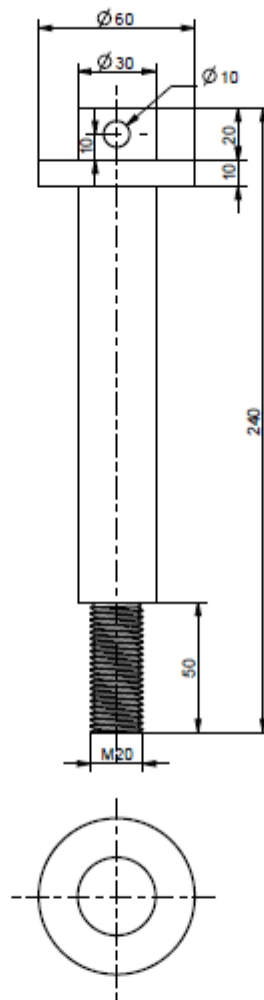
Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset

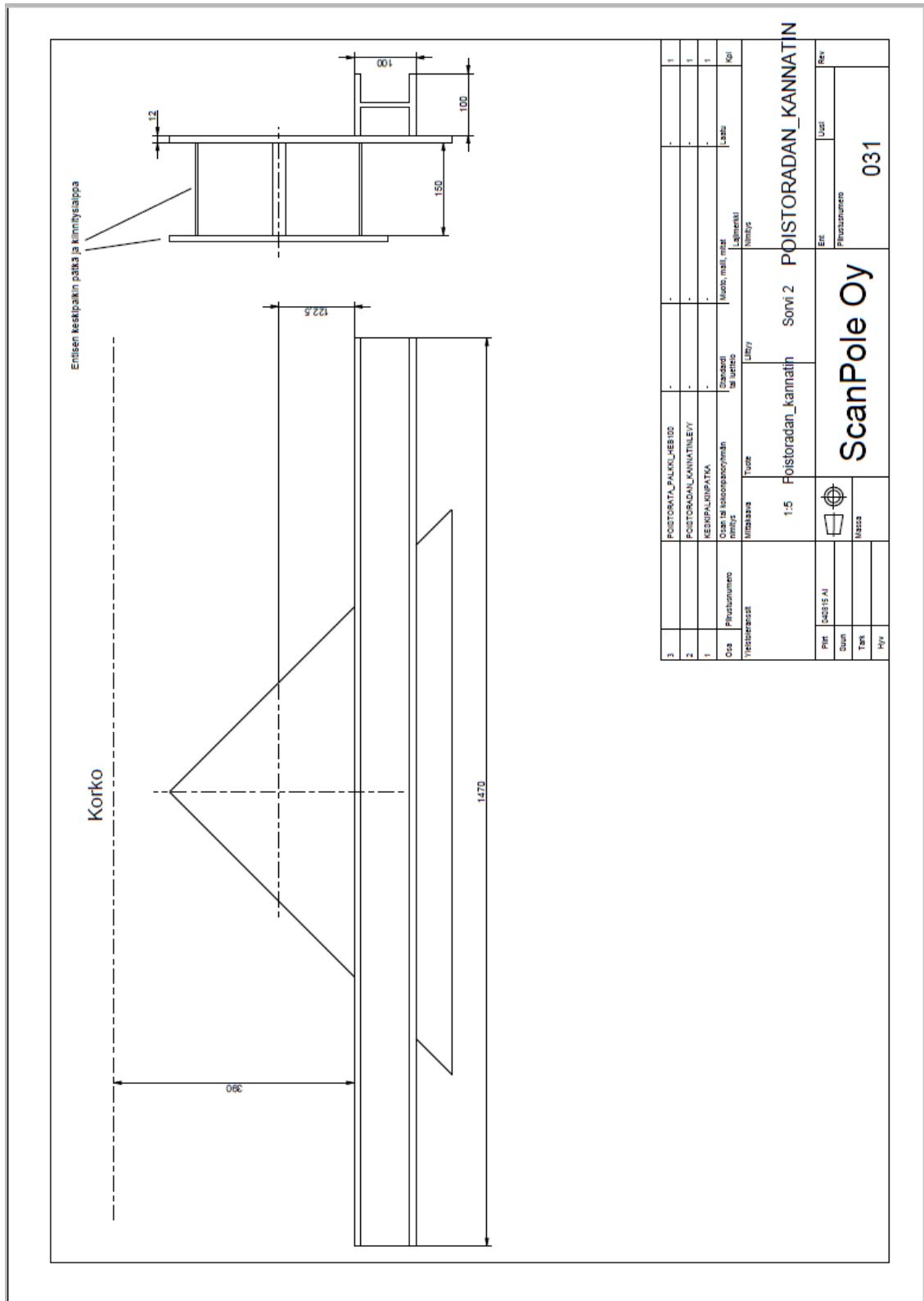


Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



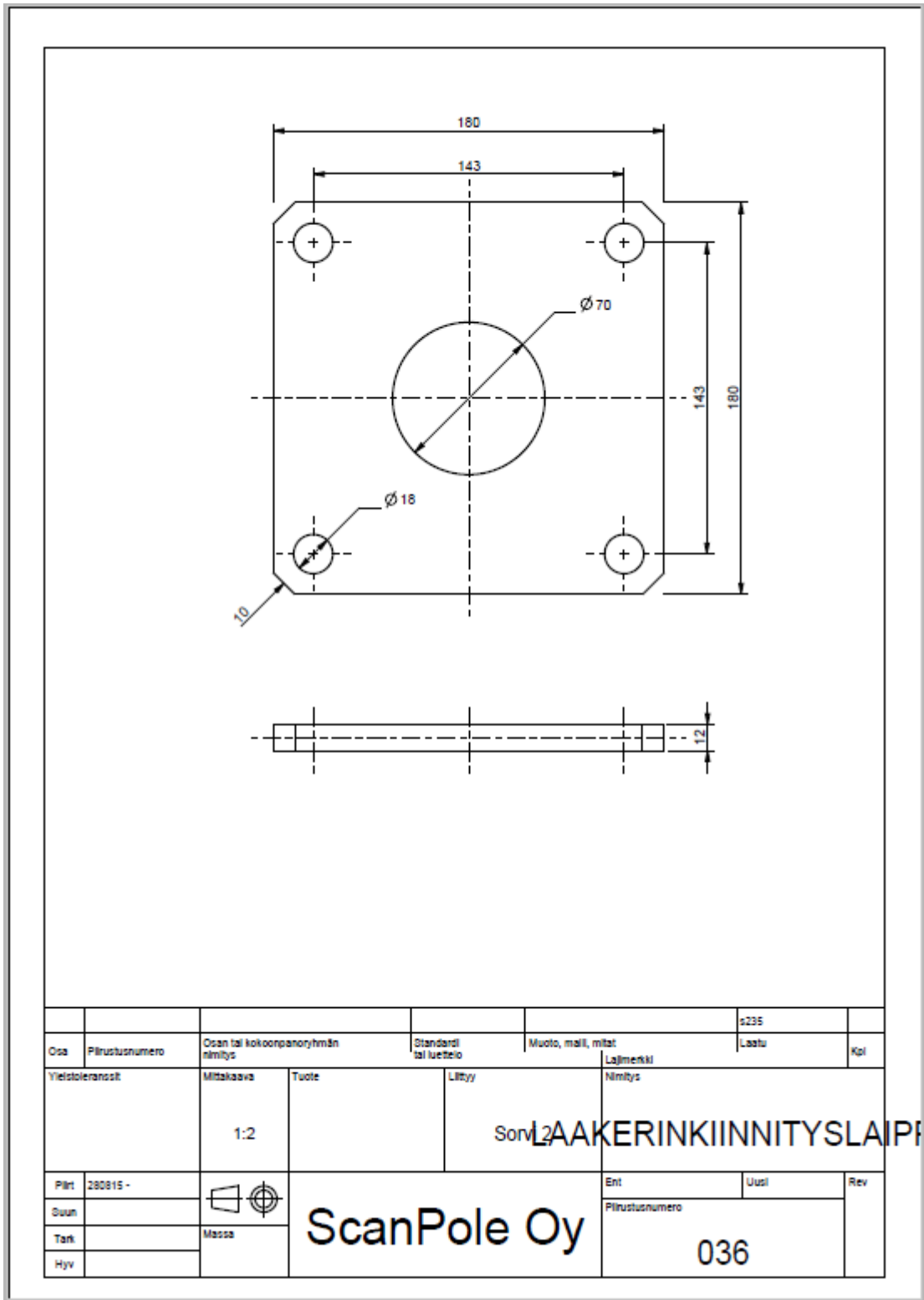
					25CrMo4	1
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpl
Yleistoleranssit	ISO 2768-m	Mittakaava	Tuote	Llityt	Nimitys	
		1:2	kaantotappi	Sorvi 2	KAANTOTAPPI	
Piiri	020715 -AI		ScanPole Oy	Ent	Uusi	Rev
Suun				Piirustusnumero		
Tark.		Massa		030		
Hyy						

Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset

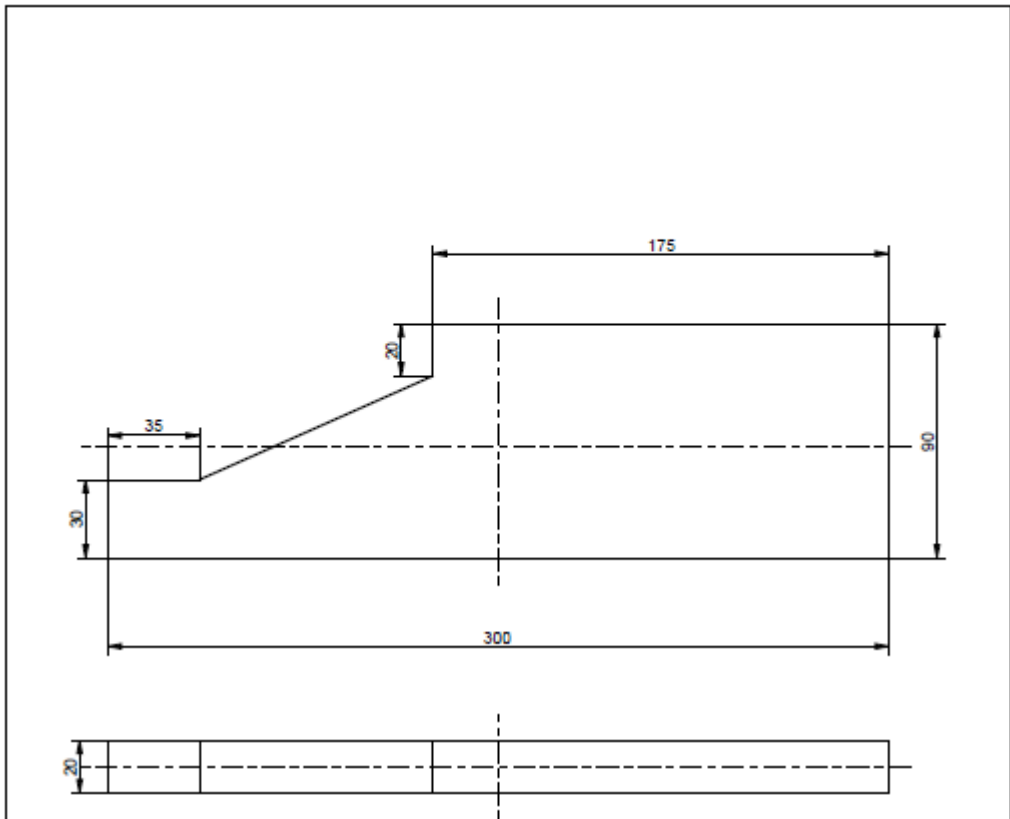


3	POISTORADA_PALKKI_HES 100	-	-	-	-	1
2	POISTORADAN_KANNATINLEIVI	-	-	-	-	1
1	KEENIPALJINKIPATXA	-	-	-	-	1
Osa	Prinssi	Osien tai kokoonpanojen nimitys	Skandot tai uuteho	Muoto, malli, mää	Laatu	601
Viite	Viite	Viite	Viite	Viite	Viite	Viite
1:5	1:5	1:5	1:5	1:5	1:5	1:5
POISTORADAN_KANNATIN	POISTORADAN_KANNATIN	POISTORADAN_KANNATIN	POISTORADAN_KANNATIN	POISTORADAN_KANNATIN	POISTORADAN_KANNATIN	POISTORADAN_KANNATIN
ScanPole Oy	ScanPole Oy	ScanPole Oy	ScanPole Oy	ScanPole Oy	ScanPole Oy	ScanPole Oy
031	031	031	031	031	031	031

Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset

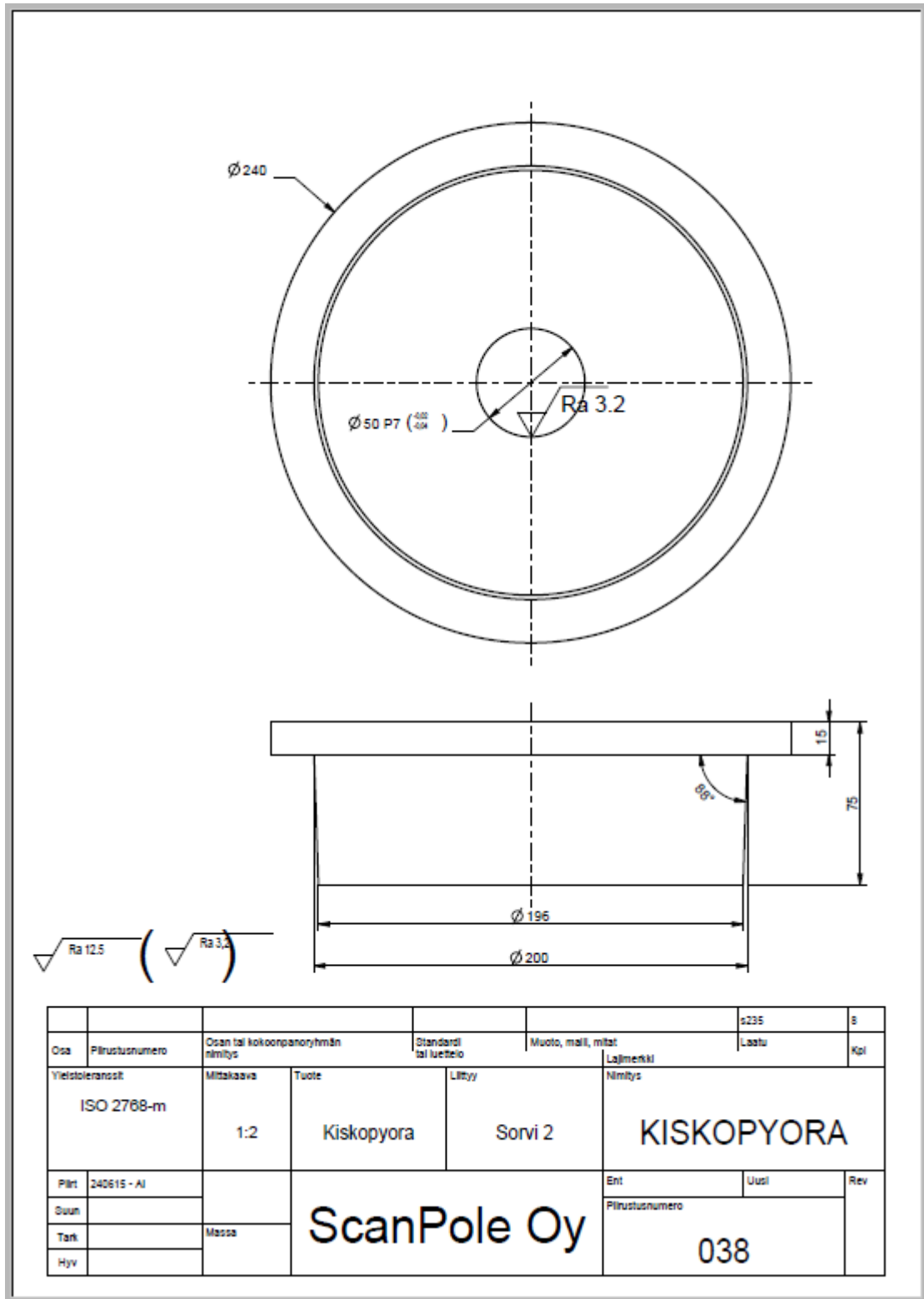


Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset

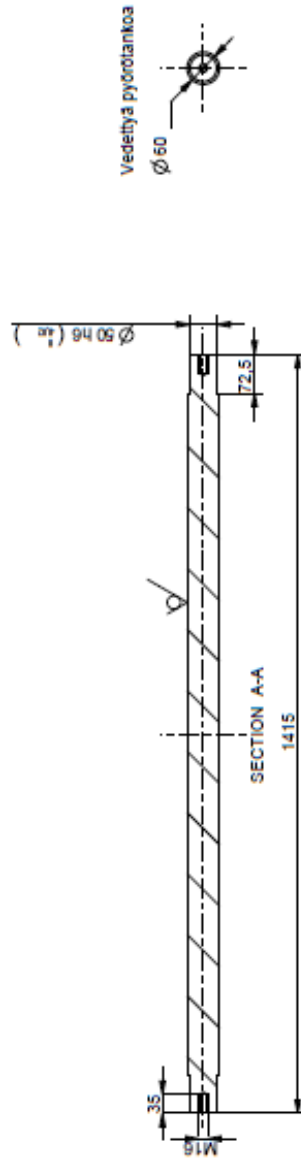


Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpl		
Yleistoleranssit		Mittakaava	Tuote	Lisätyt	Nimitys			
		1:2		Sorvin KIPPAAMISEN	ESTORAUT			
Piiri	280815 -		ScanPole Oy		Ent	Uusi	Rev	
Suun					Piirustusnumero			
Tark.					037			
Hyv.								

Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset

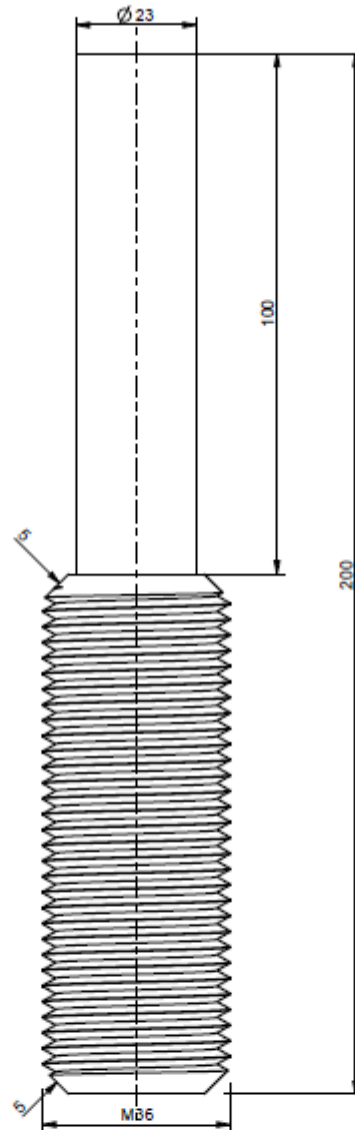


Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



Cosa		Pituusnumero		SFO-EN 10025		Fe 37 K		4	
Yhteisnimitys		ISO 2768-m		Osaan tai kokoonpanoon liittyvä		Sivun nimi		Laji	
Materiaali		1:10		Tuote		Lajitelty		Lajitelty	
Mittakaava		1:10		Akseli		Sorvi 2		Nimitys	
Pilet		240515 - A1		ScanPole Oy		VAUNUNAKSELI		Rev	
Suunn								Uusi	
Tark								Pituusnumero	
Hyv								039	

Sorvin rakenteiden valmistuspiirustukset



Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimi	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Z5CrNiMo4	2	
Yleisoleranssit		Mittakaava	Tuote	Lititty	Lajimerkki		
ISO 2768-m		1:1	Kierrepää	Sorvi 2	VETOTANGON_KIERREPAA		
Piiri	300615 - AI	Massa	ScanPole Oy		Ent	Uusi	Rev
Suun					Piirustusnumero		
Tark					040		
Hyv							