

Opinnäytetyö (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Autotekniikka

2012

Joonas Rintakoski

SANDVIK LH517 LHD HUOLTOKAITEIDEN KEHITYS- JA UUDISTUSTYÖ



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

Turun ammattikorkeakoulu

Auto- ja kuljetustekniikka | Autotekniikka

Opinnäytetyön valmistumisajankohta | Sivumäärä 32

Kalevi Vesterinen ja Sami-Jussi Hollo

Joonas Rintakoski

SANDVIK LH517 LHD HUOLTOKAITEIDEN KEHITYS- JA UUDISTUSTYÖ

Työn tarkoituksena oli suunnitella ja kehittää Sandvik LH517 kaivoslastarin (LHD) huoltokaiteita asennettavuudeltaan ja käytettävyydeltään nykyisiä paremmiksi.

Työssä suunniteltiin ja mallinnettiin uusi kaidekokoonpano kaivoslastariin. Mallinnus tehtiin 3D-tietokoneavusteisesti ja malleista tehtiin piirustukset.

Tavoitteena oli kartoittaa ja poistaa ongelmakohdat nykyisistä kaiteista sekä verrata kaiteiden mittoja standardeissa ilmoitettuihin vaatimuksiin. Tavoitteena oli myös miettiä uusia kiinnitystapoja kaiteiden kiinnitykseen koneen päälle.

Työ oli haastava ja antoi hyvän kuvan siitä, millaista mekaniikkasuunnittelu käytännössä on.

ASIASANAT:

koneensuunnittelu, maansiirtokoneet, kaiteet

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering | Automotive Engineering

Completion of the thesis | Total number of pages 32

Instructors Kalevi Vesterinen and Sami-Jussi Hollo

Joonas Rintakoski

SANDVIK LH517 LHD MAINTENANCE RAILING – DEVELOPMENT AND RENEWAL STUDY

The aim of this study was to design and develop a new, easier to install and to use than the current, maintenance railing for the Sandvik LH517 loading&hauling device (LHD).

This study includes the planning and the modeling of the new maintenance railing for the LHD. The modeling was done by using computer-aided 3D-modeling software. Drawings were also done from the models.

The aim was to determine and remove the problematic parts of the current maintenance railing and to compare the measurements of the railing to the measurement demands given in standards. The aim was also to think of new ways to fasten the maintenance railing on top of the LHD.

The study was challenging and gave a good picture of practical mechanical engineering.

KEYWORDS:

mechanical engineering, earthmoving machinery, railings

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	6
2. SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION OY LOADERS TURKU	7
2.1 Turun tehtaan historiaa	7
2.2 Sandvik LH 517 LHD- kauhakuormaaja	8
2.3 Turun tehtaan muu tuotanto	9
3. TYÖN TAVOITTEET JA TEORIATAUSTAT	10
3.1 Koneturvallisuuden standardit	10
3.1.1 Australian standardit	10
3.1.2 Eurooppalaiset standardit	14
3.2 Yhteenveto standardisoinnista	15
4. LÄHTÖTILANNE	16
4.1 Huoltokaiteiden ongelmakohdat	18
4.2 Koeajon kaidekysely	21
5. HUOLTOKAITEIDEN KEHITTÄMINEN JA IDEOINTI	23
5.1 Porttien toiminnan ideointi	23
5.2 Sivukaiteiden kehittäminen	25
5.3 Lukituksien parantaminen	26
6. HUOLTOKAITEIDEN MALLINNUS	28
7. LOPPUTULOKSET JA YHTEENVETO	31
LÄHTEET	32

LIITTEET

- Liite 1. Vasen sivukaide – piirustus.
- Liite 2. Oikea sivukaide – piirustus.
- Liite 3. Takakaide – piirustus.
- Liite 4. Portti – piirustus.
- Liite 5. Takakaiteen välikaide – piirustus.
- Liite 6. Etuportti – piirustus.
- Liite 7. Etukaideputki – piirustus.
- Liite 8. Skannerikaideputki – piirustus.
- Liite 9. Skanneriportti – piirustus.
- Liite 10. Vasen sivukaiteen pitkä kiinnitysalku – piirustus.
- Liite 11. Kiinnityslevy – piirustus.
- Liite 12. Potkulevy oikea – piirustus.
- Liite 13. Potkulevy vasen – piirustus.
- Liite 14. Kiinnitysalku prototyyppi – piirustus.

Liite 15. Standardin AS 1657 mitoitus suositukset kaiteille.
Liite 16. Kaidekyselylomake.

KUVAT

Kuva 1 Sandvik LH517 LHD.	9
Kuva 2 Turvakaiteiden mittoja.	13
Kuva 3 LH 517 Kaidekokoontyö.	16
Kuva 4 Huoltokaiteen jalka, lukitusmekanismi ja nivelointi.	17
Kuva 5 Vasemmanpuoleisen portin ongelmakohta, portin lukitusmekanismi.	18
Kuva 6 Kaidejalan piirros ja ongelmakohta.	19
Kuva 7 Automaatio-varusteisen koneen sivukaide.	20
Kuva 8 Huoltokaiteen kiinnityslaite.	21
Kuva 9 LH 621 sivuportti.	24
Kuva 10 Kumikiinnittimet.	26
Kuva 11 Kumikiinnitin nro. 2.	27
Kuva 12 Skannerikaidekokoontyö – mallinnus.	29
Kuva 13 Toteutumaton potkulevy – piirustus.	30

1. JOHDANTO

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli kehittää Sandvik LH517 LHD -mallisen kauhakuormaajan eli kaivoslastarin, lisävarusteena myytäviä huoltokaiteita. Kaivoslastari LH517 on yksi Sandvik Mining and Construction Oy:n Turun toimipaikalla tehtävistä koneiden malleista. Parannuksia kaiteissa haluttiin asennettavuuteen sekä käytettävyyteen liittyen. Opinnäytetyön aihe valittiin yhdessä ohjaajani, tuotekehitysinsinööri Sami-Jussi Hollon kanssa, sillä kaiteisiin oli jo jonkun aikaa kaivattu uudistuksia. Toimin itse aiheen valitsemishetkellä asentajana kyseisessä yrityksessä, joten huoltokaiteista oli myös henkilökohtaisia kokemuksia. Opinnäytetyötäni tuli ohjaamaan Turun ammattikorkeakoulun puolesta lehtori Kalevi Vesterinen.

Tavoitteena oli suunnitella kaiteiden asennuksessa ilmenneisiin ongelmiin mahdollisia ratkaisuja sekä parantaa kaiteiden käytettävyyttä. Tarkoitukseni oli myös pohtia täysin uudenmallisia kaideratkaisuja. Toiveena oli, että joitakin ratkaisuja saataisiin myös kokeiltavaksi asti opinnäytetyöni aikana.

Kaiteet ovat erittäin tärkeässä asemassa turvallisuutta ajatellen tehtäessä koneenpäällisiä huoltotoimenpiteitä. Huoltotaso kyseisessä koneessa on reilun kahden metrin korkeudessa, jonka vuoksi huoltoa tekevien henkilöiden turvallisuus on vaarantunut putoamisvaaran myötä. Myös koneen päältä putoavat esineet voivat aiheuttaa vaaraa koneen vieressä oleville henkilöille. Kaiteet on tehty saranoiduiksi niin, että ne saadaan taitettua alas koneen päälle. Tämä siksi, että koneita ajetaan ahtaissa tunneleissa, jolloin kaiteet ovat pystyasennossa alttiita kolhiintumaan ja rikkoontumaan. Lisäksi pystyasennossa olevat kaiteet haittaavat näkyvyyttä ulos hytistä.

Keräsin aineistoa työhöni haastatteleamalla työntekijöitä Sandvikilla ja teettämällä kyselyn Sandvikin koeajajille sekä tutustumalla standardiaineistoihin.

2. SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION OY LOADERS TURKU

Sandvik Mining and Construction Oy on osa kansainvälistä Sandvik Groupia. Se on yksi johtavista kaivos- ja maarakennusteollisuuden louhinta- ja materiaalinkäsittelylaitteiden, porakaluston ja niihin liittyvien palveluiden tuottajista. Suomessa Sandvikilla on toimipisteitä Turussa, Tampereella, Lahdessa, Hollolassa ja Vantaalla. Tampereen tehtaalla valmistetaan avolouhintalaitteita, tunnelinporauslaitteita, kaivos- ja tuotantoporauslaitteita sekä pultituslaitteita. Lahden tehtaalla valmistetaan hydraulisia iskuvasaroita ja leikkurimurskaimia. Hollolassa suunnitellaan massatavarankäsittelyyn liittyviä projekteja maailmanlaajuisesti. Vantaan myyntikonttorin tuotevalikoimaan kuuluvat ruostumattomat putket, tankoteräkset, nauhat, langat, hitsauslisäaineet ja sähkövastusmateriaalit sekä kovametallityökalut sorvaukseen, jrsintään ja poraukseen. Turun tehtaalla valmistetaan kuljetus- ja lastauskalustoa, lähinnä maanalaista kaivostoimintaa varten. (Sandvik mining and construction Finland Oy 2012.)

2.1 Turun tehtaan historiaa

Turun tehtaan historia ulottuu vuoteen 1913, jolloin alkuperäinen teräsyritys perustettiin. Ensin alkuun yritys teki lastaus- ja maanrakennuskalustoa, sekä valmisti traktoreihin puolitelalaitteita. Markkina-alueina olivat Suomi, Ruotsi, Neuvostoliitto ja Saksa. Vuonna 1974 yritys muutti Vahdontielle, jossa tehdas nykyäänkin sijaitsee. Tamperelainen Tamrock myi TORO LHD tuotelinjansa Turun tehtaalle vuonna 1977, jonka jälkeen tehtaan tuotanto keskittyi lastareihin ja dumppereihin. Melko nopeasti Turun tuotanto avasi uusia markkina-alueita esim. Etelä- Afrikkaan, Etelä-Amerikkaan, Meksikoon, Australiaan, sekä Kanadaan. Tämän teki mahdolliseksi Tamrockin maailmanlaajuinen jälleenmyyntiverkosto. Vuonna 1988 Tamrock osti Turun tehtaan. Vuonna 1995 nimi vaihdettiin ARA Oy:sta Tamrock Loaders Oy:ksi. Heti seuraavana vuonna 1996, yritys yhdistettiin kokonaisuudessaan Tamrock Oy:n kanssa, ja nimeksi

tuli Tamrock Oy, Turun tehdas. Ruotsalainen Sandvik AB osti Tamrockin vuonna 1998, jonka jälkeen syntyi Sandvik Mining and Construction liiketoimintasegmentti. Nimeksi tuli Sandvik Tamrock Oy. Vuonna 2006 nimi vaihdettiin Sandvik Mining and Construction Oy:ksi. (Sandvik Intranet.)

2.2 Sandvik LH 517 LHD -kauhakuormaaja

Sandvik LH 517 LHD on kauhakuormaaja, jonka omamassa on n. 44 tonnia ja se pystyy ottamaan kauhaansa n. 17 tonnin kuorman. Se on toiseksi suurin polttomoottorilla varustetuista kuormaajamalleista, joita Sandvik mining and construction Oy valmistaa Turussa.

LH517 on nivelakseliohjattu, eli siinä on kaksi erillistä runkoa jotka kiertyvät niitä yhdistävän nivelen varassa (ks. kuva 1). Ohjaus, kauhan liikkeet, jarrut ja jäähdyttimien puhaltimet käyttävät hydraulikkaa voimanlähteenään. Koneessa onkin useita hydraulipumppuja ja suuri määrä hydraulioiljyä. Koneen liikkumisesta vastaa moottorityypistä riippuen 388–400 hevosvoiman diesel-polttomoottori ja neljävaihteinen manuaali/automaattivaihteisto. Vaihteisto on periaatteessa automaattivaihteisto, mutta sitä pystytään myös käyttämään manuaalivaihteisena. Vaihteita on neljä eteen ja taaksepäin, sillä vaihteiston pyörimissuunnan pystyy valitsemaan suunnanvaihtajalla, jolloin konetta voidaan ajaa yhtä suurta nopeutta kumpaankin ajosuuntaan.

Kone on hieman kauhan koosta riippuen n. 11,5–11,8 metriä pitkä. Leveyttä koneella on n. 3 metriä, joka myös hieman vaihtelee kauhan mukaan. Korkeutta koneella on hytistä riippuen vajaa 3 metriä, ja huoltotasolta maahan on matkaa n. 2,2 metriä. (Sandvik mining and construction Finland Oy 2011.)



Kuva 1. Sandvik LH517 LHD (SANDVIK LH517 LHD 2012).

2.3 Turun tehtaalla muu tuotanto

Turun tehtaalla valmistetaan kaivoskuormaajia eli lastareita, sekä kaivoskuorma-autoja eli dumppereita. Lastareita valmistetaan sekä polttomoottori- että sähkömoottorimalleja. Pienin lastari pystyy käsittelemään 3000 kg:n kuormia ja suurin lastari jopa 25 000 kg:n kuormia. Dumpperien käsittelemät kuormat liikkuvat 20 000 kg – 80 000 kg välillä. (Sandvik mining and construction 2012).

Turun tehtaalla toimii koneiden kokoonpanon lisäksi myös valmistettävien koneiden runkojen valmistus ja lastareiden kauhojen valmistus. Tehtaalla on myös koeajo-osasto, joka huolehtii koneiden laadusta koeajamalla ja testaamalla koottuja koneita. Tehtaan alueelta löytyy myös tuotekehitykseen tarkoitettu ”protopaja”, jossa tehdään uudenlaisia konetyyppejä.

3. TYÖN TAVOITTEET JA TEORIATAUSTAT

Tavoitteena työssäni oli saada LH 517 -kaivoslastarin huoltokaiteita kehitettyä helpommin asennettaviksi, helpommin käytettäviksi, sekä pohtia ulkonäöllisiä seikkoja. Tavoitteena oli myös saada ainakin osittain käyttöön asti toimivia ratkaisuja. Lähtökohtaisesti pyrkimyksenä oli saada nykyisten kaiteiden asennuksessa huomattujen vaikeuksien tilalle parempia ratkaisuja, sekä pohtia ratkaisuja käytettävyyden parantamiseksi. Minun tuli myös pohtia huoltokaiteiden määräyksien mukaisuutta. Tutkin eurooppalaisia sekä australialaisia standardeja. Päädyin käyttämään standardeja, sillä vaikkakin ne eivät suoranaisesti sisällä mitään lain määäämiä pakottavia määräyksiä, ovat ne silti suosittuja tietolähteitä. Monet yritykset noudattavat suoraan standardisoituja menetelmiä tuotteissaan. Standardit antavat kuitenkin ainakin yhden laajalti hyväksytyn mallin tehdä tuotteista turvallisia ja toimivia.

3.1 Koneturvallisuuden standardit

Lähdin tutkimaan huoltokaiteisiin liittyviä vaatimuksia standardimääräyksiä pohjalta. LH 517 lastaria on valmistettu huoltokaiteilla lähinnä Australiaan, sillä siellä turvallisuusmääräykset ovat melko tiukkoja. Euroopan maihin esim. Ruotsiin ja Suomeen tehtäviin koneisiin on myös tavallisesti valittu huoltokaideoptio. Tästä johtuen perehdyn työssäni lähinnä Australian ja EU:n standardimääräyksiin.

3.1.1 Australian standardit

Australialaisia standardeja asiaan liittyen on maansiirtokonestandardi AS 3868, sekä yleinen koneturvallisuuden standardi AS 1657. Yleinen standardi antaa melko tiukkoja määräyksiä kaiteiden materiaaliin, kestävyYTEEN, mittoihin ja testaukseen liittyen, kun taas maansiirtokonestandardi antaa vain muutamia täsmentäviä määräyksiä. Maansiirtokonestandardissa sanotaan, että muilta osin mittojen ja ominaisuuksien tulee vastata yleisessä standardissa annettuja ehtoja.

Kuormituksien siedolle annetaan seuraavia määräyksiä:

Huoltokaiteiden tulee kestää seuraavista esimerkeistä pahimman vaikutuksen omaavat kuormitukset.

- (a) Ulos- tai alaspäin suuntautuva 550 N:n kuorma kaiteen missä tahansa yläreunassa, kulmassa tai tolpassa.
- (b) Ulos- tai alaspäin suuntautuva 330 N/m jakautunut kuormitus kaiteiden yläreunassa tai kulmassa.

Näiden lisäksi mahdolliset tuulen aiheuttamat kuormitukset tulee lisätä edellisiin kuormituksiin. (AS 1657, 2.1.2.2.)

Komponenttien kiinnityksen vaatimukset ovat seuraavat:

Kaikkien komponenttien tulee olla turvallisesti kiinnitettyjä niin, että turvakaiteet, tolpat ja välikaiteet muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden tai systeemin.

Systeemin tulee olla suunniteltu niin, että nivelet kestävät rakenteelle suunnitellun kuormituksen ja kiinnitysmenetelmä ei heikennä rakennelman kestävyttä. (AS1657, 2.1.3.)

Materiaaleihin liittyvät vaatimukset ovat puolestaan seuraavat:

Materiaalien tulee täyttää kaikki Australian yleisten standardien määräämät ominaisuudet, niiden puuttuessa Iso-Britannian standardien mukaiset ominaisuudet tai muun yleisesti hyväksytyyn spesifikaation mukaiset ominaisuudet. (AS1657, 2.2.1.)

Käytettäessä putkea materiaalina kaiteissa, se saattaa olla saumatonta, saumattua, tai vedettyä putkiterästä. Halkaistua putkea ei saa käyttää. Galvanisoitua putkea käytettäessä sen seinämävahvuus tulee olla vähintään 2.0 mm. Tavallista teräsputkea käytettäessä putkien päät tulisi olla suljettuja kosteuden pääsyn estämiseksi. Suljetun putken seinämävahvuuden tulee olla vähintään 2.0 mm ja avonaisen putken seinämävahvuuden tulee olla vähintään 4.0 mm. (AS 1657, 2.2.2.)

Turvakaiteiden kiinnityksessä sekä tukien ja kiinnikkeiden kiinnityksessä tasoon tulee käyttää vähintään halkaisijaltaan 12 mm pultteja. (AS 1657, 2.2.4.)

Hitsattaessa turvakaiteiden komponentteja, hitsausseamojen tulee olla katkeamattomia. (AS 1657, 2.3.)

Turvakaiteiden mitoitusmääräykset ja kehotukset ovat seuraavia:

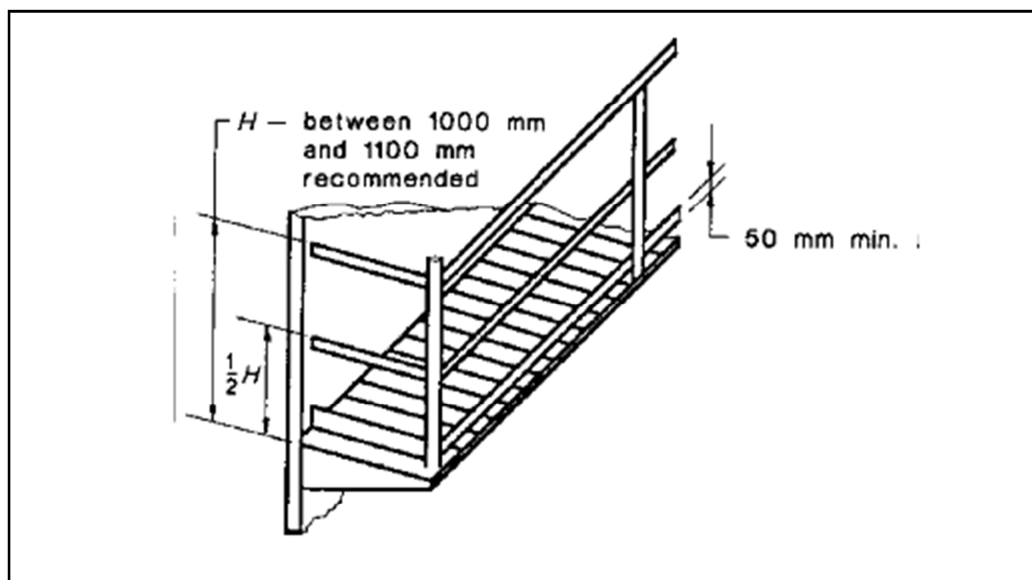
Turvakaiteet tulee olla kaikkien standardin AS 1657 kohdan 3.4 mukaisten tasojen ja kulkuteiden sivuilla ja päädyissä, lukuun ottamatta kohtia joista on pääsy rappusille tai tikkaille. Myös kohdat joissa pysyvä rakenne, joka on maksimissaan 100 mm:n etäisyydellä tasosta tai kulkutiestä, joka antaa yhtä hyvän suojan kuin AS 1657 kohdassa 3.4 on määritelty, eivät tarvitse turvakaidetta. (AS 1657, 3.2.1.1.) Tasot, jotka eivät ole yli 300 mm:ä korkeammalla vierekkäisestä tasosta tai lattiasta mitattuna, eivät tarvitse turvakaidetta. Tällaisen tason suojaamattomat reunat tulee merkitä näkyvästi ja vierekkäisten tasojen tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

- (a) Korkeamman tason pienin mitta ei ole alle 1200 mm.
- (b) Alempi taso tai kulkutie, joka on AS 1657 kohdan 3.4 mukaisesti suojattu, ei ole sellaisen ylemmän tason suojaamattomasta kohdasta mitattuna 1000 mm:ä etäämmällä. (AS 1657, 3.2.1.3.)

Turvakaiteiden ylimmän kaiteen tulee olla vähintään 900 mm:n ja enintään 1100 mm:n etäisyydellä alustasta. Yhden tai useamman ylimmän kaiteen kanssa yhdensuuntaisen välikaiteen on oltava enintään 450 mm:n etäisyydellä ylemmästä ja alemmasta kaiteesta tai ylemmästä kaiteesta ja potkusuojusta. (AS 1657, 3.4.1.) Potkusuojaaja tulisi käyttää alustojen reunoilla, joissa esineillä on mahdollista tippua yli 2000 mm. (AS 1657, 3.2.1.2) Potkusuojan ja alustan välissä ei saa olla yli 10 mm:n rakoja ja se ei saa jäädä alle 100 mm:n

korkeudelle alustasta. Potkusuojan tulee olla kiinnitettynä tolppiin, kaiteisiin tai alustaan. (AS 1657, 3.4.3.)

Maansiirtokonestandardissa kehotetaan ylimmän kaiteen korkeudeksi valitsemaan vähintään 1000 mm ja enintään 1100 mm, sekä välikaide sijoittamaan puoleenväliin ylintä kaidetta ja alustaa. Aukot turvakaiteissa, joista on pääsy tikkaille tai askelmalle (muulle kuin suokaiteen päädyissä), tulee varustaa liikutettavalla (esim. saranoidulla), aukon poikki kulkevalla poikittaistangolla tai vastaavalla. Lisäksi kuvan 2 mukaan potkusuojan leveydeksi kehotetaan minimissään 50 mm (AS 3868, 5.2.)



Kuva 2. Turvakaiteiden mittoja (AS 3868, 5.2).

Lisäksi maansiirtokonestandardissa määritellään kaiteiden kestävyys seuraavasti: Kiinteiden kaiteiden tulee kestä vähintään 1000 N suuruinen rasitus mistä suunnasta tahansa ilman näkyvää muodonmuutosta. Joustavien turvakaiteiden ei tule joustaa yli 80 mm alkuperäisestä asennostaan kyseisen suuruisen kuormituksen vallitessa. (AS 3868, 5.2.)

Standardin AS 1657 liitteessä A (Liite 2) on annettu vielä suositeltuja mittoja kaidemateriaaleille. Ylimmän kaideputken suositeltu minimiulkohalkaisija on liitteen mukaan 33,7 mm, tolppaputkien 48,3 mm ja välikaideputken 26,9 mm. Potkusuojan materiaaliksi suositellaan 100 mm leveää ja 6 mm paksua teräslevyä. Tolppien välille ei ole pulttikiinnitykselliselle tolppalle annettu mittaa, mutta vertaamalla hitsatulle tolppaputkelle ja neliöprofiiliputkelle annettuja mittoja voidaan todeta, että minimi mittana voidaan pitää 2000 mm ja maksimina 2300–2400 mm.

3.1.2 Eurooppalaiset standardit

Eurooppalaiset standardit ovat pääasiallisesti sisällöltään samanlaiset Australialaisten kanssa. Koneturvallisuuden standardi EN ISO 14122-3 sisältää yleisiä määräyksiä suojakaiteille, portaille ja porrastikkaille. Standardi EN ISO 2867 sisältää vielä erikseen maansiirtokoneiden kulkuteille soveltuvia määräyksiä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että standardi EN ISO 2867 on täsmentävä ja konekohtainen standardi, joka kumoaa poikkeukset yleisiin määräyksiin nähden. (SFS- EN ISO 2867, 3)

Kestävyydelle standardissa EN ISO 2867 annetaan samat määräykset, kuin australialaisen maansiirtokonestandardin standardit antavat. Kaiteiden on kestettävä 1000 N vähimmäisvoima missä tahansa suunnassa ilman näkyviä ja pysyviä muodonmuutoksia. Joustavat rakenteet saavat joustaa enintään 80 mm niiden alkuperäisestä asennosta kyseisellä testikuormalla kuormitettuina. (SFS- EN ISO 2867, 16.)

Suojakaiteille ja jalkalistoille annetaan seuraavanlaisia ehtoja, määräyksiä ja mittoja:

Suojakaiteen yläjohteen ja kulkutasen tai tason puoleenväliin on asennettava välijohde. Tasot ja kulkutasot on varustettava suojakaiteilla, jos pystysuora etäisyys tason tai kulkutasen avonaiselta sivulta maanpintaan tai toiseen tasoon on yli 3 m. Mikä tahansa kohta, jossa jalka voi voisi luiskahtaa kulkutasolta tai tasolta on varustettava jalkalistalla. (SFS- EN ISO 2867, 26.)

Kaiteiden päämitoille annetaan seuraavia ehtoja:

Yläjohteen tulee olla vähintään 1000 mm ja enintään 1100 mm korkea tasosta mitattuna. Välijohteen korkeus tulee olla puolet yläjohteen korkeudesta. Jalkalistan korkeus on minimissään 50 mm tasosta mitattuna, suositeltava mitta on 100 mm. Jalkalistan ja tason väliin jäävä rako saa olla enintään 10 mm. (SFS- EN ISO 2867, 30.)

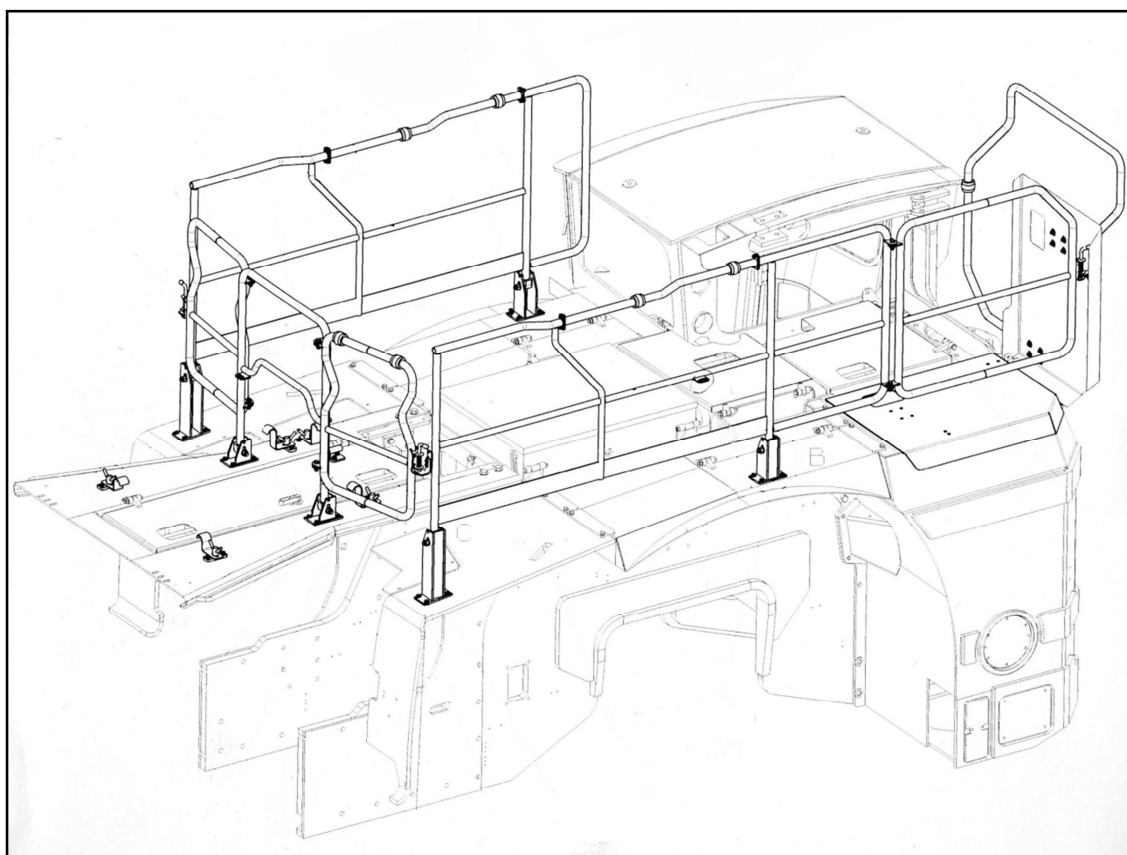
3.2 Yhteenveto standardisoinnista

Yhteenvetona verrattaessa Australian ja Euroopan standardeja voidaan vetää melko yhtenäinen linjaus, jolla saadaan kummatkin määräykset täyttävät kaiteet. Huomion arvoista on, että eurooppalainen standardi ei vaadi kaiteita käytettäväksi LH517 koneessa, sillä korkeusrajana standardissa on 3 metriä. Australian standardissa korkeusraja on vaikeaselkoinen. Standardissa puhutaan useammasta tasosta joita verrataan keskenään. Selkeää mittaa ei ole annettu, vaan annetaan erinäisillä poikkeuksilla lisää vaatimuksia. Tulkintani mukaan kaiteet tulee kuitenkin olla aina jos korkeus ylittää 1000 mm:ä. Muilta osin standardeissa olevat mitoituksiin liittyvät asiat ovat lähes samoja. Käytännössä kaiteiden tulisi olla vähintään 1000 mm korkeat tasosta mitattuna ja jalkalistan ja tason väliin ei tulisi jäädä 10 mm isompaa rakoa. Jalkalistan leveys tulisi olla vähintään 50 mm, mutta 100 mm olisi suositeltavampi leveys. Kaiteiden puolivälissä tulee olla välijohde.

Kaiteiden tulee kummankin standardin mukaan kestää samansuuruiset vähimmäiskuormat. Kaiteiden materiaalille ei ole käytännössä määritetty tarkkoja rajoitteita. Suositus on käyttää materiaalina putkea.

4. LÄHTÖTILANNE

Lähtötilanteessa LH 517-konetta saa suhteellisen toimivalla turvakaideoptiolla varustettuna. Kokoan tässä kappaleessa nykyisissä turvakaiteissa havaittuja parannuskohteita ja puutteita. Selvitän myös nykyisten kaiteiden standardien mukaisuuden. Teetän myös liitteen 16 mukaisen turvakaiteita koskevan kyselyn Turun tehtaan koeajajilla. Käyn läpi koeajon mielipiteet LH 517 nykyisistä turvakaiteista. Kuvassa 3 on esitetty tämänhetkinen perus kaidekokoontalo.



Kuva 3. LH 517 Kaidekokoontalo (Sandvik Pdm -tietokanta 2012).

Kaidekokoontalo koostuu pitkistä sivukaiteista, etukaiteesta, sekä takakaiteesta johon on myös kulkuaukkojen portit saranoitu. Oikeanpuoleiseen sivukaiteeseen on myös saranoitu ulospäin aukeava portti, joka yhdistää kokoontalon etukaiteeseen. Etukaide on kiinnitetty integroidusti hydraulisäiliön

kanteen. Kansi tulee nostaa, jotta kaide voidaan yhdistää kaidekokoontaan. Takakaiteessa olevat portit taittavat kummallekin puolelle takakaiteen keskiosaa ja ne voidaan lukita kaiteiden alas taittamista varten. Oikeanpuoleinen portti aukeaa niin ikään ulospäin ja vasemmanpuoleinen portti aukeaa sisäänpäin.

Kaiteet ovat kiinnitetty nivelöidysti kaiteiden jalkaosiin. Jalkaosat ovat kiinnitetty pullein koneen päälirakenteisiin. Kaiteiden nivelinä toimivat M16-kokoiset pultit (ks. kuva 4). Kaiteet saa taitettua kasaan ja kiinnitettyä ala-asentoon. Ala-asentoon kiinnittäminen tapahtuu käsiruuvien ja koukkumaisten metalliosien avulla. Ennen kasaan taittamista kaiteiden portit tulee avata ja sulkea kiinni niille tarkoitettuihin kohteisiin. Takimmaiseta, kulkuaukoissa olevat portit taitetaan keskelle. Oikeanpuoleisessa sivukaiteessa oleva portti taitetaan taaksepäin, oikeanpuoleisen sivukaiteen kylkeen ja lukitaan siihen. Ala-asentoon asettamisessa kaiteiden järjestyksellä ei ole muuten väliä, muuta kuin että etukaide, joka on kiinnitetty toimimaan yhdessä hydraulisäiliön kannen kanssa, tulee taittaa alas vasta kun oikean puoleinen sivukaide on laskettu alas.



Kuva 4. Huoltokaiteen jalka, lukitusmekanismi ja nivelöinti.

Kaiteiden saranamekanismi on hyvin yksinkertainen. Kaideputken läpi kulkeva teräksinen pyörötanko lukitsee kaiteen kaidejalkoihin koneistettuihin loviin. Saranapultin reiät ovat koneistettu pitkän malliseksi, niin että ne sallii kaiteen nostamisen pois lukituksesta, jotta ne voidaan taittaa ala-asentoon.

4.1 Huoltokaiteiden ongelmakohtat

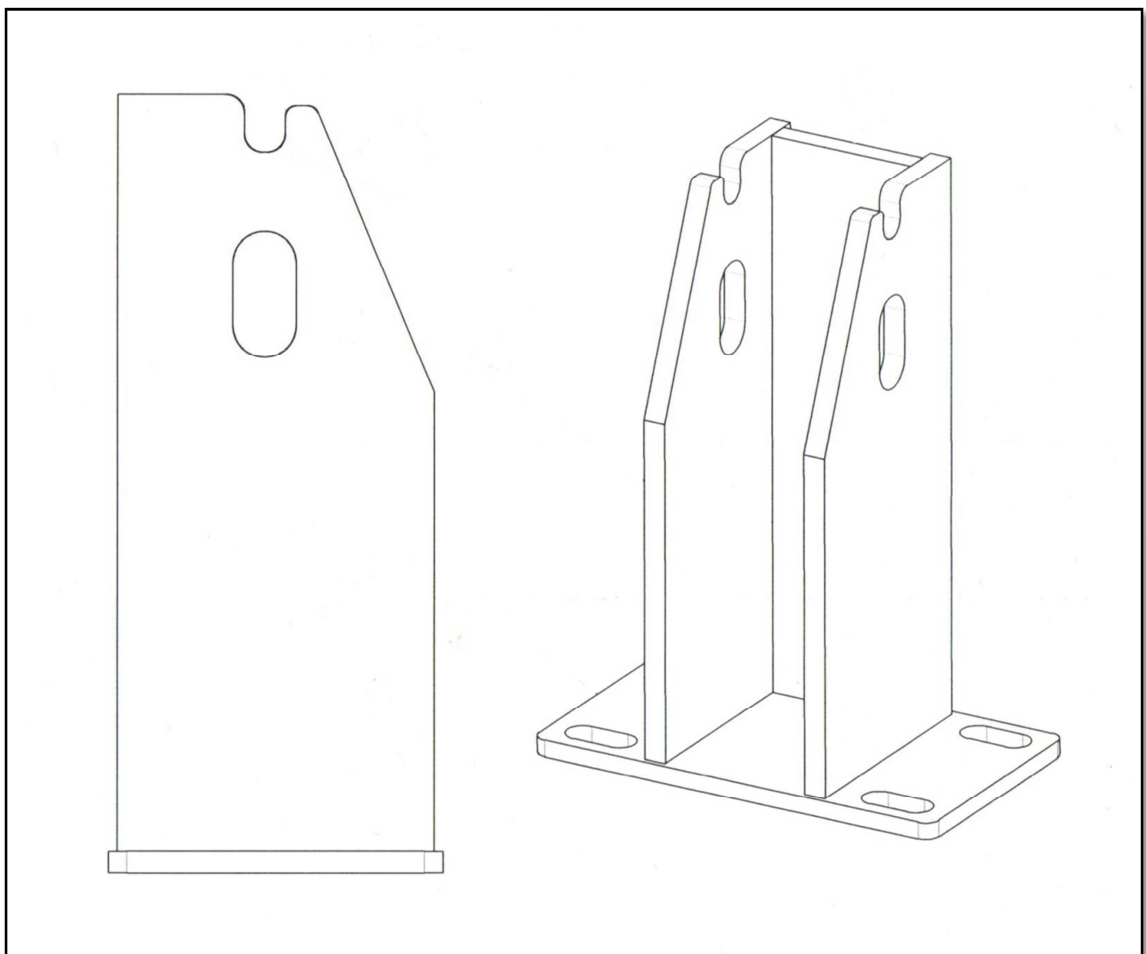
Nykyisien LH517 huoltokaiteiden asennuksessa ja käytössä on havaittu muutamia ongelmakohtia. Suurimpana ongelmakohtana on kulkuaukkojen porttien toimivuus, erityisesti näistä vasemmanpuoleisen. Ongelma ilmenee jo asennusvaiheessa. Portin tulee aueta sisäpuolelta ja ohittaa sivukaide ja portin lukitusmekanismi kokonaisuudessaan, jotta sen saa lukittua (ks. kuva 5). Ongelma johtuu pääasiassa siitä, että portin lukitus on haluttu peilikuvaksi oikeanpuoleisen portin kanssa. Osansa ongelman syntymiseen antaa kaiteiden kiinnityksien rajallinen säätövara.



Kuva 5. Vasemmanpuoleisen portin ongelmakohta, portin lukitusmekanismi.

Ongelmaa on korjattu tähän asti irrottamalla ja uudelleen hitsaamalla lukitusosat sivukaiteesta ja toisinaan on myös joutunut siirtämään kaidejalan kiinnitysreikiä.

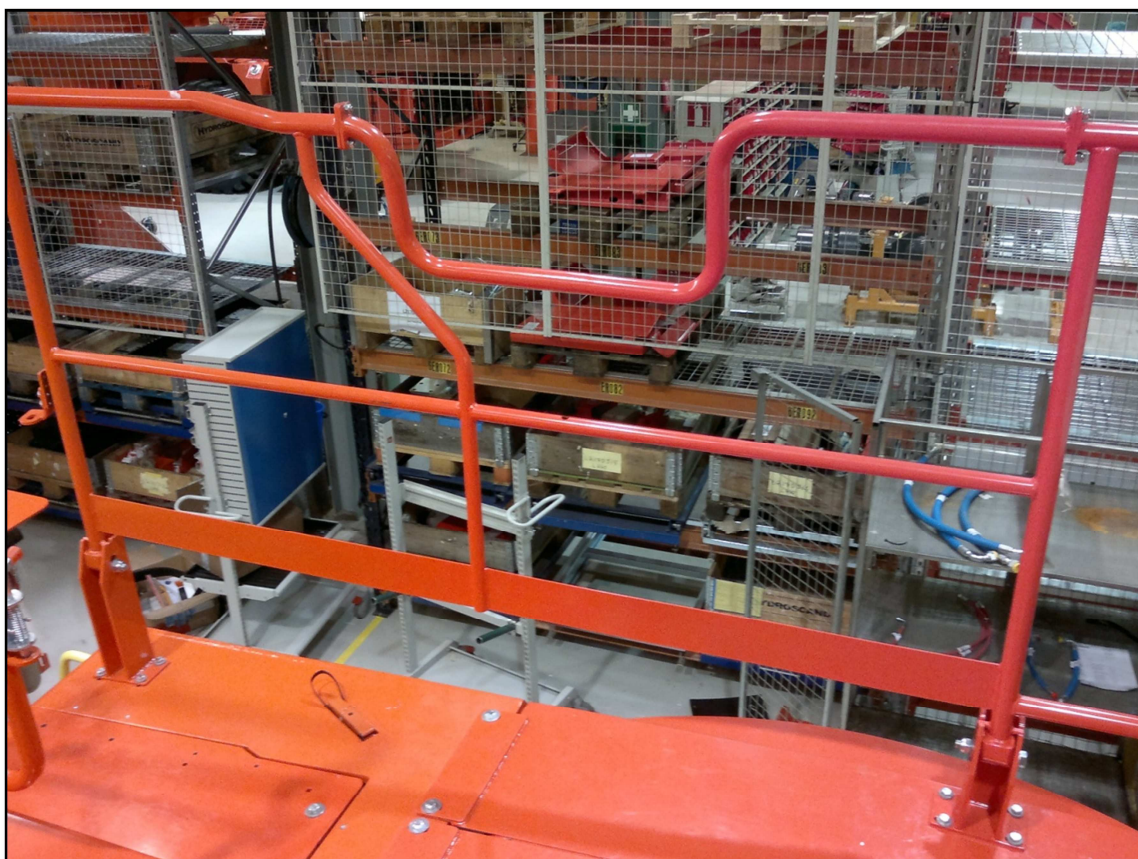
Kaidejaloissa ongelmakohtana on etusivun liian jyrkkä viiste, jossa ei ole juurikaan pyöritystä (kuva 6). Tämä aiheuttaa kaiteiden ylösnostamisessa vaikeutta, sillä kaidelukituksen pyörötanko tahtoo jäädä päin viistettyä reunaa. Kaidetta tulee samanaikaisesti nostaa ylöspäin ja kääntää ulospäin, jotta kaide saadaan nostettua lukitukseen.



Kuva 6. Kaidejalan piirros ja ongelmakohta (Sandvik Pdm- tietokanta 2012).

Automaatiovarustuksella olevissa LH517-koneissa on ilmastointilaitteen päällä skanneri ja sen teline lukituksineen. Tämän vuoksi sivukaiteisiin on tehty

yläjohteisiin irrotettava osuus, jonka tilalle saa kuvan 7 mukaisen kaideosuuden. Kaiteita ala-asentoon taitettaessa normaalikaide osuisi skannerikokoonpanoon, mutta kuvan 7 mukaisella putkella tämä pystytään väistämään. Ongelmaksi tästä koituu kaiteen muuttuminen tältä osin liian matalaksi niiden ollessa pystyasennossa, kun verrataan standardien vaatimuksiin.

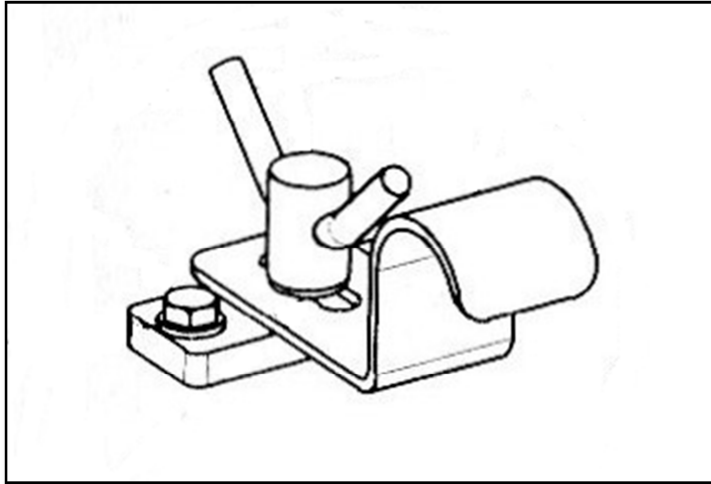


Kuva 7. Automaatio-varusteisen koneen sivukaide.

Yllä olevasta kuvasta 7 ilmenee myös potkusuojaan liittyvä ongelma. Standardien mukaan potkulaudan ja tason väliin saa jäädä korkeintaan 10 mm rakoa. Nykyisissä kaiteissa ns. potkulauta on aivan väärässä paikassa, eikä se toteuta sille määriteltyä tarkoitustaan.

Muita ongelmakohtia ovat kaiteiden ala-asennon kiinnityslaitteet, sekä etukaide. Kiinnityslaitteet ovat kylläkin kestävä, mutta ne ovat useaan otteeseen koettu liian työläiksi käyttää. Kiinnityslaitteen esimerkki on esitetty kuvassa 8.

Etukaiteen ongelmakohta on siinä, että sen joutuu nostamaan pystyyn ennen oikeanpuoleista sivukaidetta. Tämä vaatii henkilön kulkemista vielä alastaitetun sivukaiteen seassa, jolloin kompastumisvaara on ilmeinen.



Kuva 8. Huoltokaiteen kiinnityslaite.

4.2 Koeajon kaidekysely

Teetätin kyselyn Turun tehtaan koeajajilla. Koeajo suoritetaan jokaiselle tuotannosta valmistuneelle koneelle ennen koneiden viimeistelymaalausta ja teippausta. Koeajossa koneet käydään läpi kokonaisvaltaisesti ja koeajon huomaamista virheistä tehdään ”kiristelylista”, jonka mukaan asentajat korjaavat havaitut viat koeajon jälkeisessä huollossa. Koeajossa huoltokaiteiden käytännöllisyys voidaan todentaa heti, jonka vuoksi päädyin kysymään heiltä mielipiteitä.

Kysyin kyselyssä mitä hyviä ja huonoja puolia nykyisissä LH517 huoltokaiteissa on, sekä millaisia parannusehdotuksia heillä olisi.

Vastauksia kyselyyn tuli 3 kappaletta ja sisällöltään ne olivat kaikki hyvin samankaltaisia. Koeajajia tehtaalla on 8 kappaletta ja he työskentelevät eri vuoroissa. Vastauspapereiden lukumäärää ajatellen vastauksia on todennäköisesti pohdittu pienissä ryhmissä. Vastaukset olivat todella hyviä.

Hyvinä puolina kaiteissa pidettiin niiden tuomaa turvallisuutta, niiden tukevuutta sekä mahdollisuutta ajaa konetta kaiteet pystyasennossa. Huonoja puolia olivat etukaiteen toiminta (joutuu nostamaan ennen sivukaidetta), porttien toiminta (lukitseminen vaatii kaiteiden vääntelyä) ja näkyvyyden rajoittuminen konetta ajettaessa. Huonoina pidettiin myös käsiruuvien toimintaa sekä porteista kulkemisen vaikeutta kun käsissä on tavaraa.

Parannusehdotuksina toivottiin porttien toiminnan parantamista ja kaiteiden käyttämisen saamista helpommaksi ja kevyemmäksi. Etukaide haluttiin avattavaksi vasta sivukaiteen jälkeen.

5. HUOLTOKAITEIDEN KEHITTÄMINEN JA IDEOINTI

Päädyin kehittämissuunnitelmia tehdessäni ratkaisuun, jossa tulisin käyttämään mahdollisimman paljon hyväksi jo valmiita kaiteita. Pikemminkin siis parantelin jo valmista kaidepakettia, kuin suunnittelisin jotain täysin uutta. Tämä siksi, että täysin uuden suunnitteleminen vaatii paljon enemmän taustatyötä esim. mahdollisesti luku- ja laskeutusta. Tämänhetkissä kaiteissa käytetyt materiaalit ja lukitusmekanismit ovat olleet jo kauan käytössä, joten ne ovat jo käytännössäkin todettu kestäviksi ja toimiviksi. Putkien materiaali vastaa jo nykyisellään australialaisia vaatimuksia, vaikkakin putkien materiaalia muuttamalla saataisiin varmasti aikaan huomattavia säästöjä painossa.

Lähdin ideoimaan parannuksia huoltokaiteisiin lähinnä koeajosta tulleiden palautteiden pohjalta, mutta osaltaan myös asennuskokemusten pohjalta. Koeajon näkökantaa pidin tärkeänä, sillä he ovat suoraan kokeilemalla todenneet kaiteiden toimivuutta useaan otteeseen. Asennus näkökulmaa pidin myös tärkeänä, sillä henkilökohtaisesta kokemuksesta sekä asennustovereiden näkökulmasta asennettavuus on tärkeä osa kokonaisuutta. Halusin standardiasioita tutkimalla selvittää millaisissa rajoissa kaiteiden tulisi olla ja ovatko standardiasiat nykykaiteissa kohdallaan.

5.1 Porttien toiminnan ideointi

Lähdin liikkeelle pohtimalla asennuksessa suurena ongelmana ollutta asiaa, eli kulkuaukkojen porttien toimivuutta. Koeajossa myös koettiin porttien toimivuus välttämiseksi.

Aluksi pohdin, olisiko porttikokonaisuus mahdollista rakentaa niin, että kummatkin portit kääntyisivät ulkokautta lukitukseen sivukaiteiden päihin. Portit pinoutuisivat siten keskelle päällekkäin, jolloin olisi ongelmana niiden avautumis- ja sulkeutumisjärjestys. Seuraava askel oli pohtia voisiko portit saranoida sivukaiteisiin, jolloin ne toimisivat täysin peilikuvana toisiinsa nähden. Portti aukeaisi sisäpuolelta ja lukittuisi porttien vanhaan kiinnitysosaan, joka olisi samassa paikassaan moottorinkannen päällä. Satuini huomaamaan, että

kyseistä ideaa oli käytetty jo LH621 koneessa (kuva 9), jolloin päätin tutkia lähemmin, mitkä edellytykset tällaisella muutoksella olisi LH517 koneessa.



Kuva 9. LH 621 sivuportti.

Portti nykyisessä muodossaan vaatii noin 50 mm vapaata tilaa syvyys suunnassa kun se lukittaisiin sivukaiteeseen. Mittailllessani kulkuaukkoa ja portteja huomasin, että sisältäpäin kääntyvä kaide tulee olla n. 50 mm kapeampi kuin nykyinen portti, joka on n. 650 mm leveä saranan keskeltä ääripisteeseen. Sivukaiteen alle jää n. 60 mm tilaa sen ollessa ala-asennossa. Alapuolella on paisuntasäiliönkorkkia ympäröivä vahvikerauta, johon tämä 60 mm on matkaa. Sivusuunnassa oli huomioitava, tuleeko ilmastointilaitteen reuna liian lähelle, jos portti vaatisi 600 mm tilaa lukituksineen. Ilmastointilaitteeseen jäi kuitenkin vielä reilusti matkaa, joten näiden mittojen puitteissa totesin että portit olisi mahdollista suunnitella sivukaiteisiin saranoitaviksi.

5.2 Sivukaiteiden kehittäminen

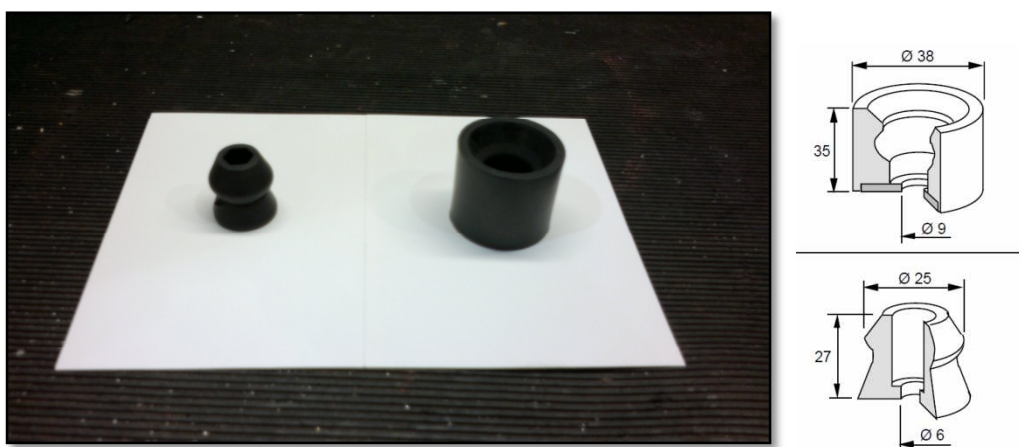
Sivukaiteissa parannettavaa oli käytettävyydessä, sekä automaatiovarusteisen koneen tapauksessa myös kaiteiden irrotettavassa osassa. Lähdin työstämään parannusta sivukaiteille mittaamalla asennettujen kaiteiden mittoja. Totesin kaiteiden olevan standardeissa toivottuja mittoja korkeammat tasosta mitattuina. Kaiteiden etureuna oli n. 150 mm turhan korkea, kun standardien mukaan 1000 mm korkea kaide olisi riittävä. Takareunassa sivukaide oli vieläkin korkeampi, sillä taso lähtee laskemaan loivasti kohti koneen takaosaa. Korkeutta oli n. 285 mm ylimääräistä 1000 mm verrattuna. Päätin lähteä kehittämään sivukaiteita mataloittamalla niitä niin paljon kuin se olisi mahdollista. Takareunan mataloitumahdollisuuksia tutkiessani tuli ilmi, että porttien asennus sivukaiteisiin tulisi ongelmalliseksi, jos kaiteita mataloitettaisiin tuo mittaamani 285 mm. Tämä siksi, että moottorinkannessa kiinni oleva porttien lukitukset sisältävä kaiteenos on sen verran korkeammalla kuin sivukaide. Tarkastin mittojani ja päädyin tulokseen, että n. 180 mm mataloitus olisi mahdollinen.

Automaatio- optiolla olevan koneen skannerin väistävän putken osalle oli vaikea keksiä hyvää ratkaisua. Työtä tehdessäni skanneritelineet olivat päivityksen alla, eikä sellaisia koneita montaa ollut valmistettavana. Eräänlainen ratkaisuehdotus kuitenkin mieleeni pitkän pohdinnan jälkeen tuli. Mietin, saisiko kaideputkien taitoksien väliin tehtyä ylös/alas suunnassa liikuteltavan väliputken. Putken kummassakin päässä olisi haarukkamainen rakenne ja se olisi lukittavissa ylä-, sekä ala-asentoon.

Potkusuoja nykyisissä sivukaiteissa on asennettu taituvan kaiteen alareunaan, jolloin matkaa sen ja tason välille tulee reilusti yli 10 mm. Päätin poistaa potkusuojan kokonaan kyseisestä paikasta ja pohdin olisiko sitä mahdollista valmistaa erikseen kaidejalkoihin asennettavana mallina. Näin se voitaisiin mitoittaa niin, että ainakin tuo 10 mm:n etäisyysvaatimus tasoon saataisiin täytymään ainakin kaidejalkojen väliseltä osalta.

5.3 Lukituksen parantaminen

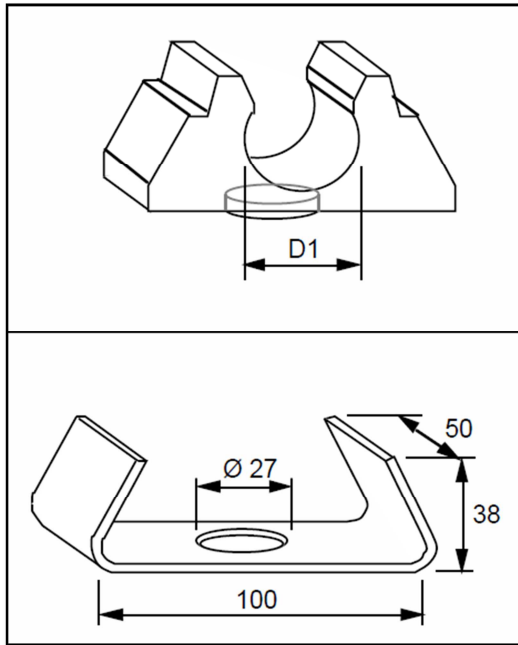
Käsiruuvien (kuva 8) hankalan käyttämisen vuoksi haluttiin jokin ehdotus lukituksen parantamiseen. Kaiteiden lukituksen parantamisessa pohdimme Sami-Jussi Hollon kanssa kumisien kiinnittimien hyödyntämistä. Sain kokeiltavakseni kumi- istukan sekä muovisen vastakappaleen joka kiinnittyisi tiukasti istukkaan, mutta kuitenkin niin että osat olisi ilman suurta voimaa irrotettavissa. Ohessa on kuva kumikiinnittimestä.



Kuva 10. Kumikiinnittimet (Korjan kumi Oy 2012).

Kuminen naaraskappale olisi hyvä kiinnittää kaiteeseen, jotta se ei täytyisi irtonaisesta maa-aineksesta tai muusta liasta. Kumikiinnittimen voisi parhaiten asentaa koneen välikanteen, jossa se kiinnittäisi sivukaiteiden etupään. Ilmastointilaitteen kanteen asennus ei välttämättä ole lainkaan mahdollista. Kaiteen takapäähän kiinnitys voisi onnistua moottorin kanteen.

Löysin toisenkin mahdollisuuden kumikiinnitykseen. Kuvassa 11 on esitettyä toisenlainen kumikiinnitin. Tämänkaltainen kiinnitin antaa hieman enemmän anteeksi asennusta huomioiden sillä kuvan 10 tyyppinen kiinnitin täytyy kohdistaa toisiinsa nähden melko tarkasti.



Kuva 11. Kumikiinnitin nro. 2 (Korjan kumi Oy 2012).

Oheisen kuvan 11 tyyppinen kiinnitin kiinnittyisi suoraan kaideputkeen, jolloin vastakappaletta ei tarvitsisi kaiteisiin asentaa. Kiinnitin vie jonkin verran enemmän tilaa koneen päällä toiseen kiinnitintyyppiin verrattuna.

6. HUOLTOKAITEIDEN MALLINNUS

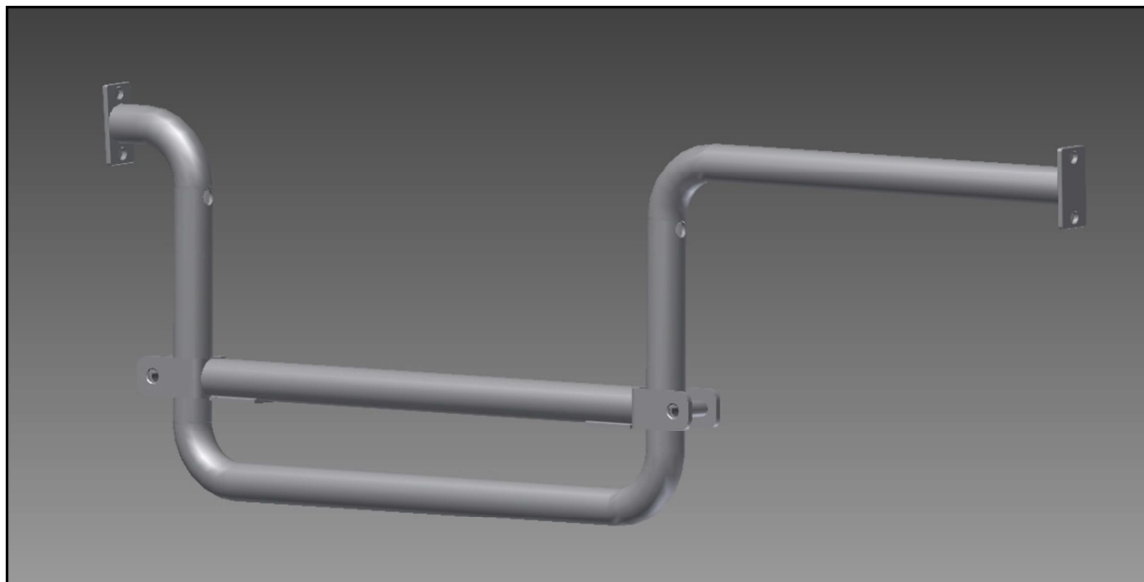
Käytin huoltokaiteiden mallinnuksessa 3D-mallinnus ohjelmia, kuten Dassault Systèmesin CATIA:a sekä Autodeskin Inventoria. Päädyin käyttämään 3D-mallinnusta, koska se on tämänpäivän suosituin suunnittelumuoto, sekä siksi että kaidekokoontaminen olisi tällä tavoin paljon paremmin hahmoteltavissa. 3D-mallinnus antaa myös hyvät mahdollisuudet jatkaa työtä tulevaisuudessakin. Mallinnusohjelmilla on myös erittäin helppo tuottaa malleista piirustuskuvat, joilla itse kaiteiden valmistus voidaan toteuttaa. En aio tässä selittää itse mallintamisesta yksityiskohtia, sillä mallinnuksen voi tehdä monella eri ohjelmalla, jotka eroavat toisistaan enemmän tai vähemmän.

Itse mallinnuksen aloitin takakaiteesta. Seuraavaksi mallinsin vasemman sivukaiteen. Sitten mallinsin etukaiteen. Tämän jälkeen vuorossa oli oikean puoleinen sivukaide. Pystyin hyödyntämään suuresti jo mallinnettua vasemmanpuoleista sivukaidemallia tässä kohtaa, sillä sivukaiteiden perusrakenne on hyvin samankaltainen. Oikeanpuoleinen sivukaide on hieman pidempi vasenta ja se sisältää myös saranat etummaiselle sivuportille. Mallinnukset löytyvät liitteistä. Tein myös mallinuksista piirustukset. Tein piirustukset lähinnä uudistetuista osista, niin että kappaleet joissa on hyödynnetty vanhoja osia, vain uudistukset ovat mitoitettuina. Kuten esim. etukaideputki (liite 7), jossa olen muuttanut alkuperäiseen verrattuna vain kaiteen yläosan ja myös mitoitettu vain muutokset.

Mallinuksista puuttuvat lukitussalvat porttien lukituksia varten. Mielsin salpojen mallinnuksen tarpeettomaksi, sillä ne löytyvät tarvittaessa Sandvikin omasta tietokannasta, jos kaiteitani tultaisiin käyttämään koneissa. Lukituksissa käytetään jousisalpoja, jotka on lukittavissa auki asentoon. Esimerkki salvasta näkyy kuvassa 5.

Mallinnetut kaiteet olisivat olleet myös hyvä saada sovitettua koneen kansikokoonpanoihin, mutta niiden malleja en saanut. Kansikokoonpanoon liitetyt kaiteet olisi saatu havainnollistettua alaskaadetussa asennossa ja niiden toimivuutta olisi pystynyt hahmottamaan lisää.

Ohessa (kuva 12) on esimerkki mallinnetusta skannerioptiosivukaiteen väliputkesta. Mallinnuksessa on liitetty yhteen skannerikaideputki, laipat putken päihin sekä skanneriporttikokoonpano.

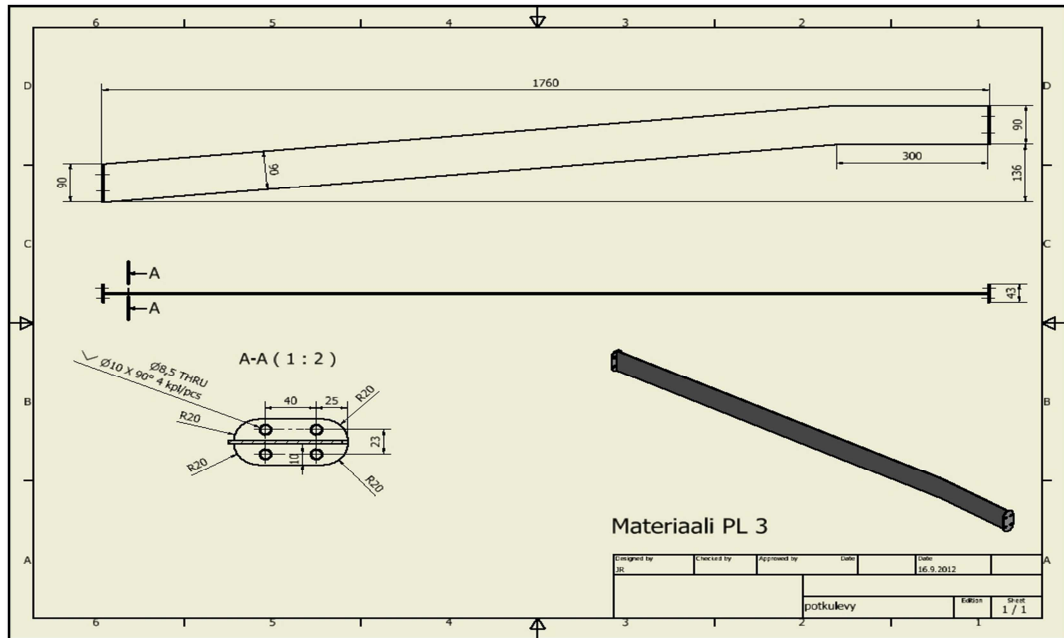


Kuva 12. Skannerikaidekokoonpano – mallinnus.

Saatuani kaikki mallinnettua, esittelin töitäni opinnäytetyöohjaajalleni Sami-Jussi Hollolle. Hänen kanssaan kävimme läpi piirustukset ja pohdimme mahdollisia epäkohtia kappaleissa. Huomasimme, että piirtämäni potkulevyt (kuva 13) voisivat olla käytännössä liian ”veteliä”. Potkulevy koostuu pitkästä taivutetusta levystä, sekä päihin hitsattavista levyistä. Levyn materiaalina on PL 3, eli 3 mm vahva peltilevy, joka on saman vahvuista levyä kuin alkuperäisissä sivukaiteissa käytetty. Totesimme, että levyn päihin tulevat levyt olisi hitsauksen kannalta ongelmallisia, sillä levy on niin ohutta. Levyn ohuus saattaa aiheuttaa, myös kyseistä vetelyyttä, koska levyn mitta on jotakuinkin pitkä. Standardi vaatii 6 mm vahvan peltilevyn.

Muokkasin potkulevyt vielä kertaalleen, niin että levy olisi täysin taivutetusta peltilevystä tehtyä sekä 6 mm vahvaa. Levyn taivutuksista johtuen tuli tehdä vasemmalle ja oikealle puolelle omat versiot potkulevystä. Potkulevyistä tuli

näin ollen toisiensa peilikuvat. Uudistetun potkulevyn piirustukset löytyvät liitteistä 12 ja 13. Muita suuria muutoksia en suunnitelmiini tehnyt.



Kuva 13. Toteutumaton potkulevy – piirustus.

7. LOPPUTULOKSET JA YHTEENVETO

Työni tarkoituksena oli tutkia mitä parannettavaa nykyisissä LH517 huoltokaiteissa on, sekä pyrkiä ideoimaan parannuksia. Työssäni tuli verrata nykyisten kaiteiden tilannetta standardeissa ilmoitettuihin vaatimuksiin. Kyselin työssäni myös paljon mielipiteitä tehtaan työntekijöiltä, jolla selvitin lisää kaiteiden nykytilannetta.

Lopputuloksena sain suunniteltua monia muutoksia nykyisille kaiteille. Monessa kohdassa tein hyvin paljon yksinkertaistuksia. Käytin myös paljon hyödyksi vanhoja kaiteita, jotta uusissa voitaisiin hyödyntää vanhoja osia. Sain tehtyä kaikista muutoksista 3D-mallit ja piirustukset.

Sain myös vietyä kaiteita lähemmäksi standardeissa vaadittuja mittoja. Kaiteiden saattaminen täysin standardien mukaisiksi on todella hankalaa, sillä koneen päälrakenteet rajoittavat hyvin paljon suunnittelua.

Yhteenvetona kaiteiden suunnittelu oli haastava työ. Työtä olisi voinut laajentaa esim. tutkimalla rakenteiden lujuuksia. Sain mielestäni kuitenkin suunniteltua nykyiseen verrattuna ainakin osittain, ellei kokonaisuudessaan paremmin toimivat kaiteet. Kaiteista voi piirustuksien avulla teettää kokeiltavan kaidepaketin, jonka jälkeen voidaan havaita paremmin kaiteiden toimivuus.

Asiakasyritys ei ole vielä päättänyt, tuleeko kaiteitani hyödynnettyä tuotannossa vai ei. Olisi hieno nähdä, että edes joltain osin työtäni käytetään tuotannossa. Työ on ainakin itselleni ollut hyödyksi. Olen saanut harjoitella käytännön mekaniikkasuunnittelua, sekä 3D-mallinnuksien sekä piirustuksien tuottamista.

Kaiteiden suunnittelu tuo haasteita tulevaisuudessakin. Suunnitteilla on jo LH517 lastarin sivukaiteeseen sähköhydraulinen nostojärjestelmä, joka muuttaa sivukaiteen rakenteen totaalisesti. Lisäksi linjalle ollaan ottamassa työn alle toinen lastarimalli LH621, jonka kaiteissa saattaa myös olla edessä samoja muutostarpeita.

LÄHTEET

AS 1657-1992 Fixed platforms, walkways, stairways and ladders - Design, construction and installation

AS 3868-1991 Earth-moving machinery - Design guide for access systems

SFS- EN ISO 2867 Maansiirtokoneet. Kulkutiet. 2007. 2. painos

LH 517 LHD 2012. Wikipedia. Viitattu 8.10.2012.
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sandvik_LH517_LHD.JPG

Sandvik mining and construction Finland Oy 2012. Yritys info ja yhteystiedot. Viitattu 1.3.2012
<http://www.miningandconstruction.sandvik.com/fi>

Sandvik mining and construction Finland Oy 2012. Products > Load and haul equipment > Underground loaders (LHDs) > LH517. Viitattu 1.3.2012
<http://www.miningandconstruction.sandvik.com/fi>

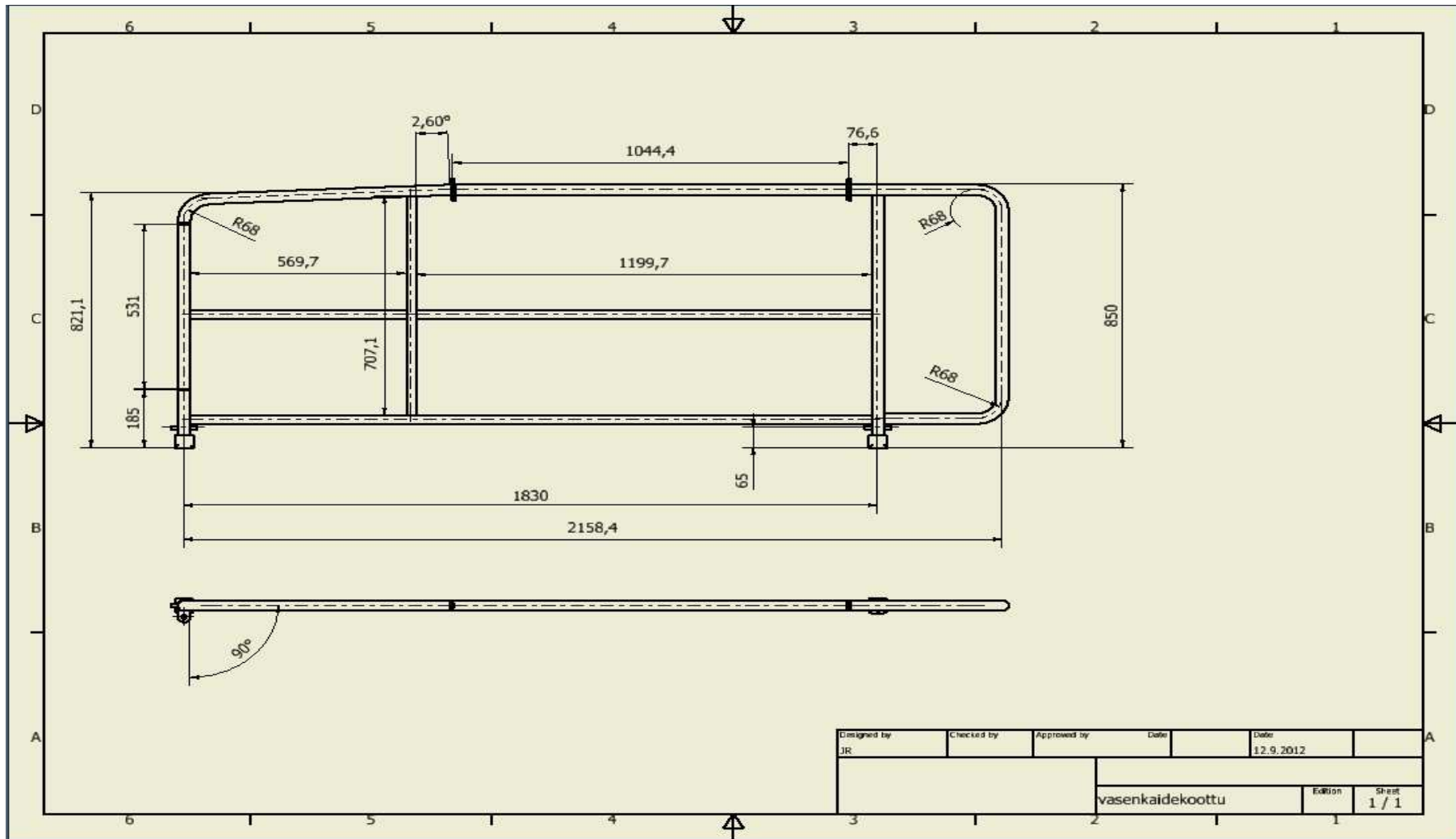
Sandvik mining and construction Finland Oy 2011. Technical specification. Viitattu 1.3.2012
[http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/0120/Internet/Global/S003713.nsf/Alldocs/Products*5CLoad*and*haul*machines*5CUnderground*loaders**28LHDs*29*2ALH517/\\$FILE/Technical%20specification%20Sandvik%20LH517-20.pdf](http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/0120/Internet/Global/S003713.nsf/Alldocs/Products*5CLoad*and*haul*machines*5CUnderground*loaders**28LHDs*29*2ALH517/$FILE/Technical%20specification%20Sandvik%20LH517-20.pdf)

Sandvik Intranet 2012. Historia, Sandvik Mining and Construction Oy Turku.

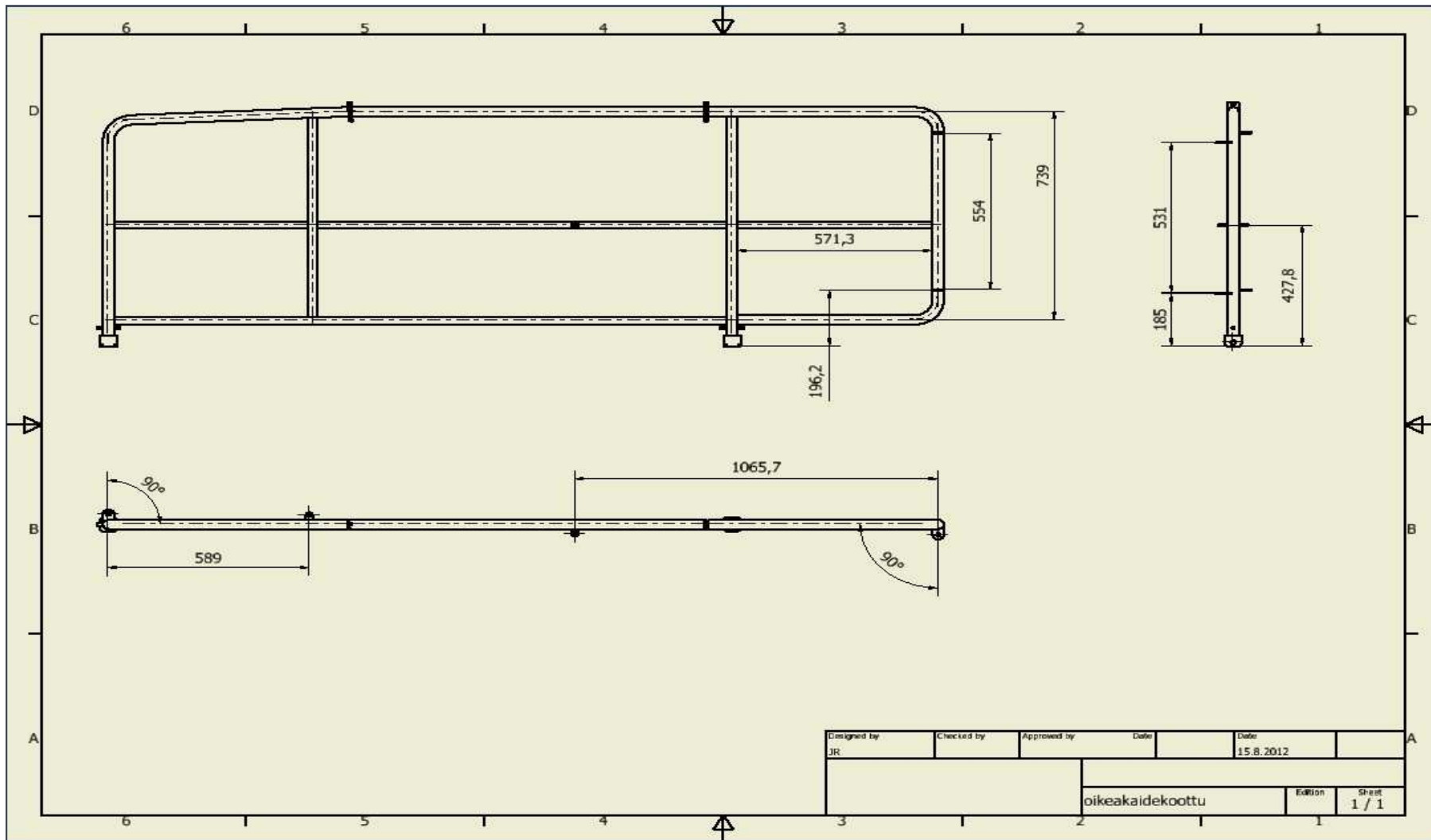
Sandvik Pdm -tietokanta 2012. Sandvik Mining and Construction Oy.

Korjan kumi Oy 2012. Muottituotteet. Saatavissa
http://www.korjakumi.fi/mp/db/file_library/x/IMG/10475/file/Muottituotteet101.pdf

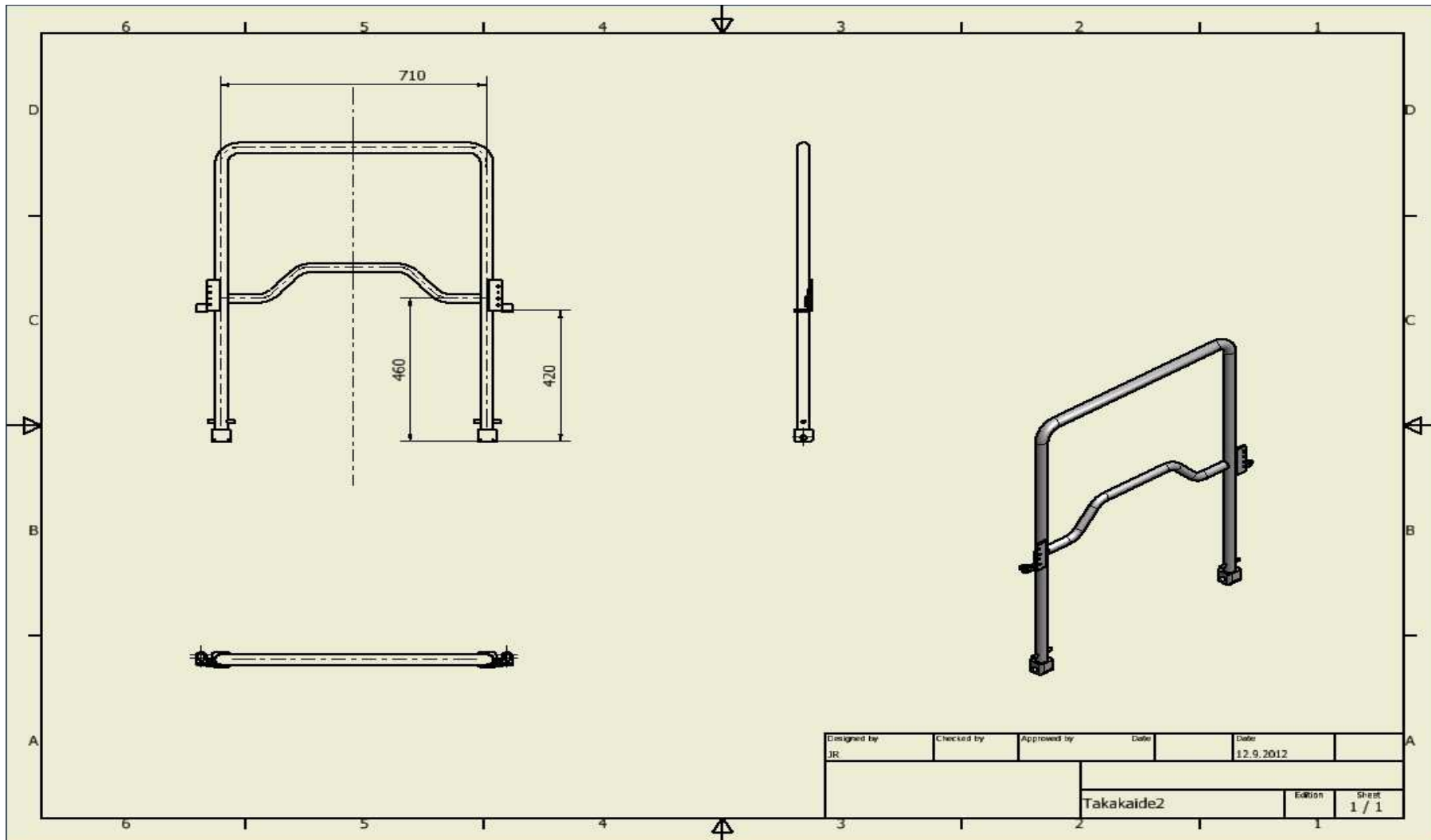
Liite 1 Vasen sivukaide - piirustus



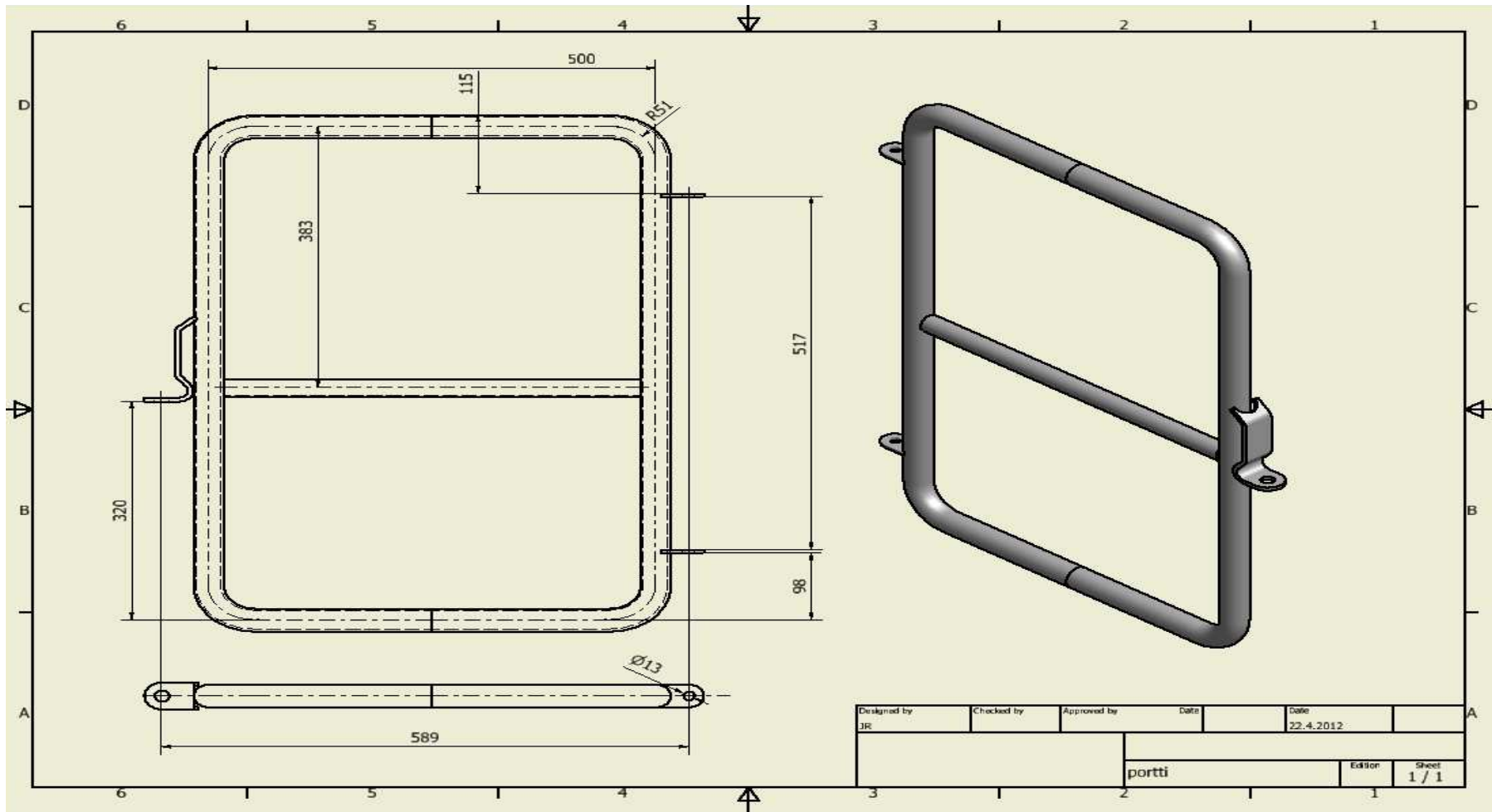
Liite 2 Oikea sivukaide - piirustus



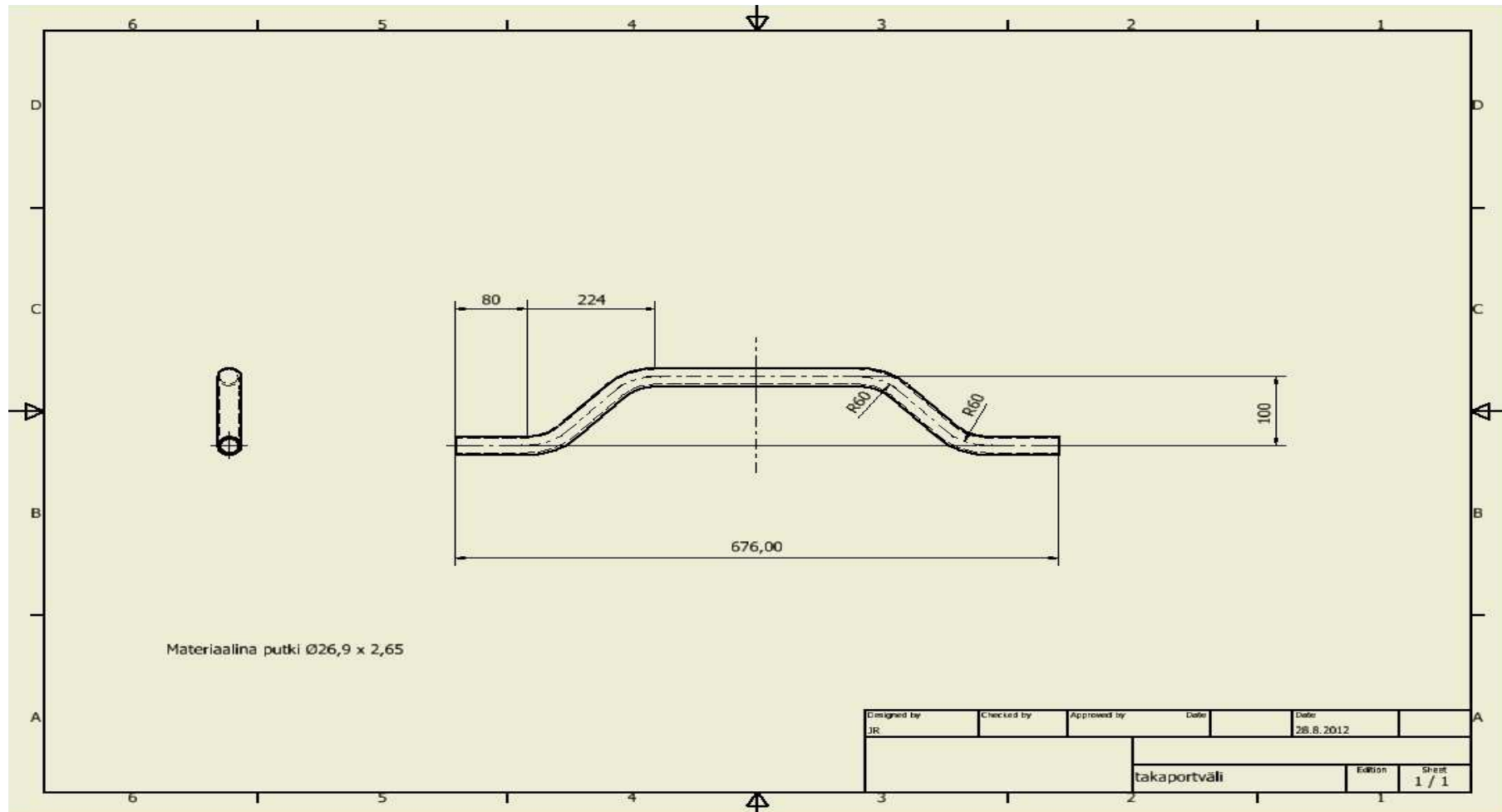
Liite 3 Takakaide - piirustus



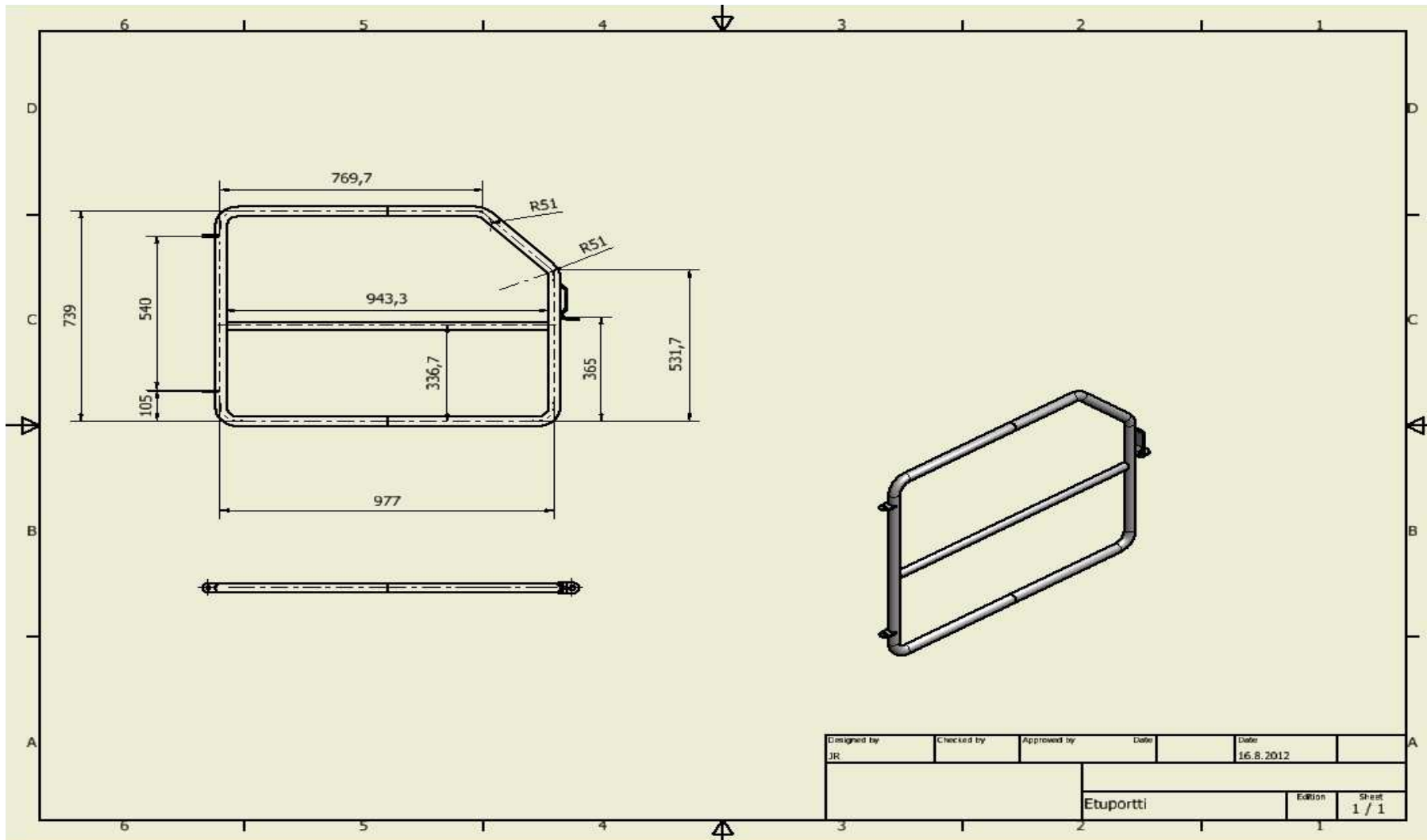
Liite 4 Portti - piirustus



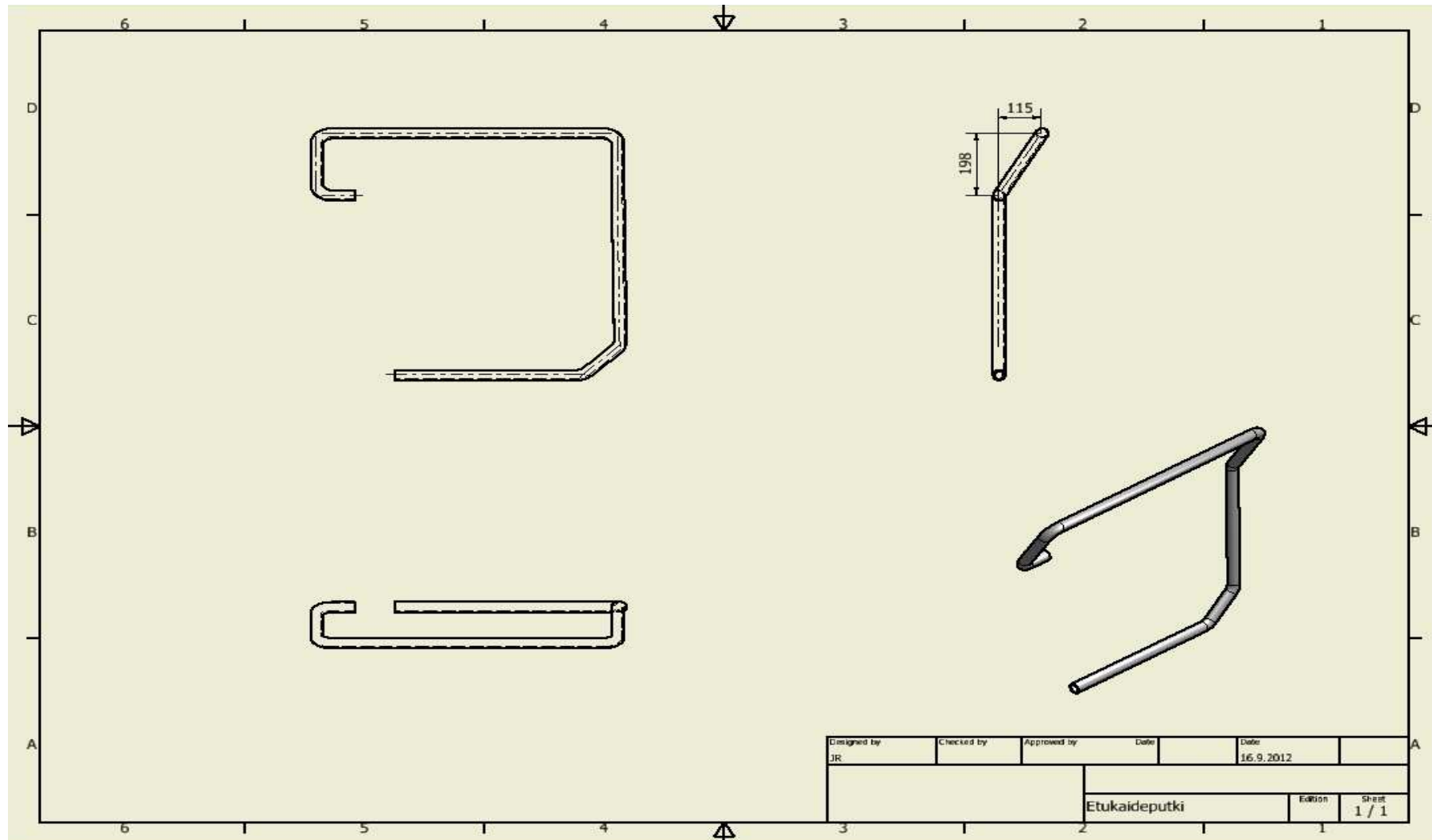
Liite 5 Takakaiteen välikaide - piirustus



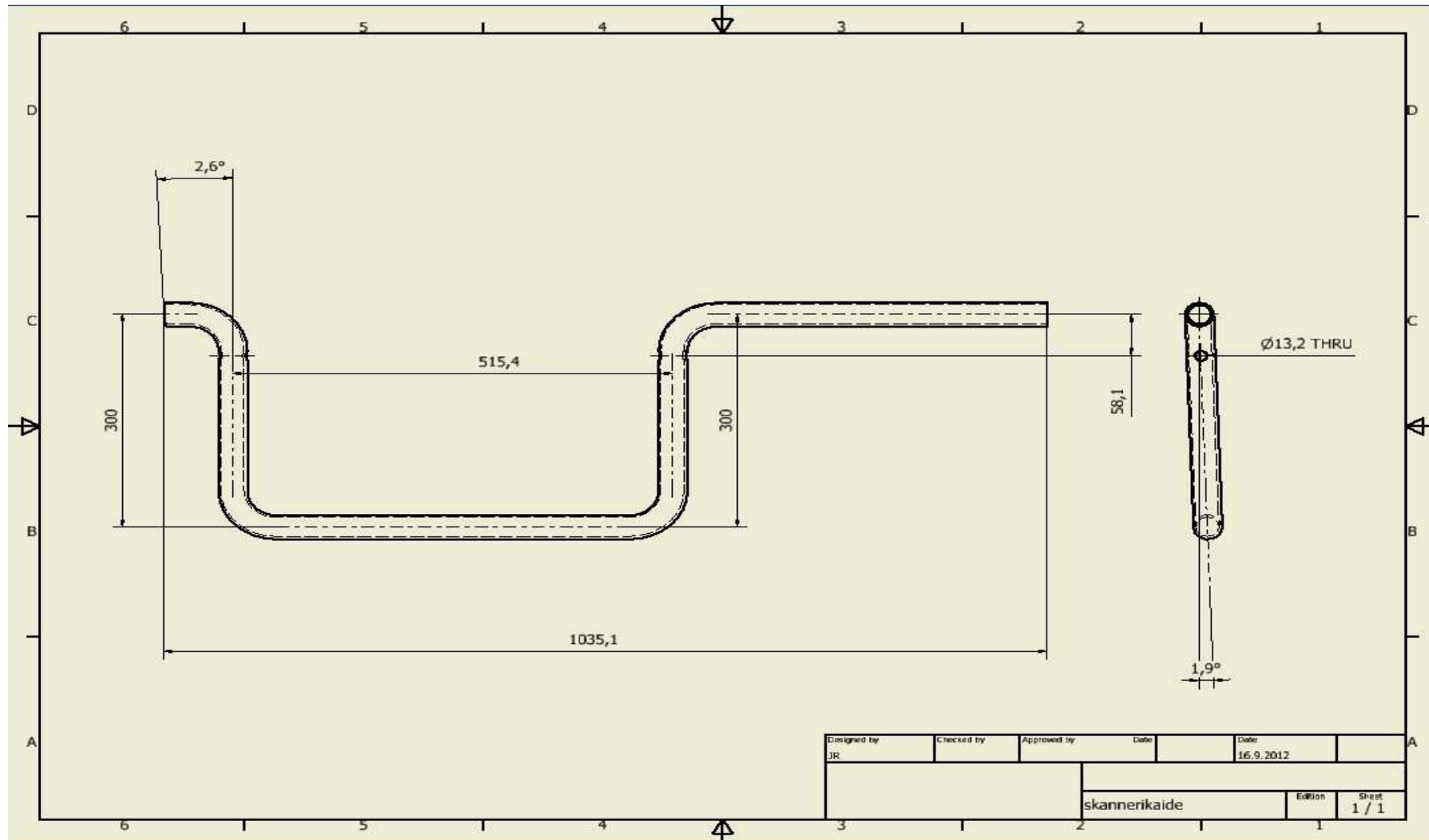
Liite 6 Etuportti - piirustus



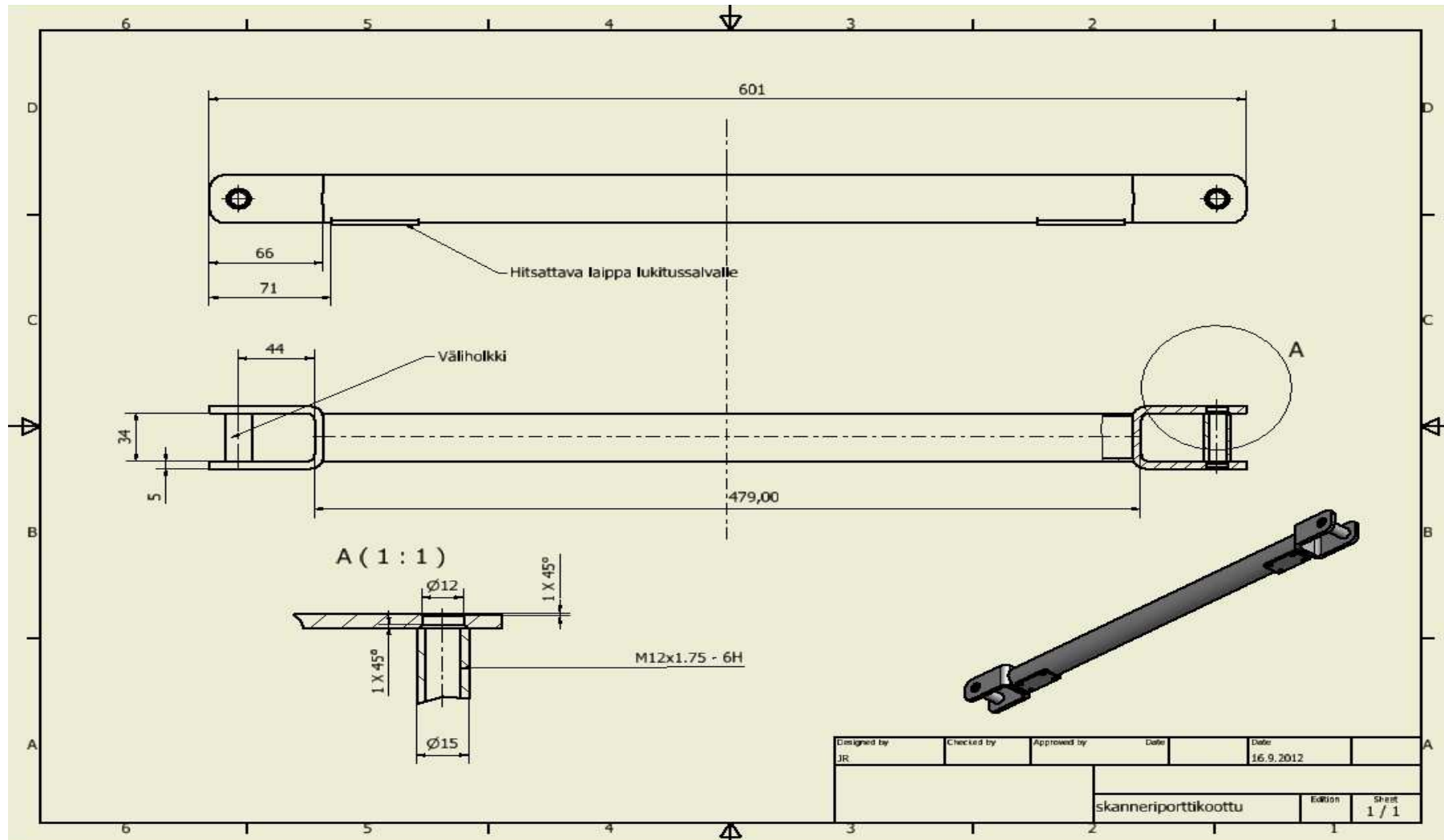
Liite 7 Etukaideputki - piirustus



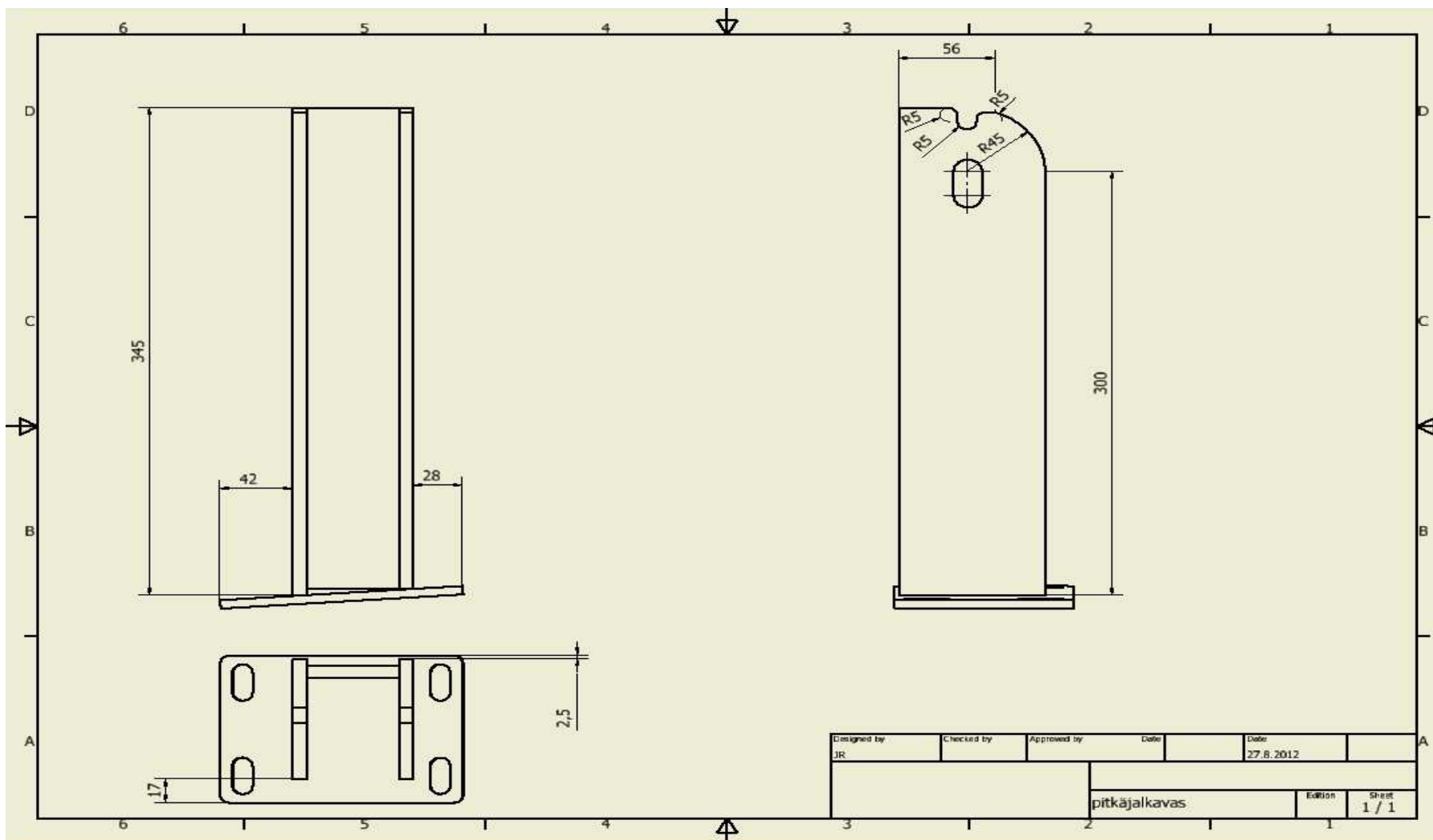
Liite 8 Skannerikaideputki - piirustus



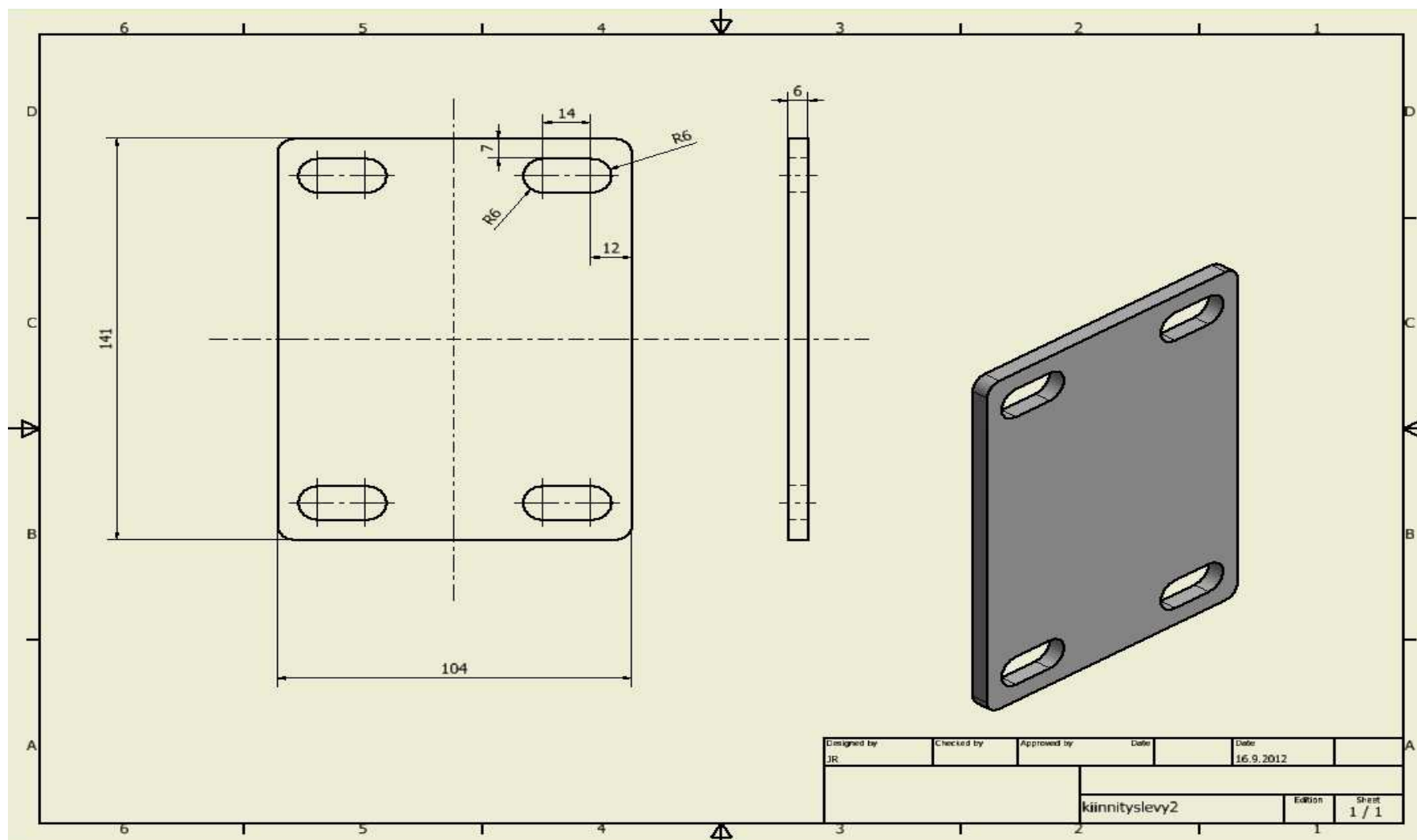
Liite 9 Skanneriportti - piirustus



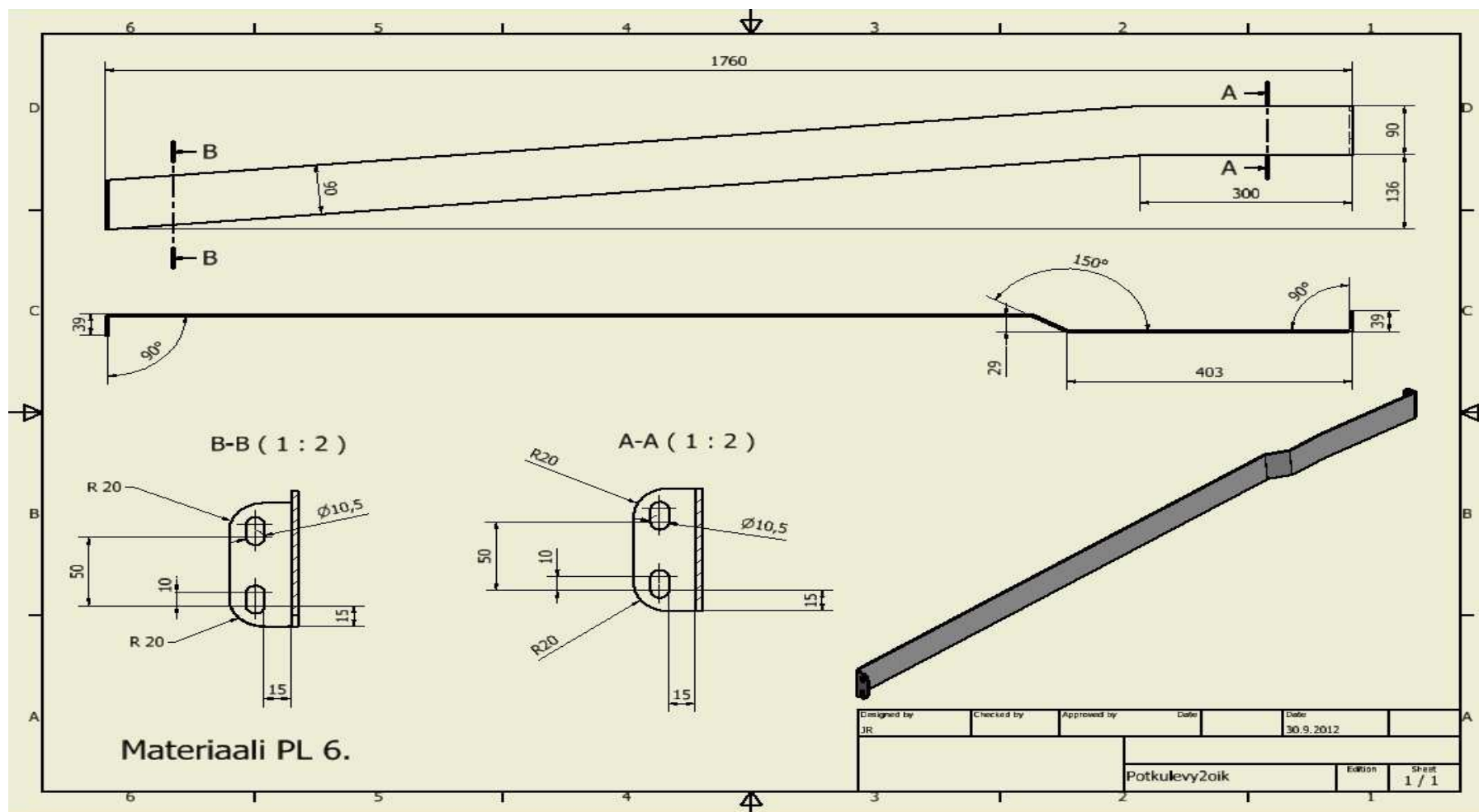
Liite 10 Vasen sivukaiteen pitkä kiinnitysjalca - piirustus



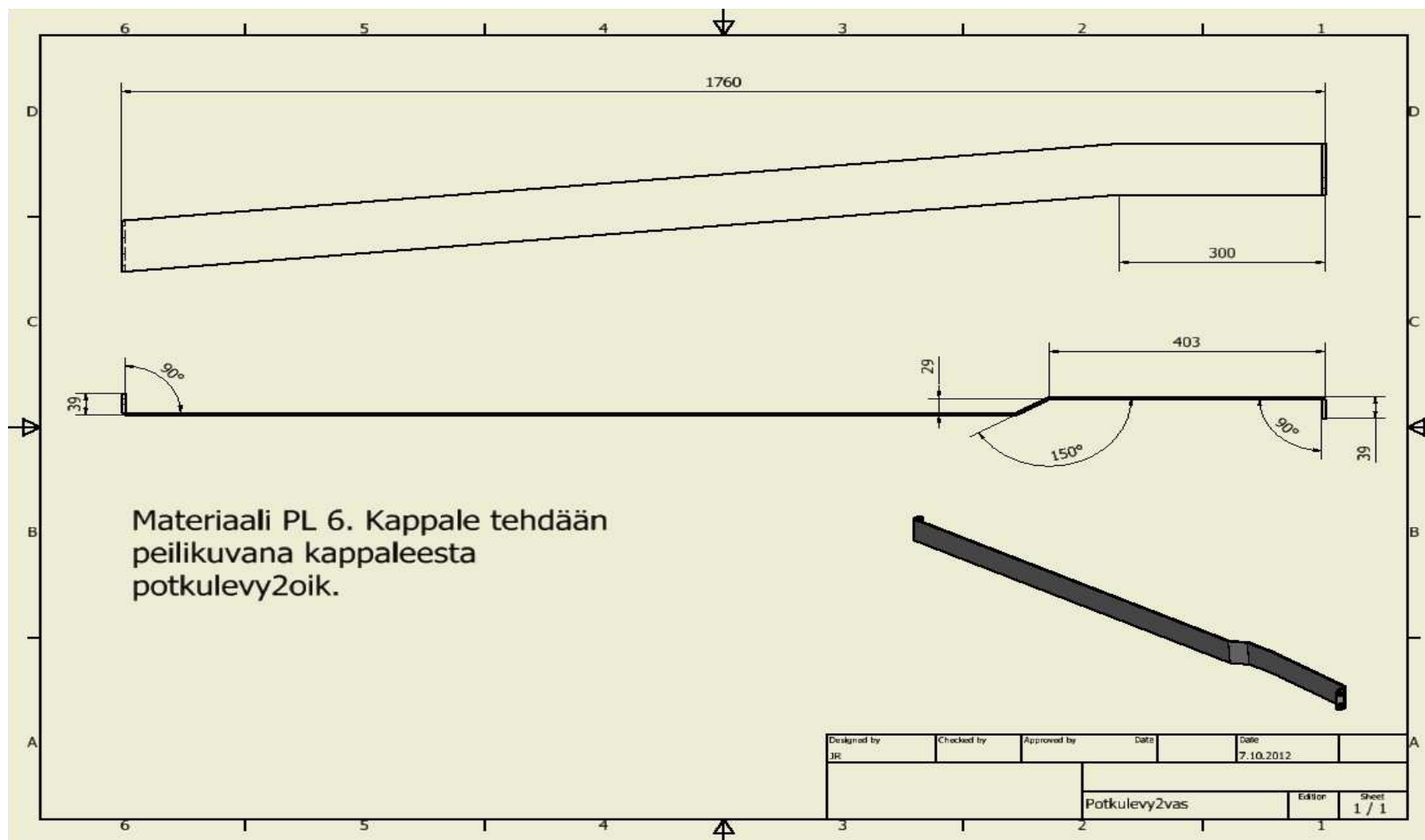
Liite 11 Kiinnityslevy - piirustus



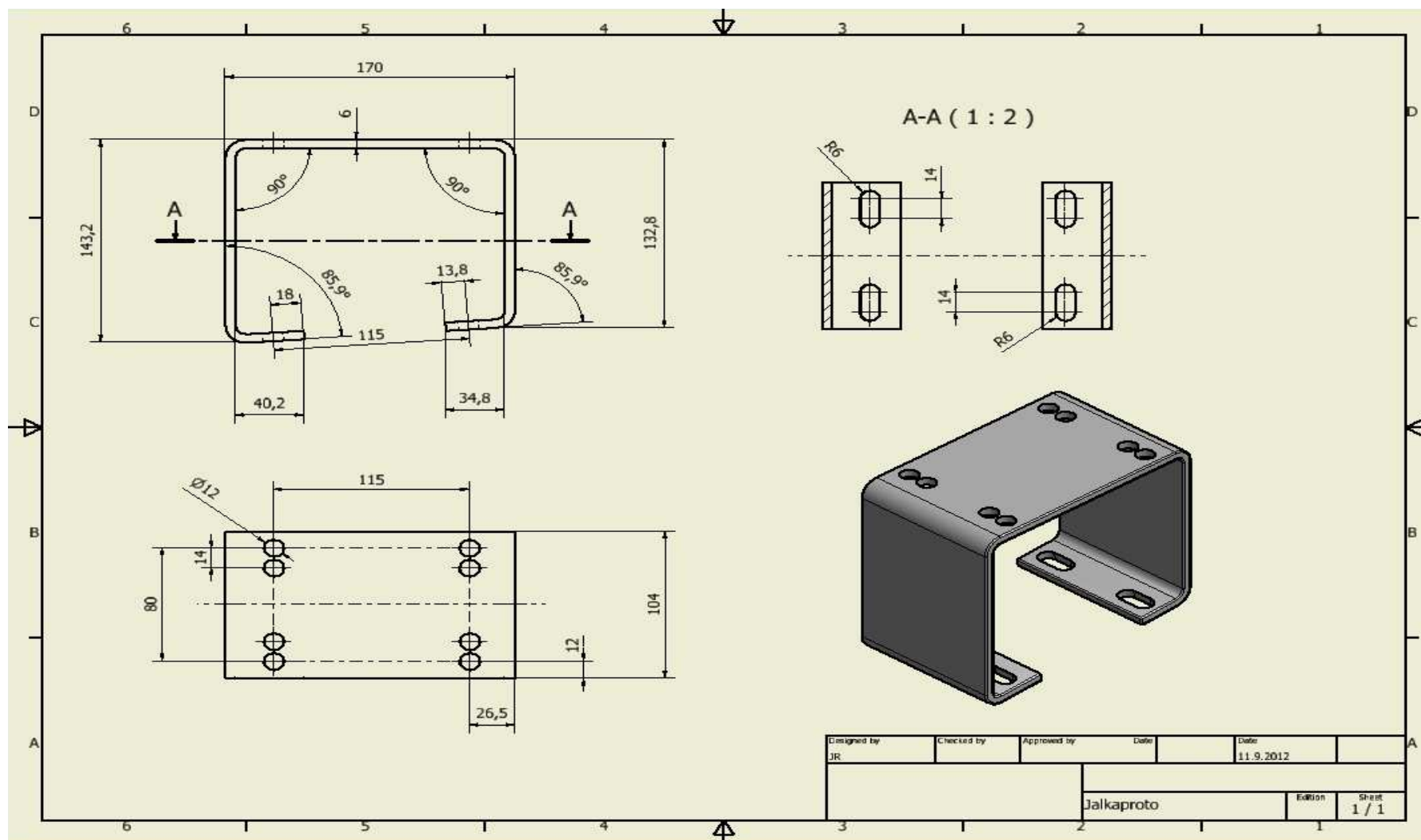
Liite 12 Potkulevy oikea - piirustus



Liite 13 Potkulevy vasen - piirustus



Liite 14 Kiinnitysjalca prototyyppi - piirustus



Standardin AS 1657 mitoitus suositukset kaiteille

AS 1657—1992

26

APPENDIX A

TYPICAL COMPONENT DIMENSIONS AND SPACINGS FOR GUARDRAILING (Informative)

A1 SCOPE This Appendix provides additional information and recommended minimum dimensions of components as well as maximum spacings for guardrailing (see Tables A1 to A4).

The information provided may be used where guardrailing is not specifically designed and tested in accordance with Clause 3.4.

TABLE A1
RECOMMENDED MINIMUM DIMENSIONS FOR TYPICAL STEEL AND
TIMBER COMPONENTS OF GUARDRAILING

Component	Steel shapes mm	Steel pipe (outside diameter) (See Clause 2.3) mm	Timber (actual sizes) mm
Posts	65 × 65 × 5 angle	48.3	90 × 90
Top rail	50 × 50 × 5 angle	33.7	70 × 45
Intermediate members (parallel to handrail, or vertical)	40 × 40 × 5 angle 50 × 5 flat	26.9	75 × 35
Toe-boards	100 × 6 flat	—	100 × 25

TABLE A2
RECOMMENDED MINIMUM DIMENSIONS AND PROPERTIES FOR TYPICAL
ALUMINIUM COMPONENTS OF GUARDRAILING

Component	Aluminium shape	Minimum tensile yield stress MPa
Posts	60 mm OD tube × 2.0 mm wall thickness	172
Top rail	50 mm OD tube × 3.0 mm wall thickness	110
Intermediate members	38 mm OD tube × 2.0 mm wall thickness	110
Toe-boards	100 mm wide × 5 mm deep corrugated extrusion	110
Toe-boards	100 mm wide × 5 mm thick bar	—

TABLE A3
RECOMMENDED MAXIMUM SPACING OF STEEL POSTS FOR GUARDRAILING
ON PLATFORMS AND WALKWAYS

Section of steel posts mm	Fastening* to platform or bracket	Height of handrail above top of platform mm	Maximum recommended spacing of posts (See Note 1) mm
65 × 65 × 5 angle	Welded	900 1 000	2 500 2 100
	Bolted	900 1 000	2 400 2 000
65 × 65 × 6.5 angle	Welded	900 1 000	2 500
	Bolted	900 1 000	2 500
48.3 OD pipe 3.2 thick	Welded	900 1 000	2 300 2 000
60.3 OD pipe 3.2 thick	Welded	900 1 000	2 500

* Method of fastening should provide a strength not less than that of the post.

NOTES:

- These spacings are based on a projecting length of the post extending from a point not greater than 50 mm below the top of the platform, and a minimum material yield stress of 250 MPa.
- Where other sections are used, the maximum spacing may be designed by calculation.
- The upper limit of the handrail height given in Column 3 should not be exceeded.

COPYRIGHT

Kysely Sandvik LH517 huoltokaiteista

1. Mikä on mielestäsi hyvää kyseisissä huoltokaiteissa?

2. Entä Huonoa?

3. Parannus ehdotuksia?

Palauttakaa täytetyt kaavakkeet **24.2.2012** mennessä kyselylaatikoihin tai Linja 1 aseman 4 pöydälle. Kyselyn tuloksia käytetään huoltokaiteiden kehitystyötä käsittelevän opinnäytetyön tekemisessä. Kiitos!