

Puutarhavajan suunnittelu

Eldar Pullinen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2014

Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) Pullinen, Eldar	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 12.12.2014
	Sivumäärä 55	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: X
Työn nimi Puutarhavajan suunnittelu		
Koulutusohjelma Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Jorma Matilainen Matti Siistonen		
Toimeksiantaja(t) Kalervo Tikkamäki, KT-Plan Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi jyväskyläläinen koneenrakennusinsinööritoimisto KT-Plan OY. Tarkoituksena oli suunnitella puutarhavaja, joka olisi yksinkertainen ja sopiva omakotitalojen pihoihin ja erityisesti kaupunkimaisemiin. Puutarhavajan suunnittelu toteutettiin tuotekehitysprosessin mukaan. Raportissa on esitetty teoria tuotekehitysprosessista, rakennusmäärittelystä ja lyhyesti ergonomiasta. Ennen varsinaista suunnitteluprosessia laadittiin vaatimusten määrittelyn ja markkinointiselvityksen.</p> <p>Puutarhavajan suunnittelu aloitettiin ideointivaiheesta, jossa piirrettiin pari kuva mahdollisista puutarhavajoista. Puutarhavajan suunnitteluprosessiksi valittiin yhden piirretyistä kuvista. Kuvan perustella suunniteltiin ensimmäisen version ja jatkossa myös toisen version puutarhavajasta. Ensimmäinen versio on mallinnettu CATIA V5 -suunnitteluohjelmalla ja toinen versio, joka on kehittyneempi kuin edellinen malli, on mallinnettu Autodesk Inventor Professional -suunnitteluohjelmalla. Opinnäytetyössä on esitetty puutarhavajan rakenne erillisinä osina ja myös kokoonpanossa. Lisäksi on esitetty puutarhavajan koontitapa. Koonnissa käytetään enimmäkseen pikalukituksia. Pikalukitusten rakenne on esitetty kuvioina. Puutarhavajan rakennusmateriaalina on polykarbonaatti ja huonekaluputket. Kiinnitystarvikkeina on jousiteräs ja muoviniitit.</p> <p>Puutarhavajan suunnittelumallille tehtiin kuormitustesti Jigi-nimisellä lujuuslaskentaohjelmalla. Näin todettiin, että puutarhavaja ei hajoa lumi- ja tuulikuormituksesta. Lisäksi raportissa on esitetty mahdolliset kehitysehdotukset: ovivalikoima, kennolevy materiaali ja elementtien asennuskahvat. Lopputuloksena on hyvä puutarhavaja, jonka rakenne on yksinkertainen. Puutarhavajan muokkaus ja käsittely on helppoa. Vähäisen painon ansiosta puutarhavaja on helppo kuljettaa ja koota.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Tuotekehitys, puutarhavaja, KT-Plan OY		
Muut tiedot		



Author(s) Pullinen, Eldar	Type of publication Bachelor's	Date 12.12.2014
		Language of publication: Finnish
	55	Permission for web publication: X
Title of publication Garden Shed Design		
Degree programme Wellnes Technology		
Tutor(s) Jorma Matilainen Matti Siistonen		
Assigned by Kalervo Tikkamäki, KT-Plan OY		
Abstract <p>This thesis was assigned by KT-Plan OY, a mechanical engineering design office based in Jyväskylä, Finland. The aim of this thesis was to design a garden shed-, which would be simple and suitable for the backyards of detached houses in a city landscape. Product development process was utilized in the whole design process of the garden shed.</p> <p>The thesis discussed the theory of product development, the structure specification and briefly ergonomics. Before the actual design process a qualification specifications were defined and marketing research was conducted. The design process started with creating ideas for a garden shed. Firstly, two pictures of the possible garden shed were drawn and one of them was chosen for the design process. Based on the picture the first version was planned and later the second version was made. The first version was planned using CATIA V5 design program and the second version, which is a more evolved version, was designed with Autodesk Inventor Professional program. The garden shed structure is present as a separate component and assembly in thesis. In addition thesis presents garden shed assemble process. Garden shed assembly happen with more volume quick-release. Quick-release system present in pattern. Garden shed materials are polycarbonate and thin metal pipe. Fastening supplies is spring steel and plastic rivet.</p> <p>Loading test was made to garden shed planning model in Jigi-strength calculation program. It was found that garden shed is not breaking down under snow and wind loads. In thesis are possible developments proposition, hollow sheet, installation handles and door assortment. Thesis result is good garden shed whose construction is simple. Garden shed is elementary to editing and handling. Garden shed is easy to transporting and heaping because it is light.</p>		
Keywords/tags (subjects) Research and development, The Garden shed, KT-Plan Oy		
Miscellaneous		

Sisältö

1 Johdanto	5
1.1 Opinnäytetyö lähtökohdat ja tavoitteet	5
1.2 KT- Plan Oy	6
2 Tuotekehityksen perusteet	6
2.1 Tuotekehitysprosessi	6
2.2 Ergonomia	7
2.3 Rakennusmääräykset	8
3 Työn toteutus	9
3.1 Vaatimusten määrittely	9
3.2 Markkinointiselvitys	10
3.3 Vaatimuslista	14
3.4 Materiaalivalinta	15
4 Tuotekehitysprojektin ideointivaihe	16
4.1 Ongelmanratkaisu piirtämällä	16
4.2 Patentoitujen puutarhavajojen selvitys	18
5 Suunnitteluvaihe	19
5.1 Ensimmäinen versio puutarhavajasta	19
5.2 Puutarhavajan lopullinen versio	20
6 Puutarhavajan rakenne	24
7 Kestävyyden mitoitus	31
8 Kehitysehdotukset	32
9 Pohdinta	33
Lähteet	35
Liitteet	37
Liite 1. Puutarhavajan vaatimuslista	37
Liite 2. Metallipalkeinen puutarhavaja	38

Liite 3. Elementtipuutarhavaja.....	39
Liite 4. Puutarhavajan tekninen piirustus	40
Liite 5. Puutarhavajan runko.....	41
Liite 6. Kattoelementti	42
Liite 7. Seinäelementti	43
Liite 8. Ovielementti.....	44
Liite 9. Maa-ankkuri	45
Liite 10. Rungon yläliitin.....	46
Liite 11. Rungon alaosan kulmaliitin	47
Liite 12. T-liitin	48
Liite 13. Yläkulmaliitin	49
Liite 14. Harjaliitin	50
Liite 15. Pystytukiputket	51
Liite 16. Katon tukiputket	52
Liite 17. Sivutukiputki ja pikalukko	53
Liite 18. Pääytukiputki ja kiinnikkeet.....	54
Liite 19. Kulmalistat ja katon päädyt.....	55

Kuviot

Kuvio 1. Horisont-niminen puutarhavaja	10
Kuvio 2. Jasmaster-niminen puutarhavaja	11
Kuvio 3. Esko 2 -niminen puutarhavaja	11
Kuvio 4. Mara-niminen puutarhavaja	12
Kuvio 5. Stala Active -niminen puutarhavaja	13
Kuvio 6. Pirkko-niminen puutarhavaja	13
Kuvio 7. Perinteisestä poikkeava muovinen puutarhavaja	18
Kuvio 8. Ensimmäinen mallinnettu kokoonpano puutarhavajasta	20
Kuvio 9. Ensimmäisen mallin yläkulmaliitin	21
Kuvio 10. Lopullisen puutarhavajamallin yläkulmaliitin	21
Kuvio 11. Päätytukiputken kiinnitys ja yläkulmaliitin uudella menetelmällä	22
Kuvio 12. Puutarhavajan elementti	23
Kuvio 13. Lopullinen versio puutarhavajan kokoonpanosta	24
Kuvio 14. Tukiputkien kiinnitystapa	25
Kuvio 15. Poikkileikkaus pikalukitusmekanismista	26
Kuvio 16. Puutarhavajan runko	26
Kuvio 17. Puutarhavajan seinä- ja kattoelementtien kiinnitystapa	27
Kuvio 18. Elementtien asento kiinnitettynä puutarhavajan kokoonpanossa	28

Kuvio 19. Puutarhavajan ovi	29
Kuvio 20. Ankkuri, jolla kiinnitetään puutarhavaja maapohjaan	30
Kuvio 21. Ankkuri kiinnitettynä puutarhavajan runkoon	31
Kuvio 22. Puutarhavajan kuormitustestaus Jigi-ohjelmalla	32

Taulukot

Taulukko 1. Markkinoilla olevien puutarhavajojen vertailu	14
Taulukko 2. Rakennusmateriaalien hankintahintojen vertailu	16

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyö lähtökohdat ja tavoitteet

Omakotitalojen omistajilla on tekemistä omilla pihossaan vuoden ympäri. Huoltotöihin kuuluu esimerkiksi ruohon ja pensaiden leikkuutta, lehtien keruuta, haravoimista ja lumien kolaamista. Useilla omakotitalojen omistajilla on pihalla oma puutarha. Jotta kaikki puutarhan hoidossa tarvittavat työkalut säilyvät ehjinä ja yhdessä paikassa, työkaluille tarvitaan erillinen puutarhavaja. Puutarhavajoja käytetään omakotitalojen lisäksi usein kesämökeillä ja siirtolapuutarhoissa.

Vuosia sitten jokainen rakensi puutarhavajansa itse omien tarpeidensa mukaan. Nykyään voidaan kuitenkin ostaa valmiiksi tehty, itse koottava puutarhavaja. Myymälöissä puutarhavajoja myydään pakattuna kuljetuslaatikoihin. Ostamisen jälkeen puutarhavaja tuodaan oman pihaan ja kootaan. Mielestäni useat markkinoilla olevat puutarhavajat on liian vaikea koota. Myyntipakkauksessa on paljon erillisiä osia ja komponentteja. Tällaisen puutarhavajan kokoaminen vie runsaasti aikaa. Pienempi osa- ja komponenttimäärä nopeuttaisi ja helpottaisi kasaamista. Markkinoilla on useita eri malleja puutarhavajoista. Jotkut mallit ovat edullisia ja vähemmän käyttäjäystävällisiä, toiset mallit vastaavasti ovat laadukkaita mutta hintavia.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella puutarhavaja, joka on monipuolinen käyttää ja sopiva moneen tarkoitukseen. Puutarhavajan sekä sen ovien kokoa tulisi olla mahdollista muokata käyttötarpeiden mukaan. Puutarhavajan tulisi olla laadukas, hieno ja kilpailukykyinen. Lisäksi minun pitäisi ottaa huomioon Jyväskylän kaupungin rakennusmääräykset puutarhavajan suhteen.

Tutkittuani markkinat voin sanoa, että puutarhavajoille on kysyntää. Markkinoilla on kuitenkin jo entuudestaan paljon kilpailukykyisiä tuotteita. Nykyään edullisia puutarhavajoja tuodaan Suomeen erityisesti Aasian maista. Pelkästään Google-hakukoneen avulla löytyy erityisen paljon erilaisia puutarhavajoja.

1.2 KT- Plan Oy

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi KT-Plan OY. KT-Plan OY on vuonna 1988 perustettu jyvaskyläläinen koneenrakennusinsinööritoimisto. KT-Plan Oy:n toimitusjohtajana on Kalervo Tikkamäki. Insinööritoimisto toteuttaa suunnittelua usealla eri ohjelmistolla. Yritys on erikoistunut koneenrakennus- ja teräsrakennesuunnitteluun sekä innovaatiopalveluihin. (Yritysesittely 2014.) Vuonna 2013 insinööritoimistossa oli yhdeksän työntekijä (KT-Plan Oy 2014). KT-Plan OY:n toimitusjohtajalta tuli aihe-ehdotus suunnitella puutarhavaja, joka sopisi parhaiten kaupunkimaisemiin.

2 Tuotekehityksen perusteet

2.1 Tuotekehitysprosessi

Tuotekehitysprosessi jaetaan neljään eri vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe on tuotekehityksen käynnistäminen. Yrityksen menestyksen kannalta käynnistäminen on tärkeä, koska yrityksen menestyminen on riippuvainen oikeiden tuotekehityksen aloittamisesta. Yrityksen täytyy selvittää varhain ennen tuotekehityksen aloittamista uuden tuotteen kehittämiskustannuksia, markkinointinäkömiä, tuotteesta saatavista tuottoja ja työterveydellisiä sekä ympäristönsuojelullisia kysymyksiä. Ensimmäinen vaihe päättyy kehityspäätökseen, silloin päätetään aloittaa tuotekehityksen projekti. (Jokinen 2010, 14.)

Toinen vaihe on luonnosteluvaihe. Toisessa vaiheessa analysoidaan tehtävä ja määrätään tuotekehityksen projektiin osallistuvat henkilöt. Tuotteelle asetetaan vaatimukset ja tavoitteet. Tuotteelle tehdään myös lopullinen vaatimuslista, jossa voi ilmetä sellaisia asioita, joita ei vielä ole tullut ensimmäisessä vaiheessa ilmi. Seuraavaksi etsitään ratkaisumahdollisuuksia yleisellä tasolla eli irtaudutaan alkuperäisestä tehtävästä. Työn yleistämisessä tulevat ilmi tehtävän olennaiset ongelmat ja kokonaistoiminnot. Nämä kokonaistoiminnot jaotellaan osatoimintoihin, joille puolestaan etsitään ratkaisumahdollisuudet. Näiden osatoimintojen ja niiden

ratkaisumahdollisuuksien kautta saadaan kokonaistoiminto ja sen ratkaisuperiaatteet haltuun. Valitusta ratkaisusta tehdään ratkaisuluonnos. (Jokinen 2010, 14–15.)

Kolmas vaihe, kehittäminen, aloitetaan valitun ratkaisun kokoonpanoluonnoksella, joka arvioidaan eri menetelmillä sen mukaan, kuinka merkittävä projekti on kyseessä yrityksen toiminnan kannalta. Arviointien jälkeen tuotteelle asetetut vaatimukset konstruktion suhteen on täytetty ja tuotteen kehittäminen voidaan päättää. Tässä vaiheessa tuotetta kutsutaan konstruktioehdotukseksi. Päättämisen edellytyksenä on kuitenkin se, että tuote täyttää kaikki sille asetetut konstruktiovaatimukset. Jos näin ei ole, tuotteen kehittäminen aloitetaan alusta ja lähtökohdaksi valitaan uusi ratkaisuluonnos. (Jokinen 2010, 15.)

Tuotekehityksen viimeinen vaihe on viimeistely. Tässä vaiheessa konstruktion yksityiskohdat saavat lopullisen muotonsa, jotka ilmenevät tuotteen työpiirustuksissa, osaluetteloissa sekä käyttö- ja työohjeissa. Tämän jälkeen valmistetaan tuotteesta prototyyppi. Sillä voidaan testata tuotteen ominaisuuksia, jotta ne vastaisivat tuotteelle asetettuja tavoitteita. Jos prototyyppiä ei kannata valmistaa sen kalleuden tai koon vuoksi, voidaan tuotteesta tehdä pienoismalli. Vaihtoehtoisesti prototyyppinä voidaan valmistaa tuotteen ongelmalliset kohdat. Prototyyppien jälkeen voidaan tehdä vielä nollasarjan tuote, jonka avulla testataan tuotteelle suunniteltuja valmistusmenetelmiä. (Jokinen 2010, 17.)

2.2 Ergonomia

Ergonomian avulla pyritään helpottamaan ihmisen fyysistä ja henkistä rasitusta. Ergonomiaan tulisi kiinnittää enemmän huomiota, jos tuotteen käyttökerrat ovat usein toistuvia, esim. ammattityökalu, jota käytetään useita kertoja päivässä.

Ergonomia sisältää fysiologian, psykologian, tekniikan, sosiologian sekä lääketieteen perustieteitä. (Jokinen 2001, 114.)

2.2.1 Nostotyö

Suunnitteluvaiheessa voidaan vaikuttaa tehokkaasti tuotteen käyttäjien työoloihin ja työturvallisuuteen. Hyvin suunniteltu tuote vähentää esimerkiksi nostotyön ylikuormituksia. Raskaiden taakkojen nostaminen ja siirtäminen johtaa useimmiten terveydellisiin riskeihin. (Käsin tehtävät nostot ja siirrot työssä 2006, 4.)

Standardin mukaan yksittäisten nostojen maksimitaakka saisi olla enintään 25 kg. Nuorille nostajille taakan paino voisi puolestaan olla maksimissaan 15 kg. Nostettaessa taakka lattiatasosta sallittujen painorajoitusten tulisi olla 80 % maksimi arvoista. Turvallisin taakan etäisyys nostajasta on alle 25 cm. (Nostotilanteen arviointi 2010.)

2.3 Rakennusmääräykset

Jyväskylän kaupungin omakotitalon tonteille sijoittuvat yli 4 neliometriä puutarhavajat edellyttävät joko toimenpideilmoituksen, toimenpideluvan tai rakennusluvan rakennuksen koosta riippuen. Asemakaava ohjaa tonttirakennusten sijoittumista yleensä tontin takaosiin, pois katunäkymästä. Mikäli asemakaavassa ei ole tätä koskevia määräyksiä, vajojen tulisi sijaita vähintään korkeutensa etäisyydellä tontin rajoista ja palomääräysten edellyttämällä etäisyydellä muista rakennuksista. (Kantokoski 2014.)

Mikäli asemakaava ei anna erikseen määräyksiä tontin rakennusten ulkonäöstä, yleinen ohjausperiaate rakennusvalvonnalla on, että jos vaja noudattaa päärakennuksen väriä seinien ja katon suhteen, niin se on sopiva tontille. Ulkonäössä muutenkin on hyvä noudattaa päärakennukseen ja muuhun rakennettuun ympäristöön sopivaa ilmettä. (Kantokoski 2014.)

Kattorakenteille on säädetty määräykset, joiden mukaan suunnitellaan katto. Määräyksiä mukaan katon on oltava turvallinen. Tämän vuoksi katon täytyy kestää luonnollisia kuormituksia, esimerkiksi lumikuormaa. Pohjoismaissa lumikuorman

arvot poikkeavat toisistaan. Suomessa peruslumikuorman arvot jakaantuvat seuraavasti. Länsirannikolla arvo on 140 kilogramma neliometriä kohti, Uudella - maalla 200, Sisä-Suomessa 180 ja Pohjois-Karjalassa, Kainuussa, Pohjois-Pohjanmaalla sekä Lapissa arvo on 200–260 kilogramma neliometriä kohti. (Lumikuormat ja kattorakenteet 2010.)

3 Työn toteutus

3.1 Vaatimusten määrittely

Nykyään markkinoilla on useita eri malleja puutarhavajoista. Tämän vuoksi kilpailu markkinaosuuksista on kovaa. Lisäksi suurin osa Suomessa myytävistä puutarhavajoista on tuotu Aasiasta. Aasian maissa puutarhavajan valmistuskustannukset ovat huomattavasti länsimaita alhaisemmat. Aasialaiset puutarhavajat ovat kuitenkin usein rakenteeltaan huteria ja niiden kasaaminen vie paljon aikaa. Tavoitteenani oli saada käyttäjäystävällisempi puutarhavaja, joka on myös laadukkaampi kuin vastaavat tuotteet.

Koska puutarhavajojen valmistusmäärä tulee olemaan suuri, täytyy miettiä tarkasti, mitä materiaaleja valitaan, mistä materiaalit hankitaan sekä mitä työstö- ja valmistusmenetelmiä käytetään. Ylimääräinen työvaihe aiheuttaa isossa tuotannossa huomattavan paljon lisäkustannuksia.

Opinnäytetyö tehtävänäni oli puutarhavajan suunnittelu. Suunnitteluvaiheessa yritin ottaa huomioon myös asiakkaiden terveysriskejä puutarhavajan kasa- ja purkuvaiheessa. Pysin siihen, että puutarhavajan elementit ja runko-osat ovat kevyitä ja kestäviä. Lisäksi oli otettava huomioon, että rungon kasaaminen on yksinkertainen eikä vaadi paljon lihasvoimaa.

Puutarhavaja kasataan sille määritettyjen rakennusmääräysten mukaan. Tuotteen materiaaleista ei saisi tulla merkittäviä haittavaikutuksia ympäristöön. Pääasialliset

haittavaikutukset ovat materiaalien valmistus ja jakelu. Tavoitteena oli tehdä puutarhavajan elinkaaresta mahdollisimman pitkäkestoinen ja ympäristöystävällinen.

3.2 Markkinointiselvitys

Markkinoilta löytyy useita eri malleja puutarhavajoista. Laadin markkinointiselvityksen keräämällä kuuden eri valmistajan puutarhavajan tiedot, jotta voisin verrata niitä keskenään. Markkinointiselvitys antaa myös kuvan siitä, missä hinnoissa puutarhavajat ovat ja millaisia puutarhavajoja on myytävänä. Kuviossa 1 on esitetty Horisont-niminen puutarhavaja. Vaja on valmistettu galvanoidusta 0,25 mm:n teräslevystä. Puutarhavajassa on kaksi liukuovea. Horisont-vaja on aasialainen tuote, ja se on huomattavasti edullisempi kuin Suomessa valmistettu puutarhavaja.



Kuvio 1. Horisont-niminen puutarhavaja

(Horisont puutarhavaja 2014)

Kuviossa 2 nähdään Jasmaster-niminen puutarhavaja. Vajan rakenne on sinkittyä peltiä. Tämä puutarhavaja on valmistettu Israelissa.



Kuvio 2. Jasmaster-puutarhavaja

(Jasmaster puutarhavaja 2014)

Kuviossa 3 on suomalainen Esko 2 -niminen puutarhavaja. Esko 2 -on sahatavarasta valmistettu elementtipuutarhavaja. Puutarhavaja ei ole edullinen, mutta rakenteeltaan jyrkän näköinen.



Kuvio 3. Esko 2 -niminen puutarhavaja

(Esko 2 puutarhavaja 2014)

Mara-niminen puutarhavaja on myös valmistettu sahatavarasta. Mara on kotimainen vaja. Valmistaja kertoo, että puutarhavajan elementtisen runkorakenteen avulla vaja on helppo pystyttää omakotitalon pihaan. Tämä puutarhavaja poikkeaa muista, sillä ovet ovat sivuseinässä. Valmistajan mukaan ovet voi laittaa myös

päätyseinälle. Puutarhavaja voidaan koota tontille niin, kuin tuntuu parhaiten soveltuvaan. Kuviossa 4 on esitetty Mara-puutarhavaja.



Kuvio 4. Mara-niminen puutarhavaja

(Mara puutarhavaja 2014)

Pieniin pihoihin on olemassa Stala Active -niminen puutarhavaja. Vaja on tarkoitettu moneen käyttöön, se voi olla roskakatoksena ja myös säilytysvarastona. Stala Active vaja on helppo kasata, koska se on tehty metallisista moduuleista. Pinta-alansa nähden vaja on hieman liian arvokas. Stala Active -vaja maksaa lähes saman verran kuin Esko 2 -puutarhavaja, mutta pinta-alassa on kahdeksanertainen ero. Kuviossa 5 on esitetty Stala Active -puutarhavaja.



Kuvio 5. Stala Active -niminen puutarhavaja

(Stala Active puutarhavarasto 2014)

Kuviossa 6 nähdään Pirkko-niminen puutarhavaja, joka on kotimainen tuote. Puutarhavaja on valmistettu sahatavarasta, niin kuin monet muutkin suomalaiset vajat. Puutarhavajan rakenne on puuelementeistä, joten vajan kasaus on nopea. Pirkko puutarhavaja on hieman maalaisrakennuksen näköinen. Useimmissa kotimaisissa puutarhavajoissa on oma lattia, mikä on hyvä etu. Tavaroiden ja puutarhakalusteiden varastointi onnistu paremmin, jos niitä pidetään lattian päällä eikä maanpinnalla. Tuontimalleissa on puolestaan valmiina vesikate, jonka joutuu laittamaan erikseen moneen kotimaiseen puutarhavajaan.



Kuvio 6. Pirkko-niminen puutarhavaja

(Pirkko puutarhavaja 2014)

Taulukossa 1 on esitetty aikaisemmin mainittujen puutarhavajojen ominaisuudet ja hinnat. Taulukosta nähdään, että Suomeen tuodut vajat ovat lähes kolme kertaa edullisempia, kuin kotimaiset vajat. Toisaalta suomalaiset puutarhavajat ovat vahvempia ja ne kestävät paremmin pohjoismaiden sääolosuhteita. Sahatavarasta valmistetut vajat on vähintään kaksi kertaa painavimmat kuin peltivajat. Kotimaiset puutarhavajat ovat melko samanhintaisia, huomion ottamatta Stala Active -vajaa.

Taulukko 1. Markkinoilla olevien puutarhavajojen vertailu

(tiedot: Horisont puutarhavaja 2014; Jasmaster puutarhavaja 2014; Esko 2 puutarhavaja 2014; Mara puutarhavaja 2014; Stala Active puutarhavaja 2014; Pirkko puutarhavaja 2014)

No	Nimi	Pinta-ala (m ²)	Koko (m)	Valmistusmaa	Materiaali	Toimitus-sisältö	Hinta (€)	Lisätietoja
1	Horisont	5,8	2,6x2,4x2,0	Aasia	Pelti sinkitys	Erillisosat	309	ei oma lattia
2	Jasmaster	6,2	3,1x2,3x2,0	Israel	Pelti sinkitys	Erillisosat	349	ei oma lattia
3	Esko 2	6,6	3,0x2,2x2,5	Suomi	Puu	Elementit	1100	ei vesikatemateriaali
4	Mara	5,8	2,4x2,4x2,1	Suomi	Puu	Elementit	1150	ei vesikatemateriaali
5	Stala Active	0,8	0,8x0,95x1,7	Suomi	Metalli, pelti	Elementit	1099	1 moduuli
6	Pirkko	6,6	2,2x3,0x2,5	Suomi	Puu	Elementit	969	ei vesikatemateriaali

3.3 Vaatimuslista

Vaatimuslistan mukaan puutarhavajan tärkeimmät vaatimukset ovat sen geometria, materiaali ja turvallisuus. Puutarhavajan korkeuden on oltava vähintään kaksi ja enintään kaksi ja puoli metriä. Puutarhavajalla on oltava erilainen ovivalikoima. Käyttäjä voi valita puutarhavajoille ovet omien tarpeidensa mukaan, esimerkiksi leveä liukuovi puutarhakonetta varten. Puutarhavajan materiaalivaatimukset ovat kaikki kiinteät. Ensinnäkin materiaalien on oltava ulkokäyttöön soveltuvia. Pääasiassa rakennusmateriaalien pitäisi kestää hyvin pohjoismaiden sääolosuhteita. Lisäksi

materiaalien ei pitäisi haurastua, eli materiaalien on oltava suojattuja ultraviolettivalolta.

Turvallisuutta koskevat vaatimukset kuuluvat myös kiinteisiin vaatimuksiin. Puutarhavajan peltireunat eivät saisi olla teräviä, muuten niistä voi aiheutua vaara puutarhavajan asentajalle ja loppukäyttäjälle. Puutarhavajan on oltava myös kestävä, jotta vältytään tapaturmilta. Mahdollinen lumikuorma tai kova myrsky voi vaurioittaa puutarhavajan runkoa, tällöin puutarhavaja voi romahtaa. On siis suunniteltava turvallinen puutarhavaja, joka kestää vaihtelevia olosuhteita.

Vaatimuslistalla oli myös toiveita, kuten esimerkiksi vajan pinta-alan mahdollinen muokkaus. Jos puutarhavajan koko tuntuu pienelle, niin vähäisellä työllä saisi muutettua vajan isommaksi, käyttäen lisärakennusmateriaaleja. Toivomuksena oli myös puutarhavajan yksinkertainen asennus. Puutarhavajan osien pitäisi olla kevyitä ja asennusvaiheiden selkeitä, jotta vaja saataisiin kasattua yhden miehen voimilla. Puutarhavajan vaatimuslista on esitetty liitteessä 1.

3.4 Materiaalivalinta

Puutarhavajan ensimmäisessä suunnittelumallissa käytetään rautaputkea kehikkoon ja peltilevyä seiniin ja kattoon. Toisen mallin materiaalit ovat maalattua huonekaluputkea ja värillistä polykarbonaatti profiilia. Puutarhavajan on oltava kevytrakenteinen. Tämän vuoksi toisen mallin materiaalien valintaan vaikutti erityisesti niiden keveys. Huonekaluputket ovat sopivan vahvat ja kestävät puutarhavajan rungoksi. Polykarbonaattilevy (PC-levy) on myös kevyt, edullinen, UV-suojattu ja satoja kertoja kestävämpi kuin lasi (Nykänen n.d.). PC-levyä käytetään yleisesti ulkokatoksissa. Lisäksi levyä saa erivärisinä mm. sinisenä, punaisena, vihreänä ja ruskeana. Puutarhavajan värin voi valita päärakennuksen värin mukaan. Kaikki puutarhavajan valmistukseen tarvittavat materiaalit on kustannustehokasta tuoda Aasiasta, koska kyse on suurista valmistusmääristä. Aasiasta tukkuhinnalla voidaan ostaa rakennustavara lähes kymmenen kertaa halvemmalla kuin Suomesta.

Tämä antaa etua kokonaiskustannuksissa. Huonekaluputkien ja polykarbonaattilevyjen hankintahintaerot ovat nähtävissä taulukossa 2.

Ovet, ovien saranat, kulmalistat, pikalukot ja listojen kiinnitysnastat kannattaa myös hankkia esimerkiksi Kiinasta. Runkoputkien kiinnitysmekanismi on yksinkertainen ja sen kappalemäärä on iso. Tämän vuoksi kiinnitysmekanismien pikalukot kannata valmistaa myös Aasiassa.

Taulukko 2. Rakennusmateriaalien hankintahintojen vertailu

(tiedot: Valokate 2014; Huonekaluputki 2014; Galvanoitu rautaputki 2014; Polycarbonate Roofing Sheet 2014)

Tuote	hinta €/m	min. pituus m	Myyntimaa
Huonekaluputki	3,4	2	Suomi
Huonekaluputki	0,4	n. 1500	Aasia (Kiina)
PC- aaltolevy	15	2,5	Suomi
PC- aaltolevy	2,9	2000	Aasia (Kiina)

4 Tuotekehitysprojektin ideointivaihe

4.1 Ongelmanratkaisu piirtämällä

Vaatimusten määrittämisen jälkeen seurasi ideointivaihe. Aluksi piirsin käsiin mahdolliset puutarhavajat. Lisäksi laskin karkeasti, kuinka paljon tarvitaan materiaaleja puutarhavajan toteuttamiseen. Opinnäytetyössä on esitetty kahden puutarhavajan piirustukset, joita vertasin jatkokehitystä varten. Piirtämäni puutarhavajat ovat melko samannäköisiä päältä päin, mutta niiden runkorakenne on täysin erilainen. Metallipalkeista tehty puutarhavaja on perusrakenteinen vaja (ks. liite 2). Puutarhavajan runko on tehty kulmaprofiilista, lattatangosta ja muista profiileista. Katto ja seinät ovat kattopelleistä. Markkinoilla löytyy paljon samalla periaatteella valmistettuja puutarhavajoja.

Toinen piirustus esittää puutarhavajaa, jonka runkorakenne on tehty elementeistä (ks. liite 3). Puutarhavajan runko on metallisista putkiosista. Katto ja seinät ovat myös elementeistä. Elementin runko on metalliputkea ja kate on muovi- tai peltilevyä. Runkorakenne kootaan putkiliittimien avulla käyttäen pikalukitusmekanismeja. Pikalukitusmekanismina on taivutettu jousiteräsliuska, joka sijaitsee tukiputken päädyn sisällä.

Metallipalkeista tehty puutarhavaja on edullinen. Sen rakenneosat ovat tavallisia, eli materiaalien saatavuus on hyvä. Elementeistä olevan puutarhavajan elementtejä joudutaan puolestaan valmistamaan erikseen, mikä korottaa kustannuksia. Elementtien avulla puutarhavajan pinta-alaa voidaan joko isontaa tai pienentää. Metallipalkeista tehdyn puutarhavajan kaikki osat ovat tietyn pituisia, sillä puutarhavajan koko on kiinteä.

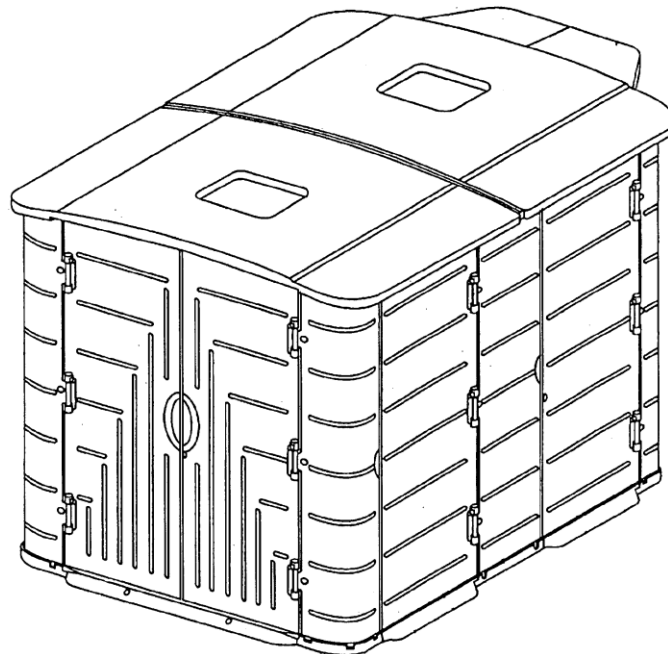
Kahden erilaisen puutarhavajan kasaamisessa on paljon eroa. Metallipalkkisessa vajassa on paljon erillisiä komponentteja ja osia, joista puutarhavaja kootaan. Tällaisen puutarhavajan kokoaminen vie huomattavasti aikaa. Elementtien avulla puutarhavaja saadaan kasattua nopeasti ja vaivattomasti.

Edellä mainittujen seikkojen vuoksi elementtirunkoinen puutarhavaja oli parempi vaihtoehto jatkokehitystä varten. Elementtien avulla puutarhavaja voidaan helposti muokata ja se antaa etua muihin vajojen nähden.

Elementtirunkoisen puutarhavajan 3D-mallintamiseen käytin Catia V5- ja Autodesk Inventor Professional -suunnitteluohjelmistoja. Ohjelmistojen avulla saadaan puutarhavajasta kolmiulotteinen malli jota voidaan tutkia ja johon tehdä tarvittavat korjaukset. Kolmiulotteista mallia voidaan muokata helposti suunnitteluohjelmalla myös jälkikäteen.

4.2 Patentoitujen puutarhavajojen selvitys

Googlen patenttihakutoiminnon (engl. patent search) avulla löysin paljon patentoituja puutarhavajamalleja. ”Garden shed” eli puutarhavaja-hakusanalla löytyi yli kolmetuhatta hakua. Useat puutarhavajat ovat ”perinteisen” näköisiä, niissä on neljä seinää ja harjakatto. Patenttihaussa löytyi myös perinteisestä poikkeavia puutarhavajoja. Esimerkiksi Michael Greenen keksimän varastovajan rakenne on muovielementeistä. Patentissa kerrotaan, että vajan kasaaminen ja käyttäminen on helppoa. Vajassa on useampi oviaukko, jolloin vajan sisälle pääsee monesta eri suunnasta. Kuviossa 7 on esitetty perinteisestä poikkeava varastovaja. Patenttihaun perusteella voidaan todeta, että jokaisella puutarhavajalla on hieman erilainen runkorakenne. Joidenkin seinät ja katto ovat tehty elementeistä, muutamissa on myös kennolevymateriaalia.



Kuvio 7. Perinteisestä poikkeava muovinen puutarhavaja

(Varastovaja 2012)

Suunnittelemani puutarhavaja on erilainen kuin patenttihakemistosta löytyneet. Vaikka molemmat ovat harjakattoisia ja neliskanttisia, mutta elementit eroavat toisistaan huomattavasti. Eroja löytyy elementtien koostumuksessa ja myös kiinnityksessä. Lisäksi suunnittelemani puutarhavajan runko on erilainen kuin muilla.

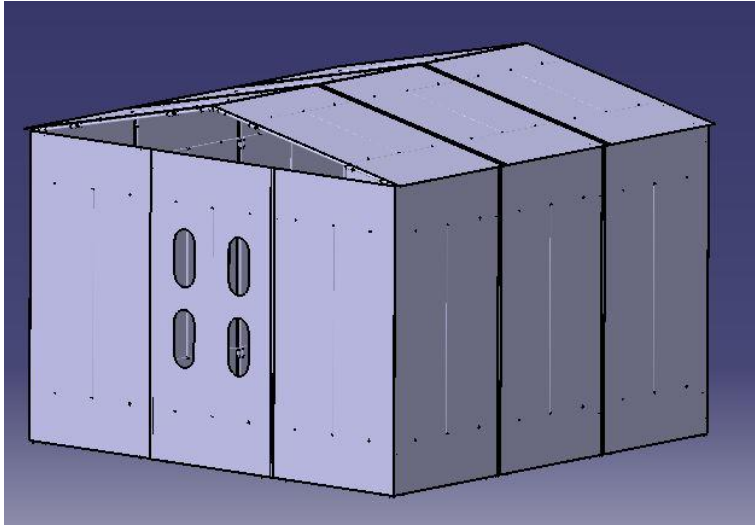
5 Suunnitteluvaihe

5.1 Ensimmäinen versio puutarhavajasta

Alustavien piirustusten perusteella aloin suunnitella varsinaista ratkaisua turvalliseksi, kevyeksi ja helposti koottavaksi puutarhavajaksi.

Putkirakenteinen malli on mielestäni hyvä vaihtoehto puutarhavajaksi. Elementtien ansiosta puutarhavaja on helppo ja nopea kasata ja purkaa. Koska puutarhavajan pitäisi olla muokattava, tämä vaihtoehto olisi erinomainen siihenkin tarkoitukseen. Ensimmäisen mallin suunnittelussa käytin CATIA V5 -mallinnusohjelmistoa. Aluksi en ottanut kantaa materiaalivalintoihin. Mallinnetut osat ovat suoralevyä ja putkistoa. Lisäksi ensimmäisessä versiossa en ottanut huomioon valmistusteknisiä ratkaisuja.

Mallinnustyön alussa tein puutarhavajan rungon. Seuraavaksi mallinsin puutarhavajan seinät ja kattoelementit. Mallinetuista osista tein puutarhavajan kokoonpanon. Ykkösversion kokoonpano ei ole lopullisen näköinen, mutta siinä näkyvät kriittiset kohdat. Ensimmäisen version avulla hahmottaa helpommin parannusehdotuksia, joita käytetään seuraavan mallin suunnitteluvaiheessa. Kuviossa 8 on ensimmäinen mallinnettu versio puutarhavajasta.



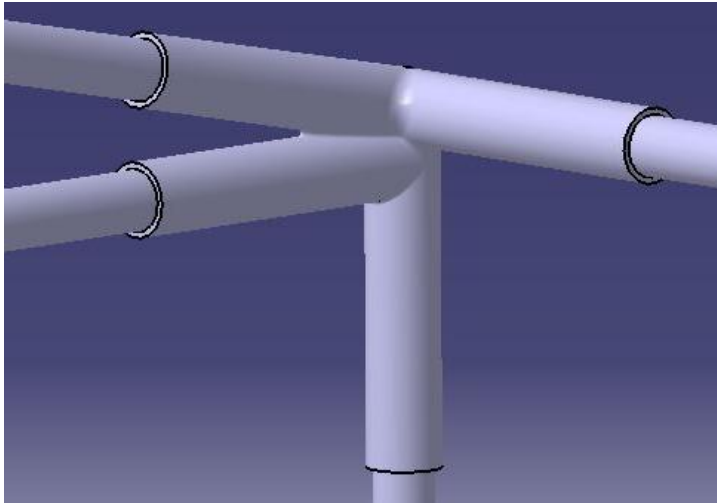
Kuvio 8. Ensimmäinen mallinnettu kokoonpano puutarhavajasta

5.2 Puutarhavajan lopullinen versio

Lopullisen version suunnittelin Autodesk Inventor Professional -mallinnusohjelmistolla. Lopullinen versio on rakenteeltaan samanlainen kuin ensimmäinen versio. Lopullisen version mallinnusvaiheessa otin huomioon kaikkien puutarhavajan osien valmistustekniset ratkaisut. Materiaalien tekniset ominaisuudet ja koot otin Internetin tietolähteistä, jotta kokoonpano vastaa lopullista tuotetta.

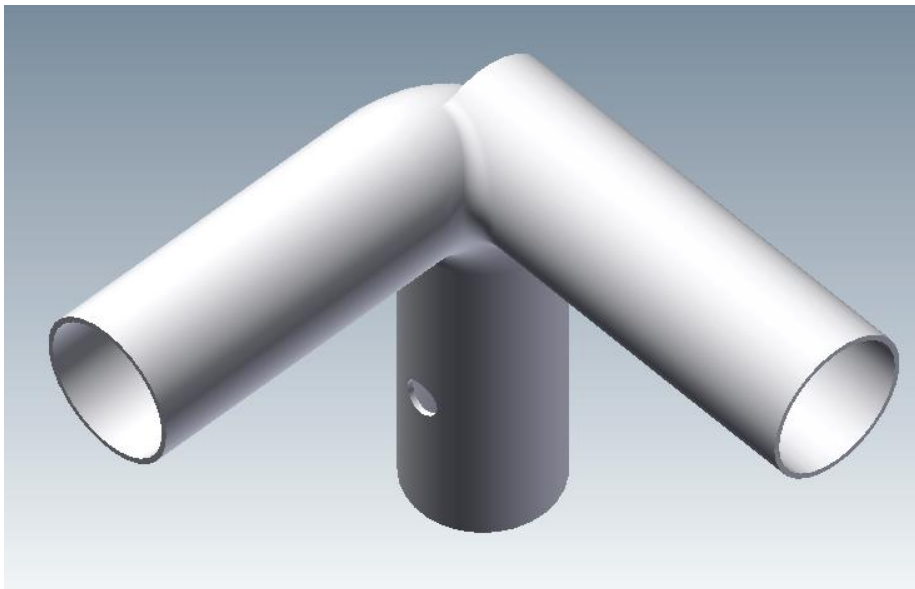
Suunnitteluprosessin alussa oli tärkeää, että tiedetään, mistä materiaaleista puutarhavajaa tehdään. Puutarhavajan runko on mallinnettu oikean putkikoon mukaisesti. Kaikki liitokset on suunniteltu sen mukaan, miten ne tulevat olemaan prototyypissä ja kaupallisessa tuotteessa. Ulkuvuoraus eli polykarbonaattiaaltolevy on myös mallinnettu vastamaan todellista profiilia.

Vanhemman ja uudemman mallin liittimissä on eroa. Ensimmäisessä versiossa liittimet oli mallinnettu niin, että sain tehtyä puutarhavajasta toimivan kokoonpanon. Tällaisten liittimien valmistus olisi kuitenkin hankalaa. Toisessa versiossa rungon liittimet ovat suunniteltu niin, että osia voidaan valmistaa ja kasata helposti. Kuviossa 9 nähdään vanha liitin, joka on valmistuksen kannalta monimutkainen. Liittimessä on neljä putken päätä ja liitin on suunniteltu kahdesta mutkaan taivutetuista putkista. Putkien taivutuskulmat ovat terävät.



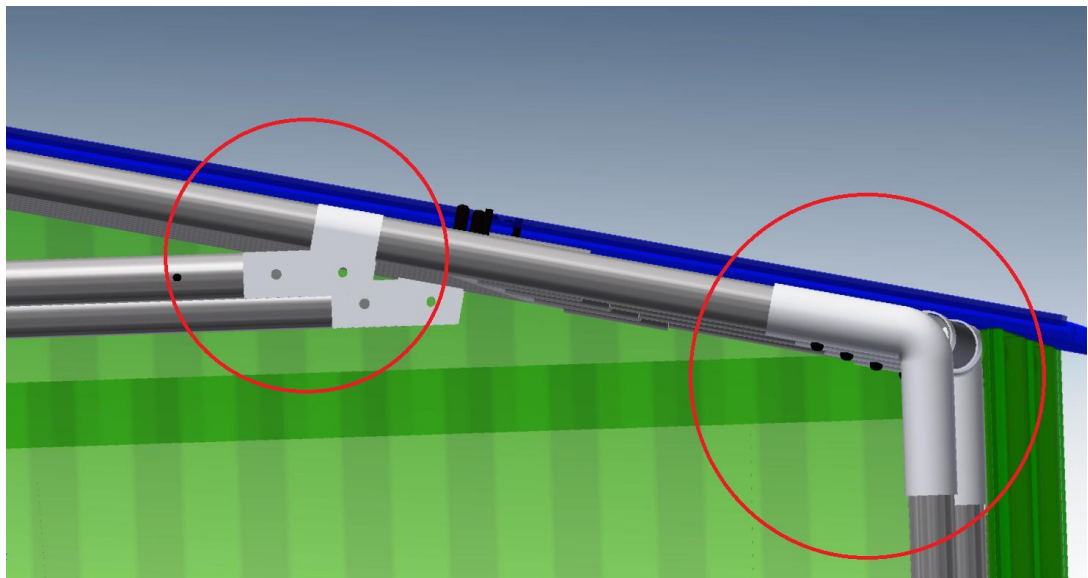
Kuvio 9. Ensimmäisen mallin yläkulmaliitin

Kuviossa 10 on esitetty uusi versio liittimestä. Putkiliitin on kahdesta putkesta. Oikealle osoittavia putkia on liitetty hitsaamalla taivutettuun putkeen. Taivutetun putken taivutuskulma on 102 astetta. Tällaisen liittimen valmistus olisi helpompi.



Kuvio 10. Lopullisen puutarhavajamallin yläkulmaliitin

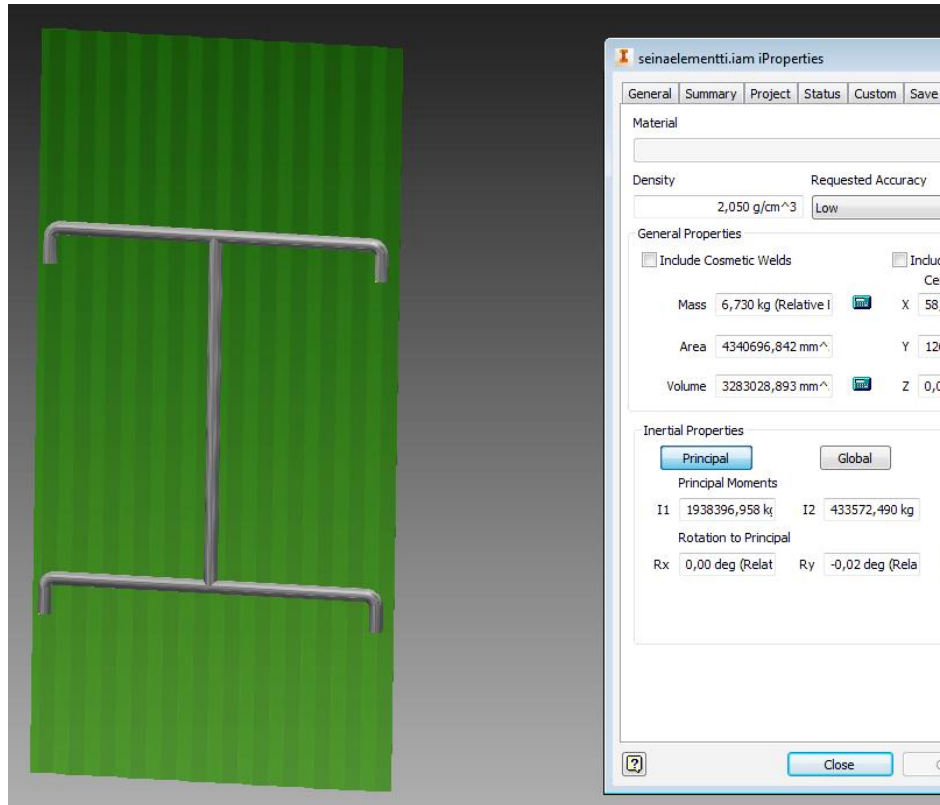
Myös yläkulmaliittimen mallia on yksinkertaistettu. Aikaisemmassa versiossa yläkulman liitin oli monimutkainen. Liitin yhdisti neljä rungon tukiputkea, joista katon ja päädyn tukiputket sijaitsevat 12 asteen kulmassa toisiinsa nähden (ks. kuvio 9). Uudessa mallissa tämä ongelma on ratkaistu seuraavalla tavalla. Päätytukiputken liitoskohta on karsittu pois, jolloin kulmaliitin koostuu vain kolmesta liitoskohdasta. Päätytukiputken kiinnittämistä varten suunnittelin uudet liittimet, joilla päädyn tukiputki voidaan kiinnittää katon tukiputkiin. Samalla menetelmällä tarvittaessa voidaan vahvistaa puutarhavajan kattoa. Kuviossa 11 nähdään, miten uusi menetelmä toimii.



Kuvio 11. Päätytukiputken kiinnitys ja yläkulmaliitin uudella menetelmällä

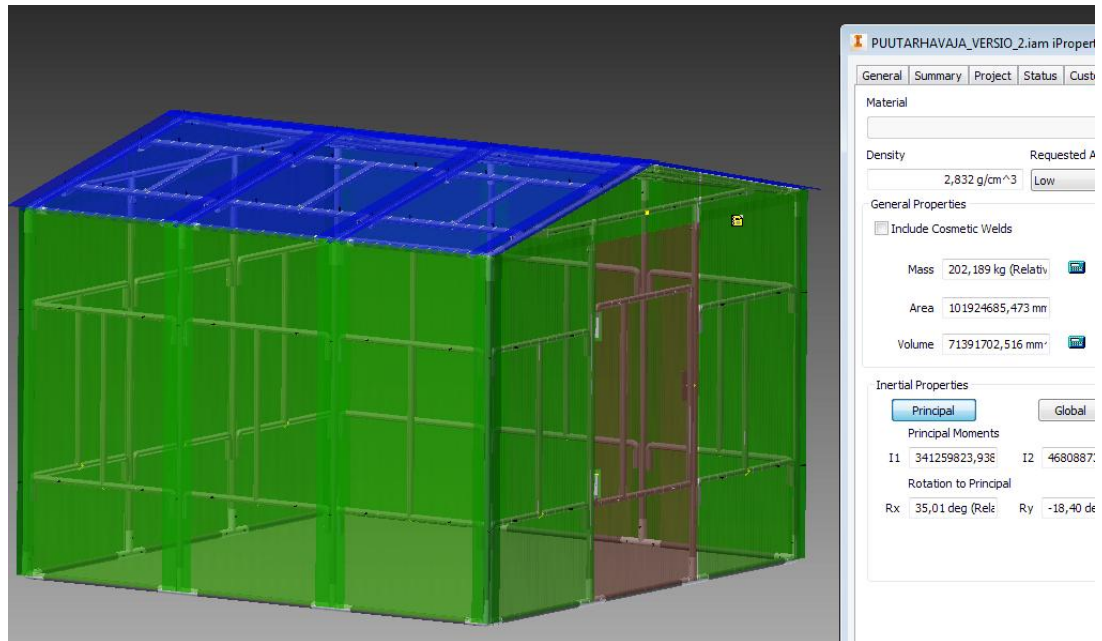
Uudessa mallissa puutarhavajan seinä- ja kattolevyt on tehty aaltomaisesta profiilista. Mielestäni aaltomainen kuvio sopii hyvin puutarhavajoille. Koska vaja on suunniteltu erillisistä elementeistä, seinä- ja kattolevyn kuvio voidaan valita markkinoilla olevasta valikoimasta. Seinä- ja kattoelementin valmistus on yksinkertainen. Elementin runko koostuu kolmesta putkesta. Kahden putken päät taivutetaan niin, että ne istuvat puutarhavajan runkoon. Kolmas putki yhdistää taivutetut putket. Kolmas putki, joka on keskellä jäykistää myös elementin runkoa. Putket yhdistetään keskenään hitsaamalla. Runkoon porataan reiät polykarbonaattilevyn kiinnittämistä varten. Vastaavat reiät porataan PC-levyyn.

Polykarbonaattilevy kiinnitetään runkoon käyttäen muovisia niittejä. Elementit ovat kevyitä ja niiden nostaminen ei rasita liikaa puutarhavajan kasaajaa. Seinäelementin kokonaispaino on alle 7 kg, kattoelementti on vielä kevyempi, sen kokonaispaino on 6 kg. Kuviossa 12 on esitetty seinäelementti sekä elementin paino.



Kuvio 12. Puutarhavajan elementti

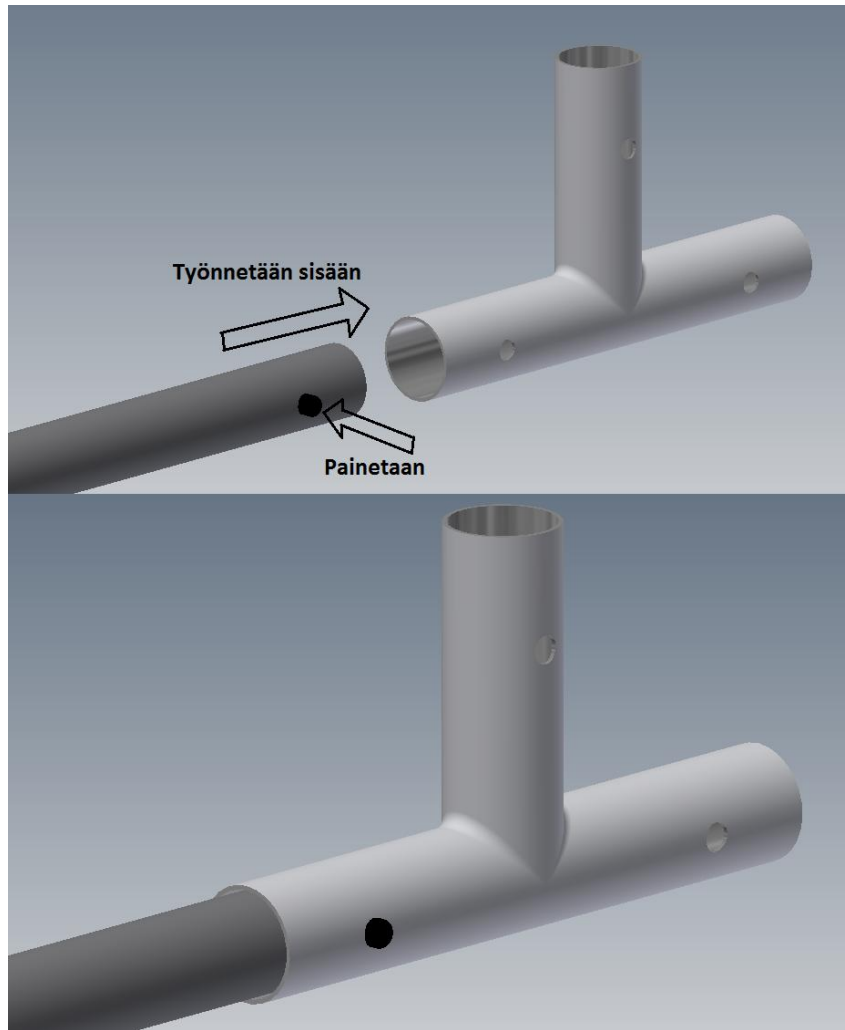
Lopulliseksi versioksi sain mielestäni hyvännäköisen puutarhavajan. Kevyen rakenteen ansiosta yhdeksän neliömetrin kokoinen puutarhavaja painaa vähän yli 200 kg. Kevyen vajan kuljetus on myös helpompaa verrattuna samankokoiseen puutarhavajaan, jonka paino on esimerkiksi 1000 kg. Lisäksi tämä vaja voidaan jakaa useampaan kuljetuslaatikkoon, silloin kuorman lastaus ja purku onnistuu kevyesti. Kuviossa 13 nähdään lopullinen versio puutarhavajasta, lisäksi kuviossa on esitetty vajan kokonaispaino.



Kuvio 13. Lopullinen versio puutarhavajan kokoonpanosta

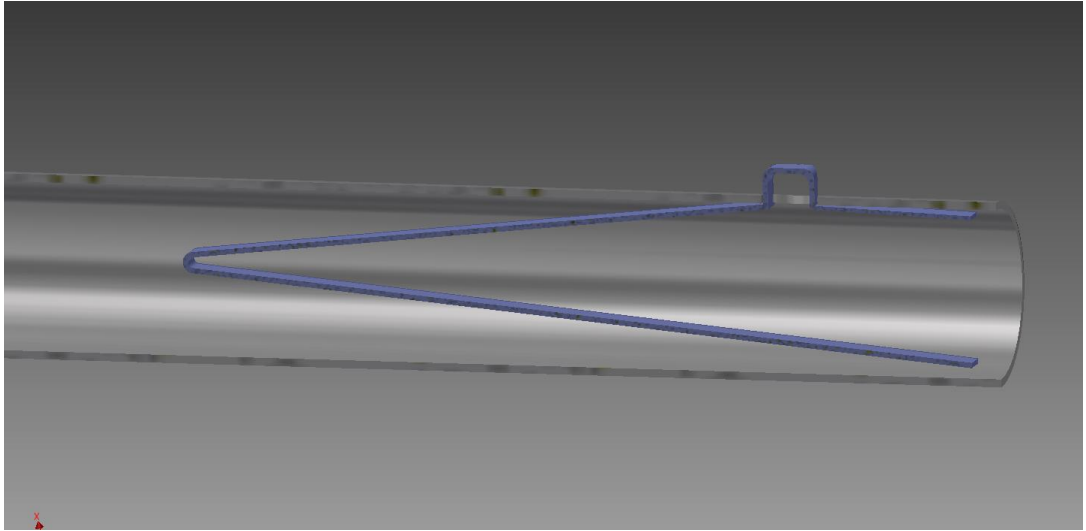
6 Puutarhavajan rakenne

Puutarhavajan runko on tehty putkista. Rungon liittimet ovat 40 mm:n huonekaluputkea ja kaikki tukiputket 35 mm:n putkea. Tukiputket yhdistetään keskenään liittimien avulla. Putket kiinnittyvät liittimiin pikalukituksella. Pikalukitusmekanismina on käytetty jousitettua painonappia, joka sijaitsee tukiputkessa. Painamalla nappia työnnetään tukiputki liittimeen, jolloin nappi ulkonee liittimessä olevasta reiästä. Nappi estää tukiputken tulemasta pois liittimestä. Tällä periaatteella pystytään kasaamaan puutarhavajan runko. Kuvioista 14 nähdään pikaliittimen kiinnitysmekanismi.



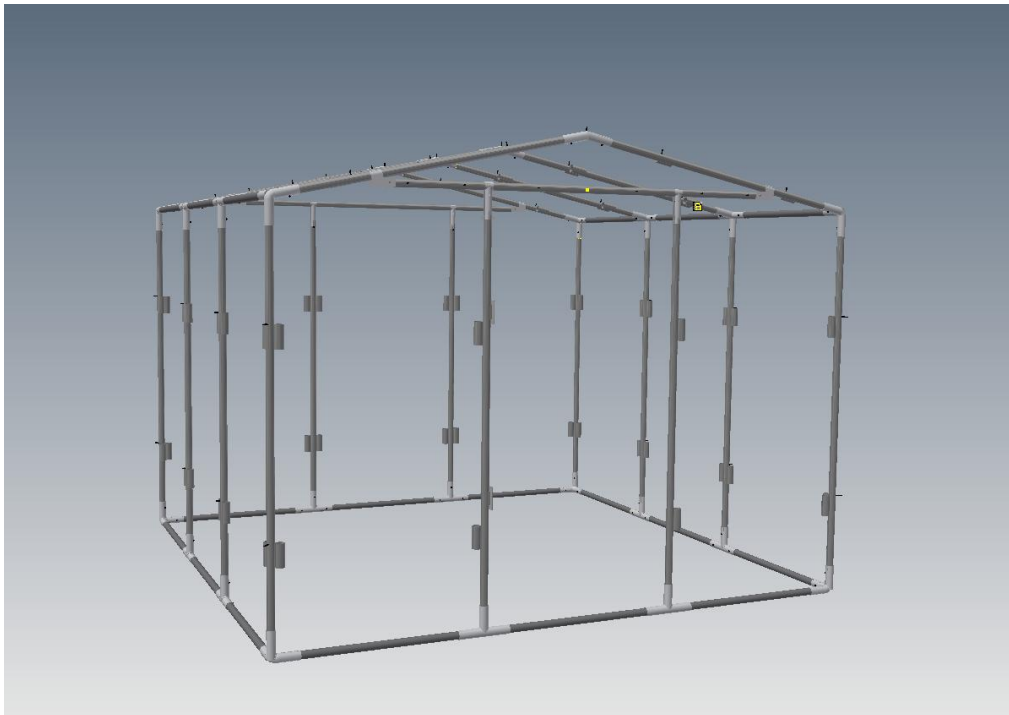
Kuvio 14. Tukiputkien kiinnitystapa

Pikalukitus on jousiteräksestä suunniteltu putkien kiinnitysratkaisu. Pikalukko on yksinkertainen, sen rakenne on taivutettu jousiteräksen liuskasta. Taivuttamalla liuska useassa kohdassa saadaan samasta liuskasta tarvittava jousimekanismi ja painonappi. Kuviossa 15 on esitetty poikkileikattu tukiputki, jossa sijaitsee pikalukko.



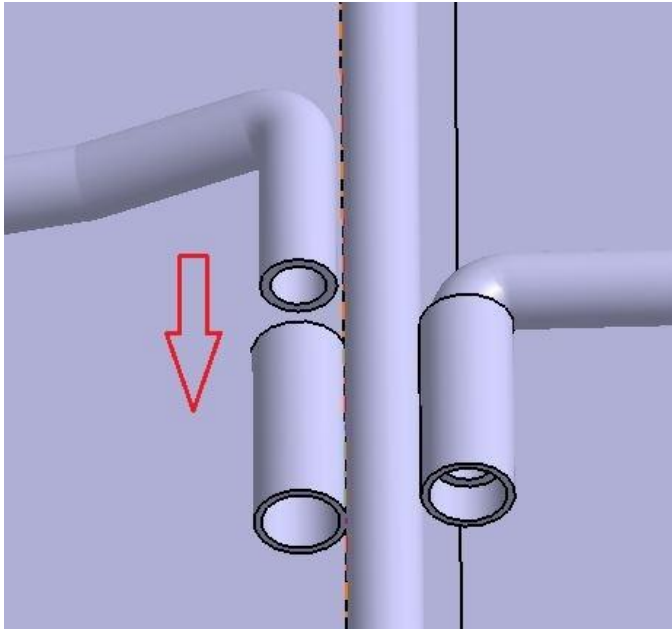
Kuvio 15. Poikkileikkaus pikalukitusmekanismista

Kun kaikki putket on liitetty toisiinsa, puutarhavajan runko on kasattu. Kuviossa 16 on esitetty puutarhavajan runko, joka koostuu kolmesta elementtiseinästä pituus- ja leveysuunnassa.



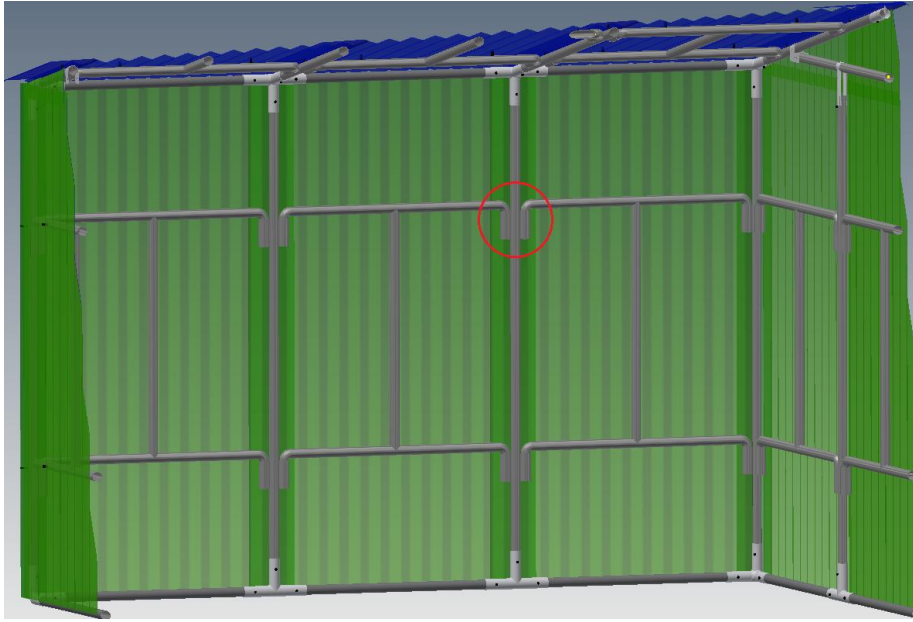
Kuvio 16. Puutarhavajan runko

Seinän ja katon elementit ovat samanlaisia, ainoana erona on elementtien pituus. Elementti koostuu 35 mm:n huonekaluputkesta ja polykarbonaattilevystä. Elementin runkoputkea taivutetaan valmistusvaiheessa niin, että se sopii tukiputkien korvakkeisiin kiinni. Puutarhavajan rungon tukiputkiin hitsataan neljä putkenpätkää. Elementti asennetaan kahden tukiputken väliin, niin että elementin runko istuu sille tarkoitettuihin putkikorvakkeisiin. Kuvio 17 esittää elementin kiinnitystavan.



Kuvio 17. Puutarhavajan seinä- ja kattoelementtien kiinnitystapa

Kuviossa 18 on esitetty puutarhavajan rakenne sisältäpäin. Kuviossa nähdään myös, miten seinäelementit on kiinnitetty puutarhavajan runkoon.



Kuvio 18. Elementtien asento kiinnitettynä puutarhavajan kokoonpanossa

Suunnittelemassani puutarhavajan mallissa tulee olemaan elementtiovi, jonka rakenne on melko samanlainen kuin seinäelementti. Ovi koostuu myös huonekaluputkesta ja polykarbonaattilevystä. Ovi eroaa tavallisesta elementistä sen rungon rakenteen puolesta. Runko on suunniteltu niin, että siihen kiinnitetään myös saranat ja ovilukko. Kuviossa 19 on nähtävissä puutarhavajan ovi.



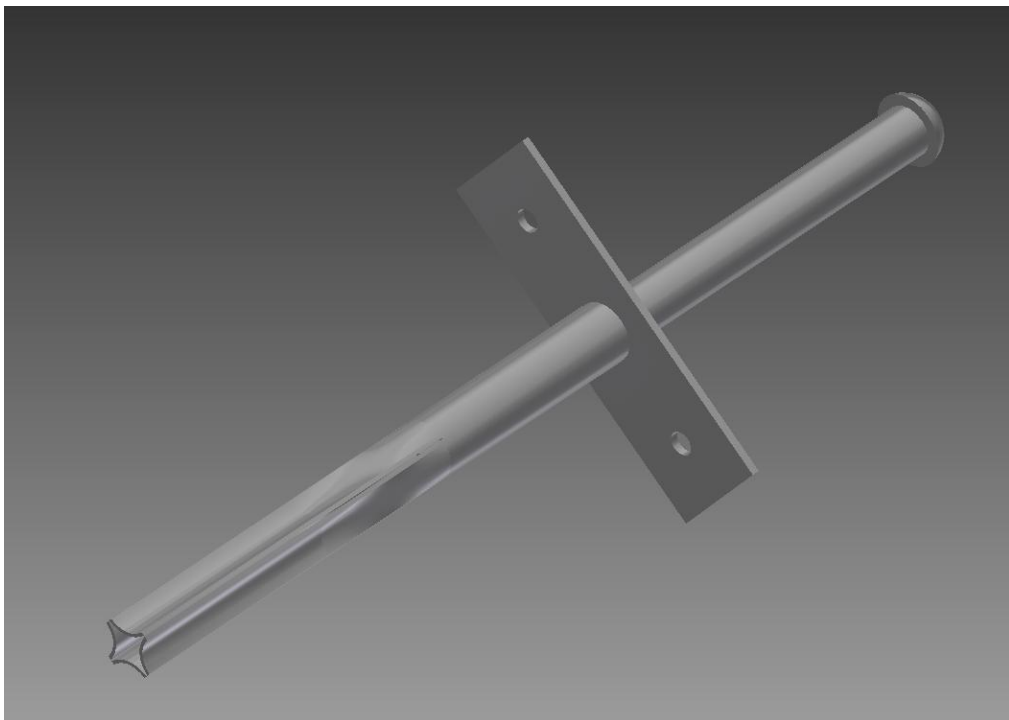
Kuvio 19. Puutarhavajan ovi

Kasausprosessin viimeiseksi vaiheeksi jää seinä- ja kattolistojen sekä kulmalistojen kiinnitys. Koska puutarhavaja tehdään elementeistä, niin elementtien väliin jää raot. Rakoja peitetään muovilistoilla. Listat kiinnitetään muoviniittien avulla. Tämä säästää asennusaikaa. Lisäksi muoviniitit ovat edullisia, eivätkä vaadi erikoistyökalua ja niitä on helppo asentaa paikalle.

Puutarhavaja kiinnitetään maapohjaan kuviossa 20 näkyvän ankkurin avulla. Ankkuri on suunniteltu kahdesta, halkaisijaltaan erilaisesta putkesta ja lattatangosta. Halkaisijaltaan isompi putki toimii ankkurina. Puolet isosta putkesta on taottu ulkopinnasta sisään käyttäen erikoistyökalua niin, että putken pää jakaantuu neljälle osalle. Osien välit on sahattu, jotta ne ovat erillään toisistaan. Lattatankoon on tehty

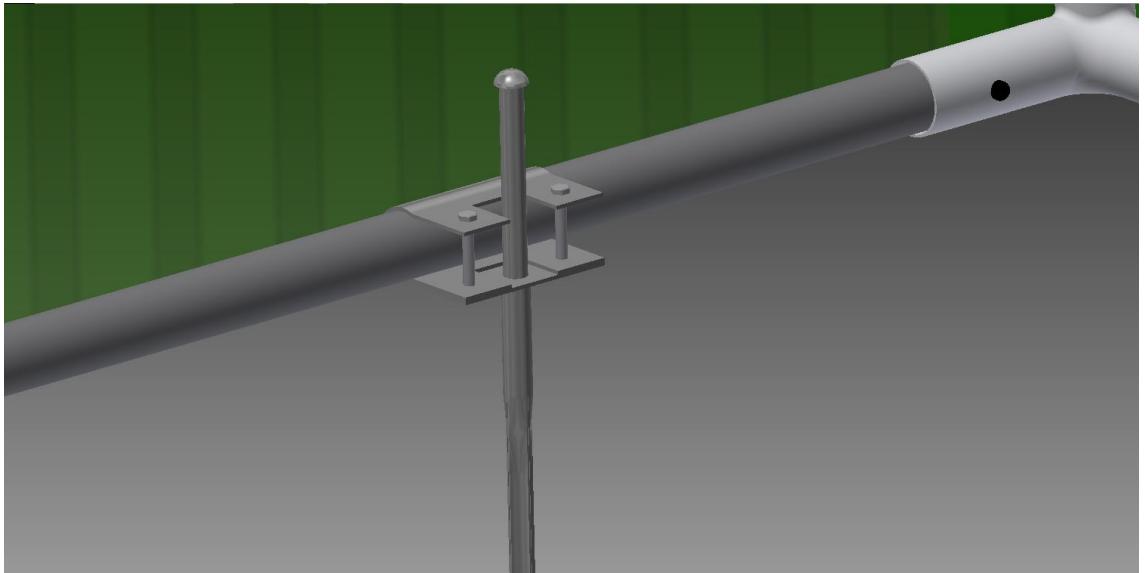
tarvittavat reiät ja kiinnitetty isoon putkeen hitsaamalla. Halkaisijaltaan pienempään putkeen tehdään nappimallinen pää, jotta sitä olisi helpompi käsitellä.

Ankkurin asennus tapahtuu lyömällä isompi putki maapintaan niin, että lattatangon pää on maan tasalla. Seuraavaksi lyödään isomman putken sisään pienempi putki. Pienemmän putken ansiosta isomman putken taotut päät leviävät ja ankkuri asettuu jämäkästi maahan eikä nouse maasta ylös. Lopuksi puutarhavajan runko pultataan metallilenkin avulla ankkuriin.



Kuvio 20. Ankkuri, jolla kiinnitetään puutarhavaja maapohjaan

Puutarhavajan kiinnittämisessä maapintaan tai vajan perustukseen voidaan käyttää myös muita markkinoilla olevia kiinnitysvaihtoehtoja. Kiinnitystapaan vaikuttaa puutarhavajan asennuspohja. Esimerkiksi betoniperustukseen vaja voidaan kiinnittää tavallisilla pulttianskurilla. Pääasia on, että puutarhavaja pysy tukevasti paikallaan eikä lähde lentämään myrskyn aikana. Kuviossa 21 nähdään esittämäni puutarhavajan kiinnitystapa.



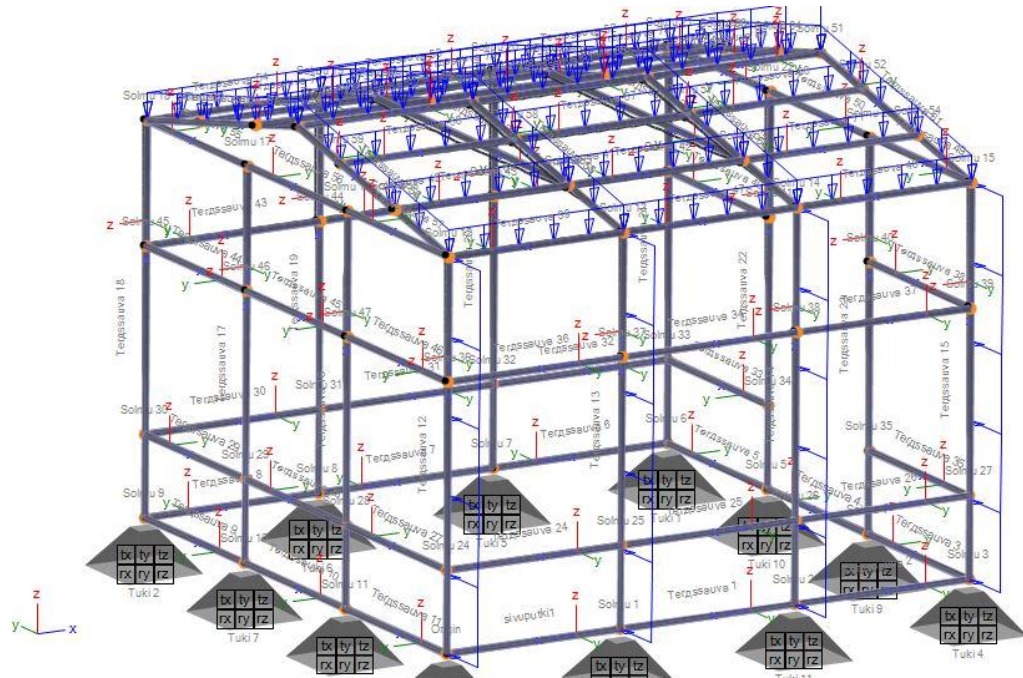
Kuvio 21. Ankkuri kiinnitettynä puutarhavajan runkoon

7 Kestävyyden mitoitus

Mitoitin puutarhavaja lumi- ja tuulikuormalle Jigi-nimisellä lujuuslaskentaohjelmalla. Testituloksien perusteella nähdään, että puutarhavajan katon tukiputket taipuvat hieman maksimikuorman alla. Testitulokset eivät ole täysin luotettavia, koska testissä käytettiin mitoitettua mallia ilman elementtejä. Vajassani elementit jäykistävät puutarhavajan runkoa. Elementtien ansiosta saadaan kantava rakenne puutarhavajaan. Lisäksi kattomateriaalina käytettävän polykarbonaattilevyn pinta on liukas, joten todennäköisesti lumi putoaa katolta pois eikä keräänny katolle isona kuormana.

Mitoituksessa puutarhavajan rungossa on käytetty 35 mm:n huonekaluputkea, jonka seinään vahvuus on 1,5 mm. Samanlaiset putket ovat myös viimeisessä puutarhavajan kokoonpanossa. Jos halutaan varmistaa puutarhavajan kestävyys, 35 mm:n putket voidaan korvata suuremmalla putkikoolla, esimerkiksi 45 mm:n halkaisijalla ja 2 mm:n seinämän vahvuudella. Kuviossa 22 on esitetty puutarhavajan runko, jonka olen testannut luonnollisille kuormituksille, kuten lumi- ja tuulikuormalle. Siniset nuolet esittävät kuormituksen, joka vaikuttaa runkoon eri suunnilta. Katon tukiputkien alapuolella nähdään mustat lankamaiset viivat, ne

esittävät mahdollisen taipuman. Katolle on laitettu lumikuorma 2,7 kilonewtonia neliometriä kohti ja seinälle tuulivoima 1 kilonewton neliometriä kohti. joka vastaa 100 kg nojausvoimaa. Testituloksena on se, että puutarhavaja pysyy kasassa kuormituksen alla.



Kuvio 22. Puutarhavajan kuormitustestaus Jigi-ohjelmalla

8 Kehitysehdotukset

Kehittämässäni puutarhavajassa on tällä hetkellä vain yksi ovivaihtoehto. Mielestäni jatkokehityksessä voisi lisätä ovivalikoimaa, esimerkiksi rullaovi tai liukuovi. Pienellä muokkauksella saadaan myös isonnettua oviaukkoa. Muokkaustarvetta olisi vain kahdella elementillä, jotka ovat päätyseinässä. Oviaukkoa pitäisi ehdottomasti isontaa, jos puutarhavajassa säilytetään esimerkiksi päältä ajettavaa ruohonleikkuria.

Lisäksi puutarhavajan elementtien materiaali voisi olla kennolevyä. Kennolevy on vahva ja kestävä materiaali. Kennolevy voi omalla rakenteellaan kannatella nykyisen elementin runkoa. Tuloksena saadaan vahva rakenne vähemmällä runkomateriaalilla.

Kennolevyvaihtoehdon kehitys lisää tuotekehitysprojektin kestoja, mikäli projektia jatketaan opinnäytetyön jälkeen. Kennolevyvuutarhavajan kehitys vaati alustavan suunnitteluprosessin.

Kehittämästäni vuutarhavajasta ei ole tehty prototyyppiä, mutta jo tässä vaiheessa voin sanoa, että elementtien asennusvaiheessa tarvitaan asennuskahvoja. Kahvojen avulla on helpompi pitää ja asentaa elementit paikoille. Kahvojen rakenteen on oltava pihkimäinen, jotta niillä voi tarttua elementtirunkoputkeen. Kahvoilla pitäisi olla myös hyvä ote käsiin, silloin elementin nostaminen on turvallista ja miellyttävää. Asennuskahvat on suunniteltava erikseen.

9 Pohdinta

Mielestäni opinnäytetyönaihe on ajankohtainen, koska vuutarhavajalle on tarvetta ja kysyntää. Vuutarhavajan suunnitteluprosessin aikana otin huomioon ne vaatimukset, joita laadin projektin alussa. Suunnittelemani vuutarhavaja on hyvin kilpailukykyinen tuote. Vuutarhavajan rakenne on selkeä ja yksinkertainen kasata. Suunnittelemani vuutarhavaja sopii hyvin jokaiseen pihaan. Elementtien avulla on helppo noudattaa vuutarhavajoille laadittuja rakennusmääräyksiä.

Vuutarhavajan suunnittelussa käytin kahta erilaista 3D-suunnitteluohjelmaa. Halusin verrata ohjelmia keskenään. Käytännössä ohjelmat ovat melko samanvertaisia. Sekä Inventorilla että Catialla pystyy toteuttamaan vastaavia projekteja täydellisesti. Catialla mallintamani ensimmäisen version ulkonäkö ei ole visuaalisesti tyydyttävä. Toinen versio, jonka ulkonäköön oli panostettu enemmän, on suunniteltu vastamaan visuaalisesti kaupallisia versioita. Mielestäni Inventor-ohjelmalla saa tehtyä hieman kauniimman kolmiulotteisen mallin verrattuna Catia-ohjelmaan. Tämän takia toisen mallin suunnitteluohjelmaksi on valittu Inventor-ohjelma.

Tämä opinnäytetyö antaa hyvän lähdön tuotekehitysprojektin etenemiseen. Tarvittaessa vuutarhavajapiirustuksien avulla voidaan valmistaa prototyyppi. Teoriassa elementeistä oleva vuutarhavaja on kätevä, mutta varmat tulokset vuutarhavajan käytettävyydestä saadaan vasta, kun sitä testataan prototyypinä. Prototyypin valmistus aiheuttaa enemmän valmistus- ja materiaalikustannuksia,

verrattuna siihen, mitä menisi puutarhavajan sarjatuotannossa, mutta prototyypin avulla saadaan mahdollisimman hyvin kehitettyä puutarhavajaa.

Mielestäni onnistuin opinnäytetyössäni. Olen tyytyväinen puutarhavajaan, jonka suunnittelin. Toivon, että minun opinnäytetyöstä on hyötyä toimeksiantajalle.

Tuotekehitysprojekti oli mielenkiintoinen prosessi. Tutustuin uusiin rakennusmateriaaleihin ja niiden hinnoitteluun. Tein myös hintavertailua materiaaleille ja puutarhavajoille. Ideointivaiheessa keksin erilaisia suunnitteluratkaisuja puutarhavajalle.

Kehitettäessä uusia tuotteita uskotaan, että suunniteltu tuote menestyy markkinoilla. Usein menestys riippuu siitä, miten hyödyllinen suunniteltu tuote on sen oletetuille loppukäyttäjille. Suunnittelemalla hyviä ja laadukkaita tuotteita tuemme Suomalaisten tuotteiden korkealaatuista mainetta. Lisäksi tuotteen hyvä myynti tukee Suomen taloutta. Haluaisin uskoa, jotta tästäkin puutarhavajasta jokainen saa oman hyödyn.

Lähteet

- Esko 2 puutarhavaja. 2014. Finnpeak Hirsituote Oy. Viitattu 12.5.2014.
<http://www.finnpeak.fi/cgi-bin/product.pl?lang=fi&sid=4&pid=63>
- Galvanoitu rautaputki. 2014. Made in china. Viitattu 20.10.2014.
<http://nzimpexp.en.made-in-china.com/product/KeOJdfPjLCrp/China-Galvanized-Iron-Pipe.html>
- Horisont puutarhavaja. 2014. Rahtimaa Oy. Viitattu 12.5.2014.
<http://kauppa.savenmaa.fi/PublishedService?file=page&pageID=9&itemcode=horisont+puutarhavaja>
- Huonekaluputki. 2014. Motonet Oy. Viitattu 20.10.2014.
<http://www.motonet.fi/fi/tuote/4011894/Huonekaluputki-pyorea-2m>
- Jasmaster puutarhavaja. 2014. Smartia. Viitattu 12.5.2014.
<http://www.smartia.fi/PublishedService?file=page&pageID=9&itemcode=71000662>
- Jokinen T. 2001. Tuotekehitys. Espoo: Otatieto Oy.
- Kantokoski, V. 2014. Rakennusmääräykset. Sähköpostiviesti 12.5.2014. Vastaanottaja E. Pullinen Jyväskylän rakennusvalvonta, kaupunkikuva-arkkitehti: ohjeita puutarhavajan rakentamiselle erityisesti kaupunkimaisemissa.
- KT-Plan OY. 2014. Taloussanomien. Viitattu 24.11.2014.
<http://yritys.taloussanomien.fi/y/kt-plan-oy/jyvaskyla/1539275-6/>
- Käsin tehtävät nostot ja siirrot työssä. 2006. Työsuojeluhallinto Viitattu 7.10.2014
http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/erg_tiedonlahteet/Documents/kasintehtavat_nostot_ja_siirrot.pdf
- Lumikuormat ja kattorakenteet. 2010. Ympäristöministeriön faktalehdet. Viitattu 8.10.2014. <http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Julkaisut/Faktalehdet>
- Mara puutarhavaja. 2014. Wood-Group. Viitattu 24.11.2014 <http://wood-group.fi/tuotesivut/lautarakenteet/mara-ulkovarasto-puutarhavaja.html>
- Nostotilanteen arviointi. 2013. Työterveyslaitos. Viitattu 8.10.2014.
http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/tyon_fyysisia_kuormitustekijoita/nostotyto/nostotilanteen_arviointi/sivut/default.aspx
- Nykänen, S. N.d. Polykarbonaatti. Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 15.11.2014. http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/plastics_PC_FI.pdf
- Pirkko puutarhavaja. 2014. Rahtimaa Oy. Viitattu 24.11.2014.
<http://kauppa.savenmaa.fi/PublishedService?file=page&pageID=9&itemcode=pihavarasto1>
- Polycarbonate Roofing Sheet. 2014. Made in china. Viitattu 20.10.2014
<http://cnbailinshi.en.made-in-china.com/product/svixUEdTOPVm/China-Polycarbonate-Transparent-Corrugated-Plastic-Roofing-Sheet.html>

Stala Active puutarhavarasto. 2014. Stala Oy. Viitattu 24.11.2014.

http://active.stala.fi/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=adwords#osta

Valokate. 2014. Etra Oy. Viitattu 20.10.2014.

<http://tuotteet.etra.fi/fi/g13108420/valokate-leveys-106m-kirkas-1mm>

Varastovaja. 2012. Google patenttihaku. Viitattu 14.11.2014.

https://www.google.com/patents/US6802158?dq=garden+shed&hl=fi&sa=X&ei=IB1rVNWBNeT_ygPywICYCw&ved=0CGMQ6wEwCDgo

Yritysesittely. 2014. KT-Plan Oy. Viitattu 24.11.2014.

<http://www.ktplan.fi/esittely.php>

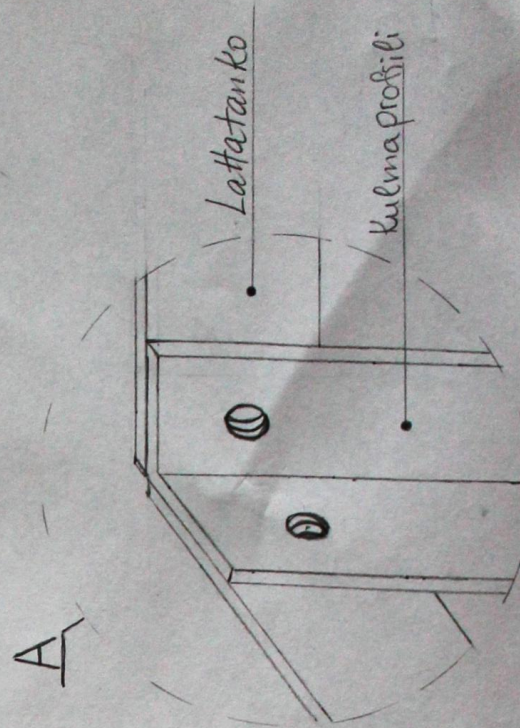
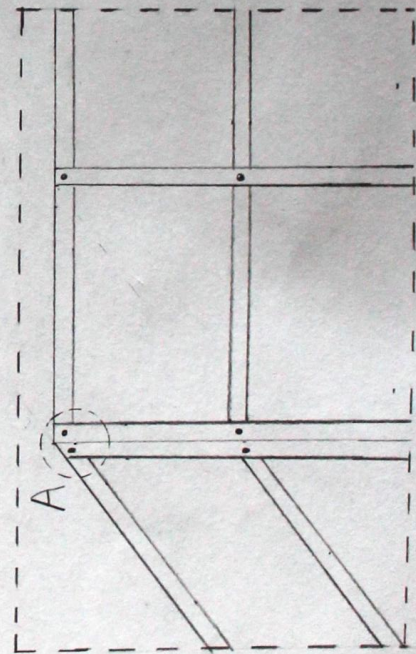
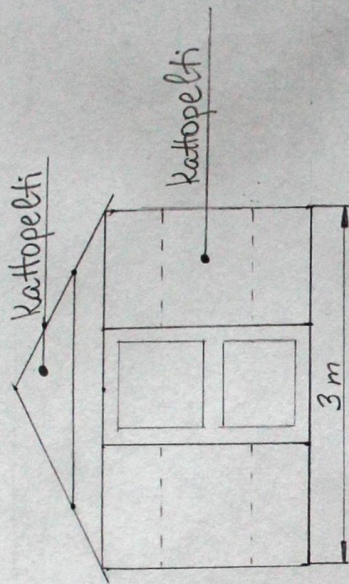
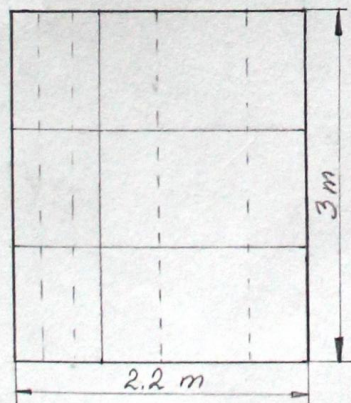
Liitteet

Liite 1. Puutarhavajan vaatimuslista

Vaatimuslista, Puutarhavaja		
tyyppi	vaatimukset	muuta
	1. Geometria	
KV	korkeus 2 - 2,5 m	
T	pinta-ala muokattavissa	
KV	erilainen ovi valikoima	
	2. Energia	
T	sisävalo: auringonvalo	
	3. Materiaali	
KV	ulkokäyttöön soveltuvat materiaalit	
KV	kosteudenkestävyys (ruoste)	
KV	Lumikuorman kesto	
KV	UV-valon kesto	
KV	Värivalikoima (päärakennuksen mukaan)	
	4. Turvallisuus	
KV	Peltien terävät reunat	
KV	Rungon kestävyys	
	5. Ergonomia	
VV	Esteetön puutarhavaja	
KV	Selkeä kasaus	
	6. Valmistus	
KV	Hitsattavuus, koneistettavuus	
	7. Tarkistus	
VV	Standardien mukaan	
	8. Asennus	
VV	Yksinkertainen asennus	
T	Yhden miehen asennettavissa	
	9. Kuljetus	
T	kuljetuslaatikot alle 2m pitkiä	
	10. Kunnossapito	
KV	Mahdollisimman huoltovapaa	
	11. Kierrätys	
T	Kierrätettävät materiaalit	
	12. Kustannukset	
T	Kilpailukykyinen hinta, taloudellinen	

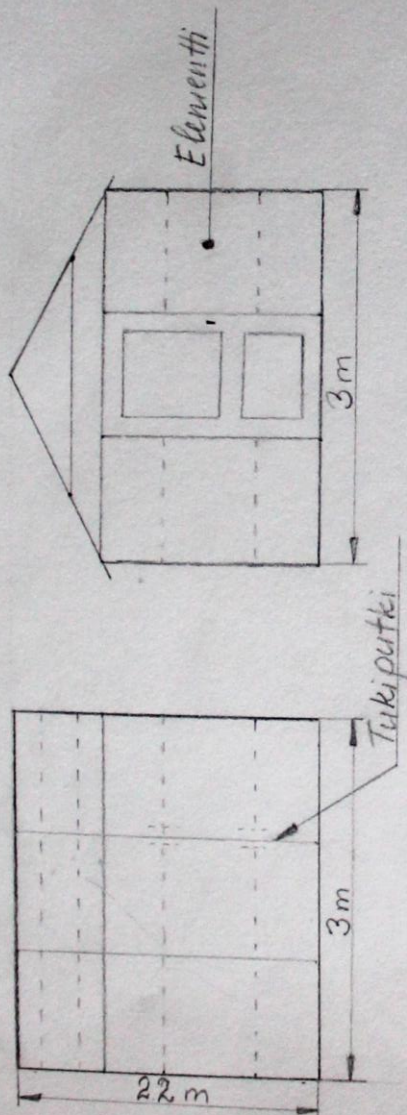
Liite 2. Metallipalkeinen puutarhavaja

Puutarhavaja metallipalkeista



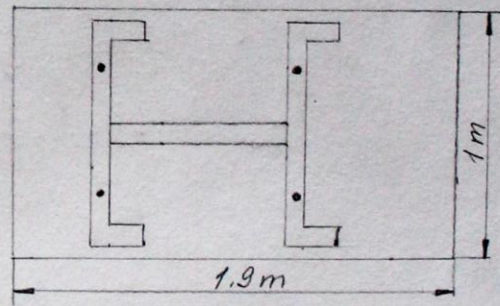
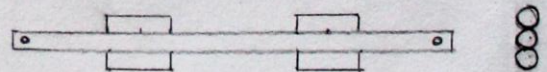
Liite 3. Elementtipuutarhavaaja

Puutarhavaaja elementteistä

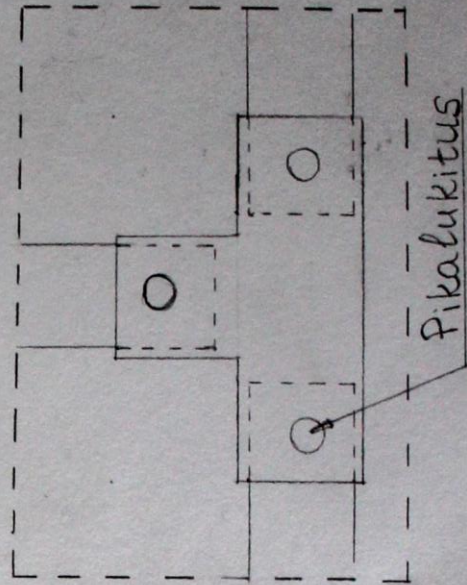


Rungon tukiputki

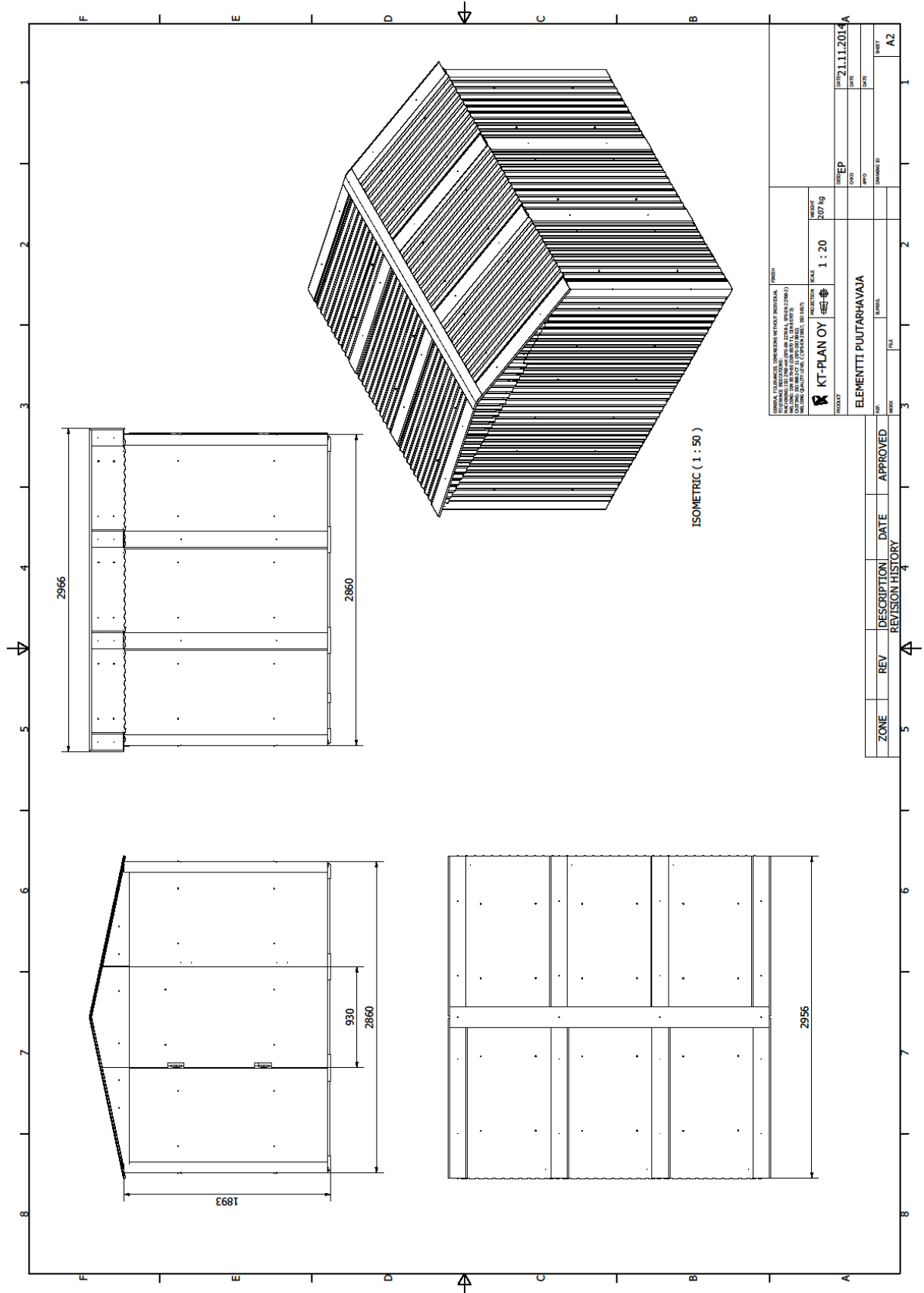
Elementti



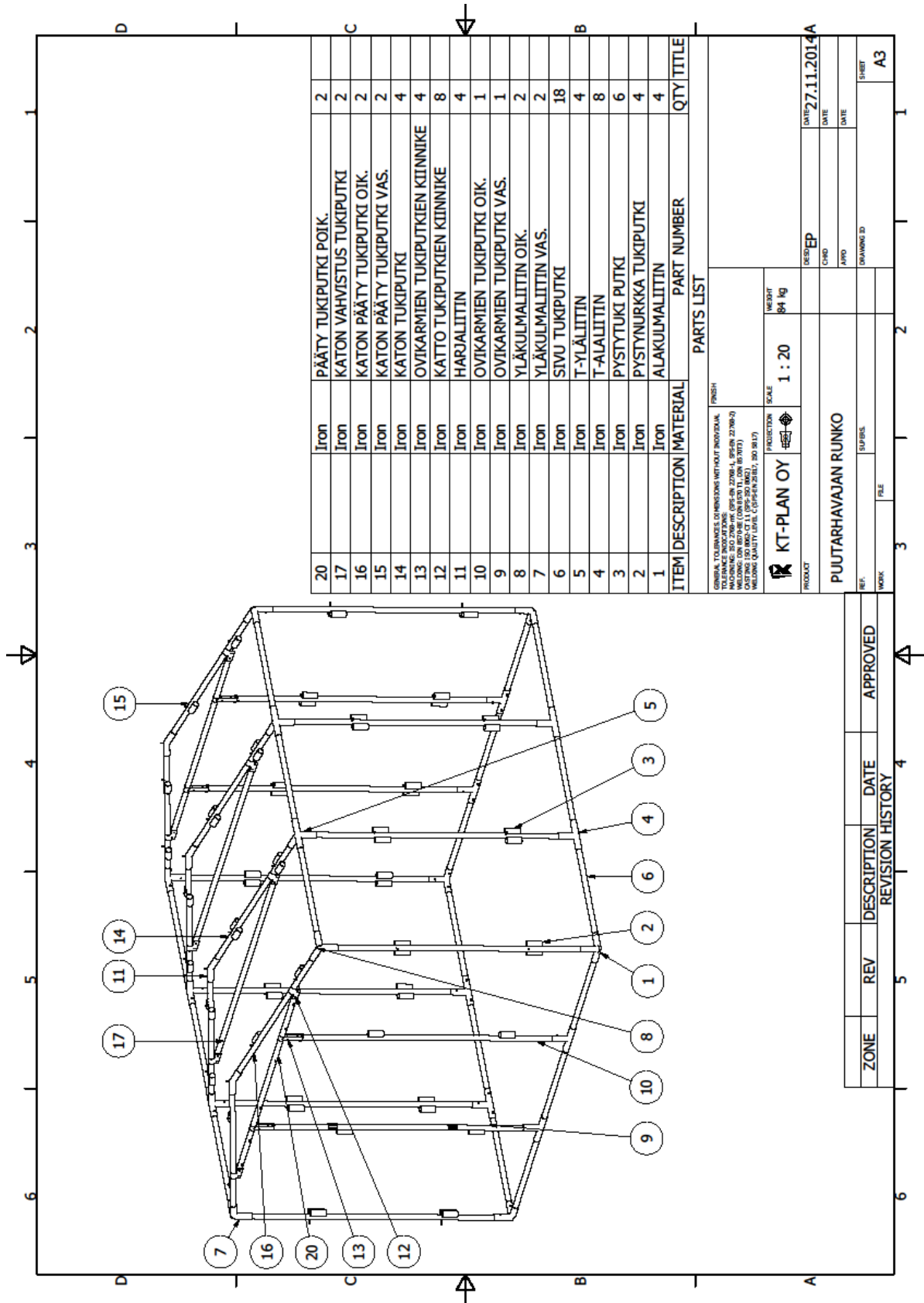
Rungon putki liitin



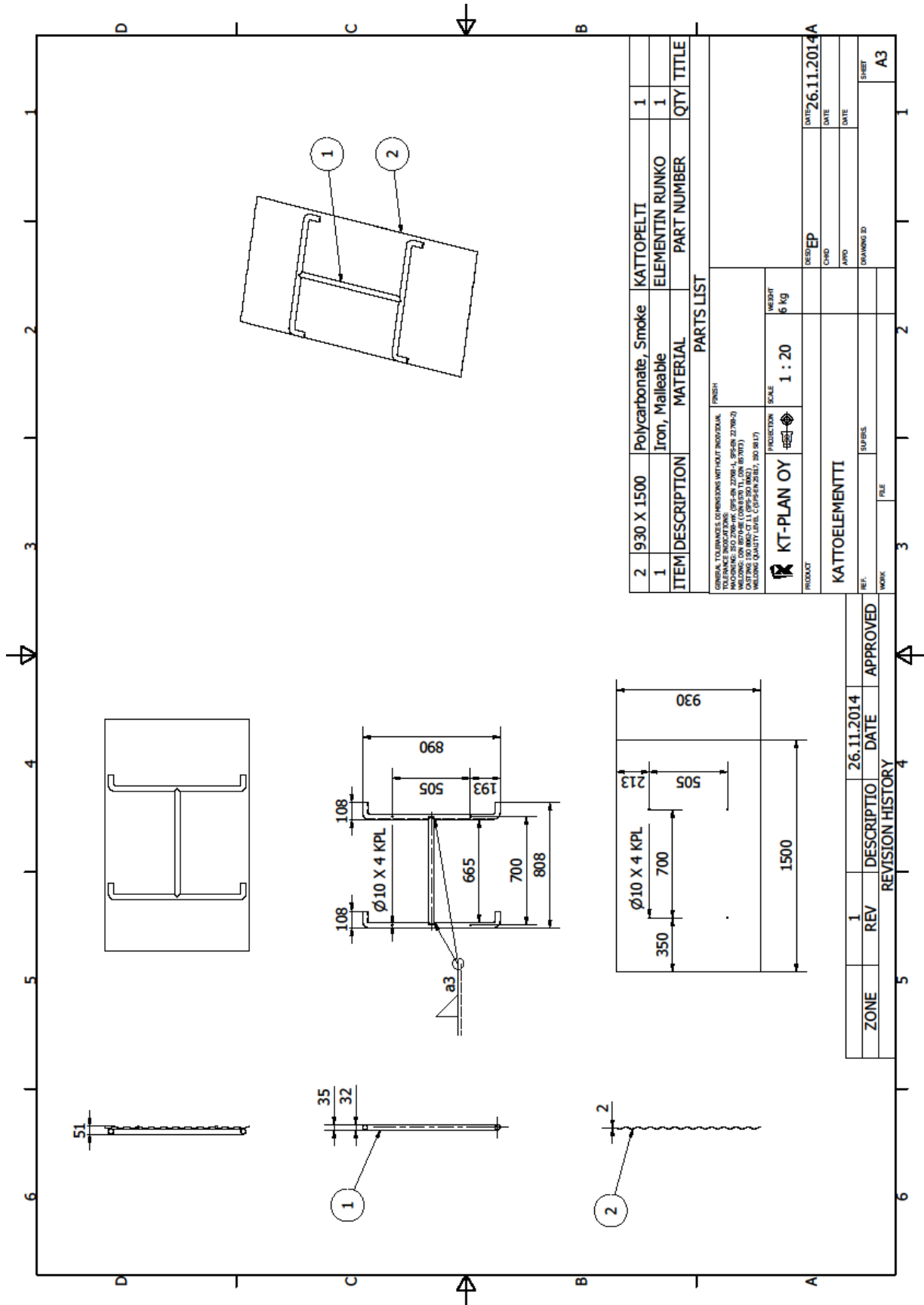
Liite 4. Puutarhavajan tekninen piirustus



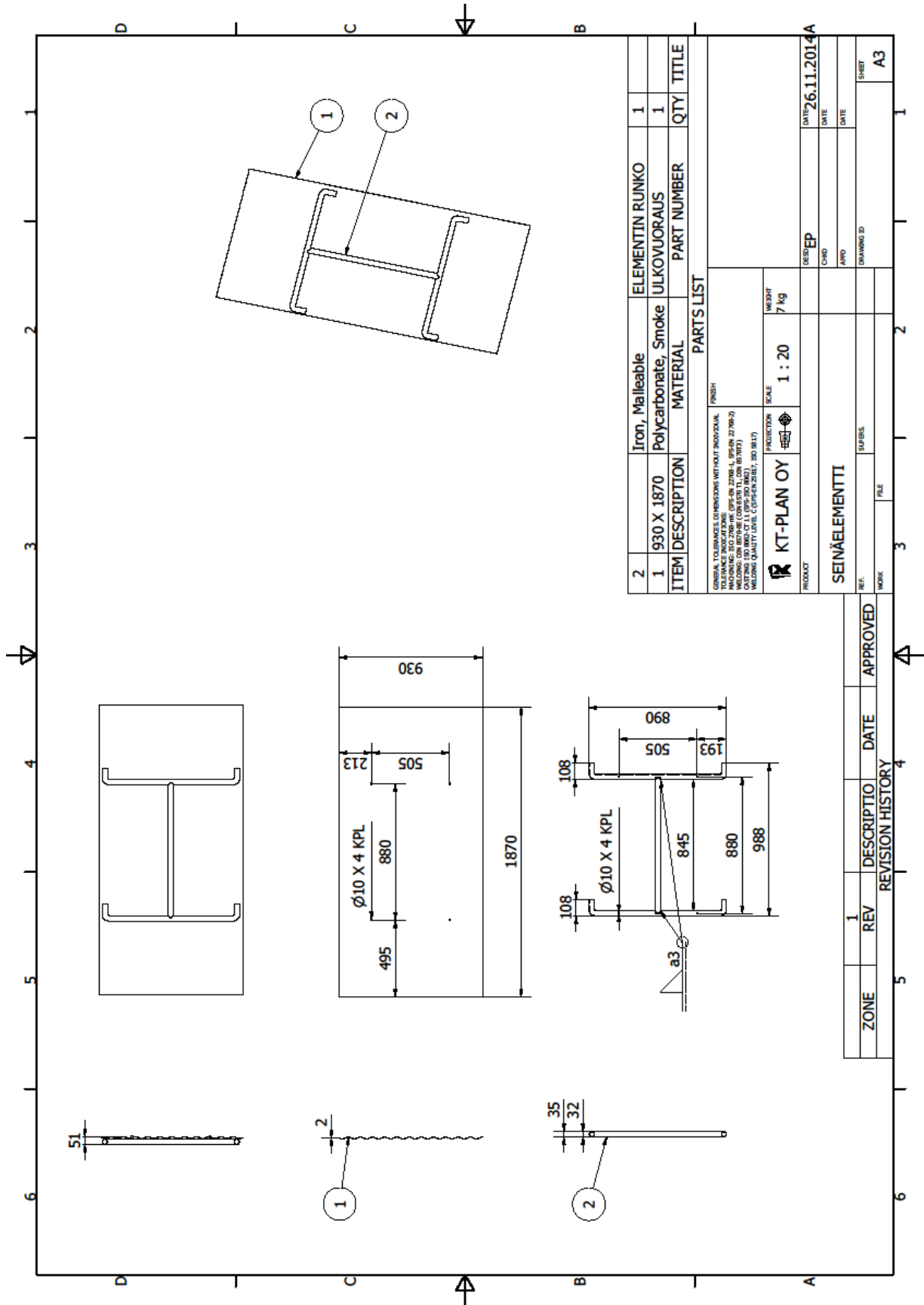
Liite 5. Puutarhavajan runko



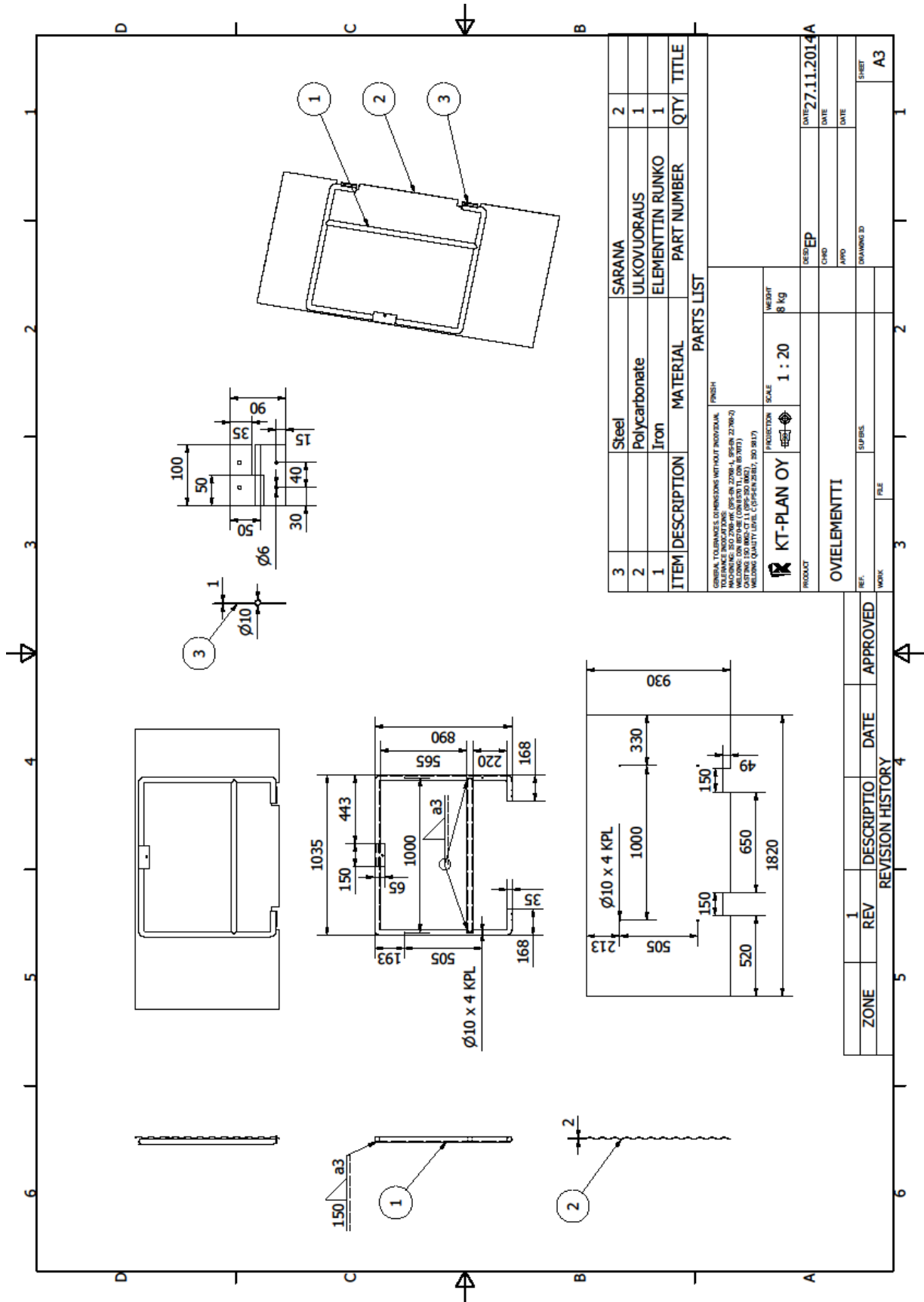
Liite 6. Kattoelementti



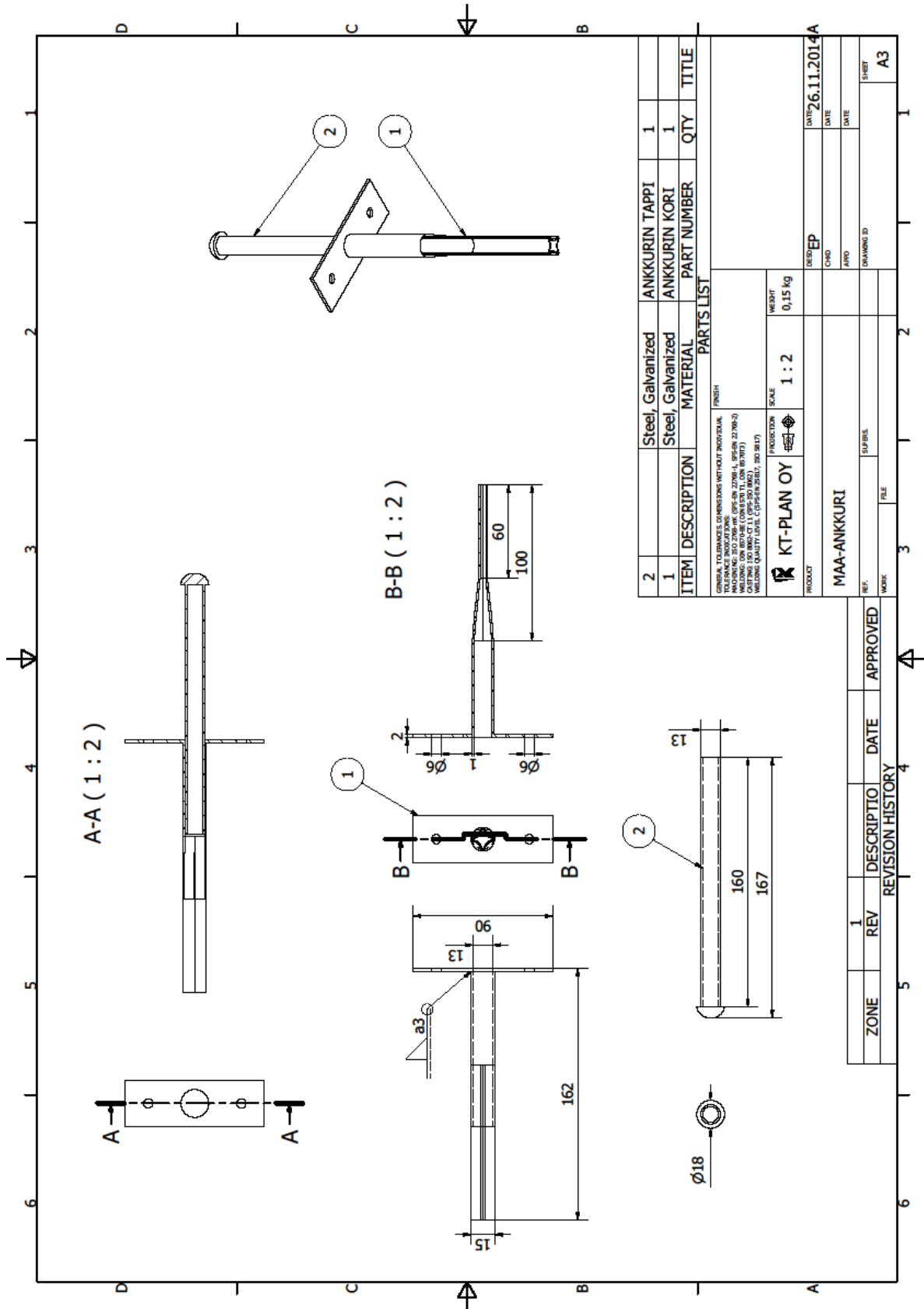
Liite 7. Seinäelementti



Liite 8. Ovielementti



Liite 9. Maa-ankkuri



ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	PART NUMBER	QTY	TITLE
2		Steel, Galvanized	ANKKURIN TAPPI	1	
1		Steel, Galvanized	ANKKURIN KORI	1	

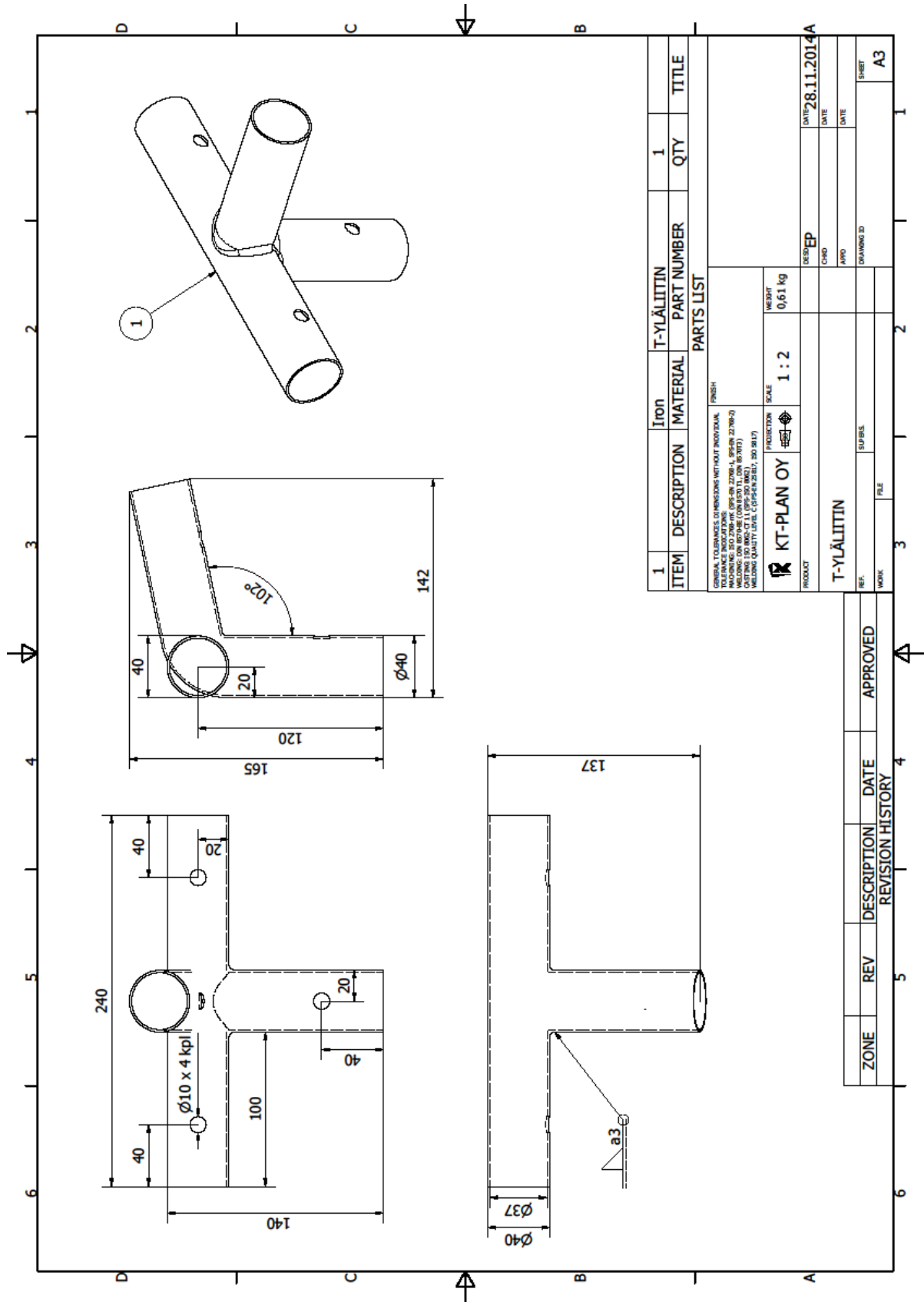
PARTS LIST	
FINISH	
GENERAL TOLERANCES DIMENSIONS WITHOUT INDIVIDUAL TOLERANCE INDICATIONS	
ISO 2768-2	
CASTING ISO 8062-CT11 (PS-30 MM2)	
WELDING ISO 5817 (FOR ALL) (EN 10107)	
MELTING QUALITY LEVEL C (PPH/SH/1L; 200 98 17)	
PROJECTION	SCALE 1 : 2
WEIGHT	0,15 kg

DESIGN	DATE
EP	26.11.2014
APPD	DATE
DRAWING ID	SHEET
MAA-ANKKURI	A3

ZONE	REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
1				

REVISION HISTORY				
ZONE	REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
1				

Liite 10. Rungon yläliitin



ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	T-YLÄLIITIN	PART NUMBER	QTY	TITLE
1		Iron			1	

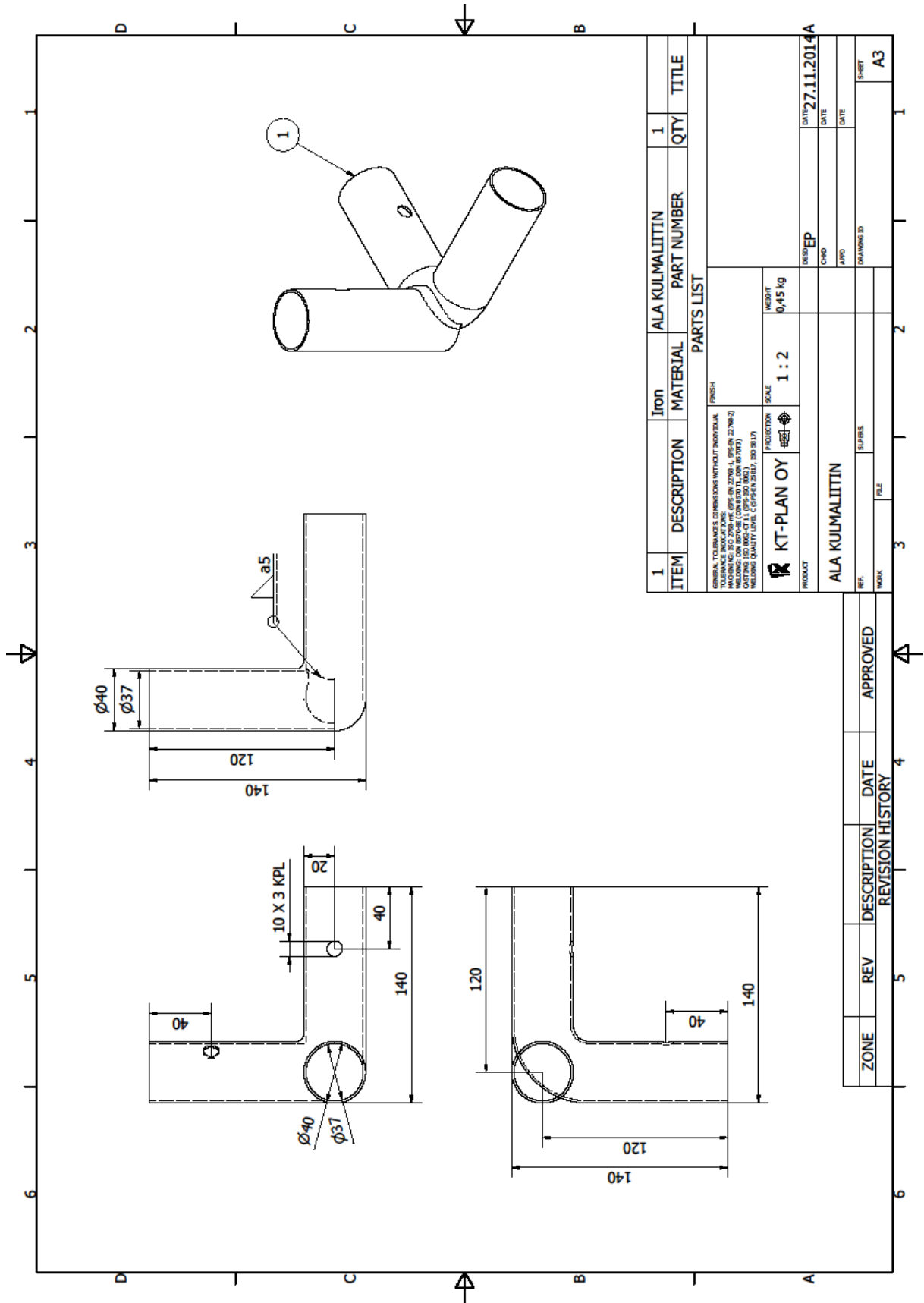
PARTS LIST	
GENERAL TOLERANCES DIMENSIONS WITHOUT INDIVIDUAL FINISH	
MACHINING 200 200 MK (SP5-SK 2208-1, SP5-SK 2208-2)	
WELDING ON BOTH SIDE (CROSS SECTION IN 3D)	
WELDING QUALITY LEVEL C (SP5-SK 2512, 300 SK17)	
PRODUCT	KT-PLAN OY
PRODUCTION SCALE	1 : 2
WEIGHT	0,61 kg

DESIGN	DATE	DATE	DATE
EP	28.11.2014		
CHD			
APPO			

REF.	FILE	SUPPL.	DRAWING ID	SHEET
				A3

ZONE	REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
REVISION HISTORY				

Liite 11. Rungon alaosan kulmaliitin

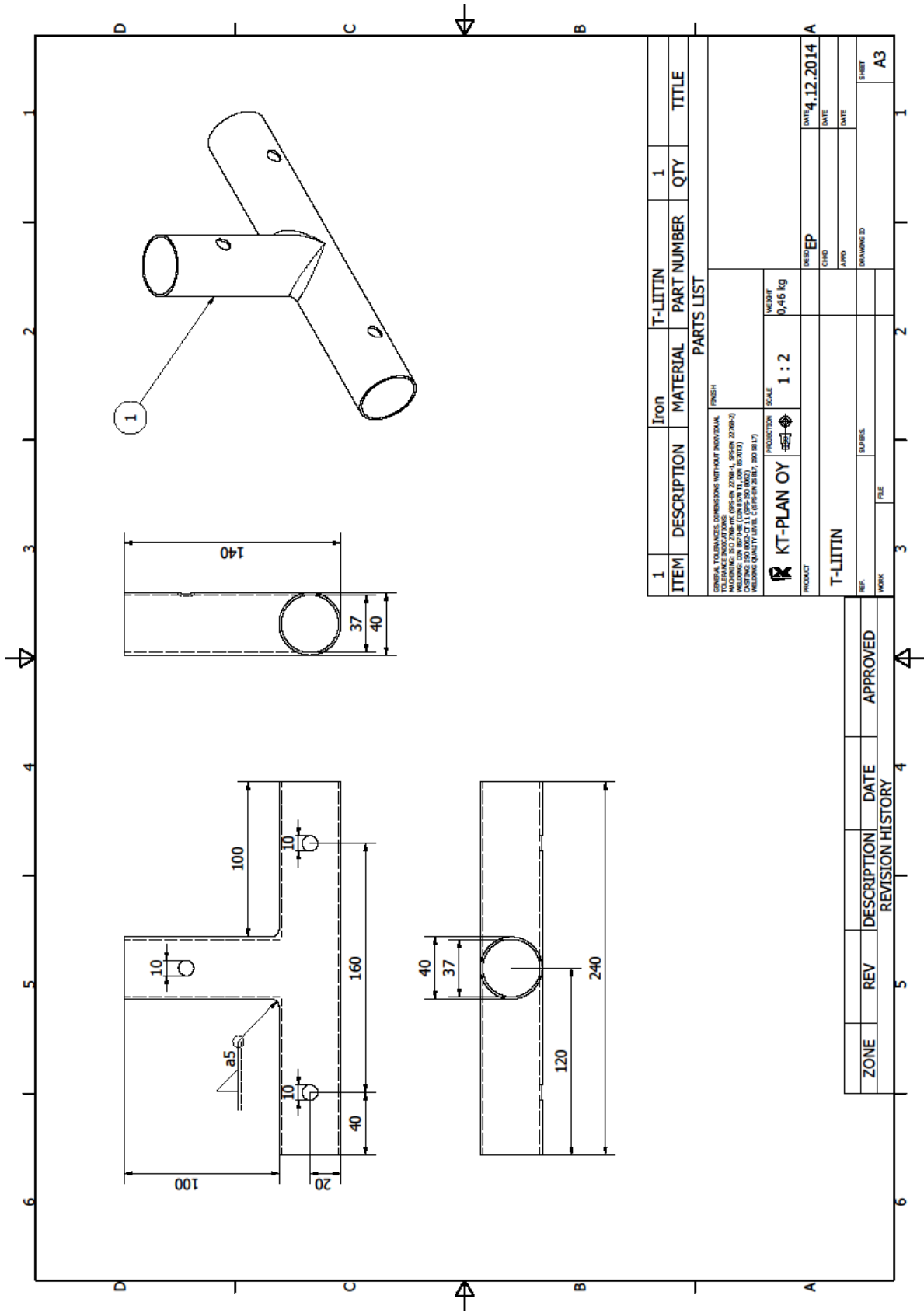


ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	ALA KULMALIITIN	PART NUMBER	QTY	TITLE
1		Iron			1	

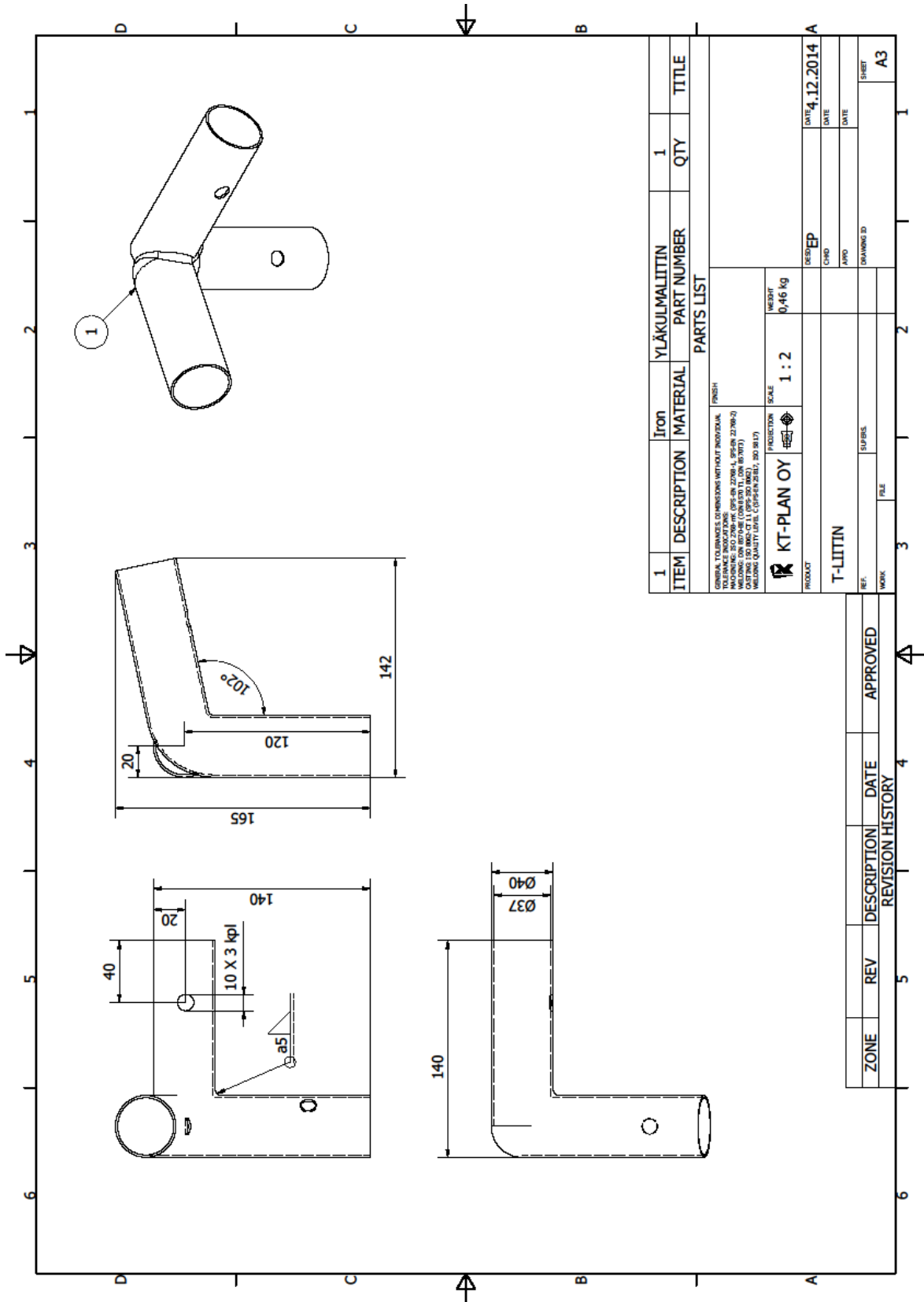
PARTS LIST	
GENERAL TOLERANCES DIMENSIONS WITHOUT INDIVIDUAL TOLERANCE INDICATIONS	FINISH
MACHINING: ISO 2768-MS (PRE-EN 2768-11, SPINEN 22788-2)	
CASTING: ISO 18000-CT 11 (PRE-EN 18000-11)	
WELDING: ISO 18000-CT 11 (PRE-EN 18000-11)	
WELDING QUALITY LEVEL C (PRE-EN 28511, ISO 9817)	
PRODUCT	KT-PLAN OY
SCALE	1 : 2
WEIGHT	0,45 kg
DESIGNER	EP
CHECKED	
APPROVED	
DRAWING ID	
DATE	27.11.2014
SHEET	A3

ZONE	REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
REVISION HISTORY				

Liite 12. T-liitin



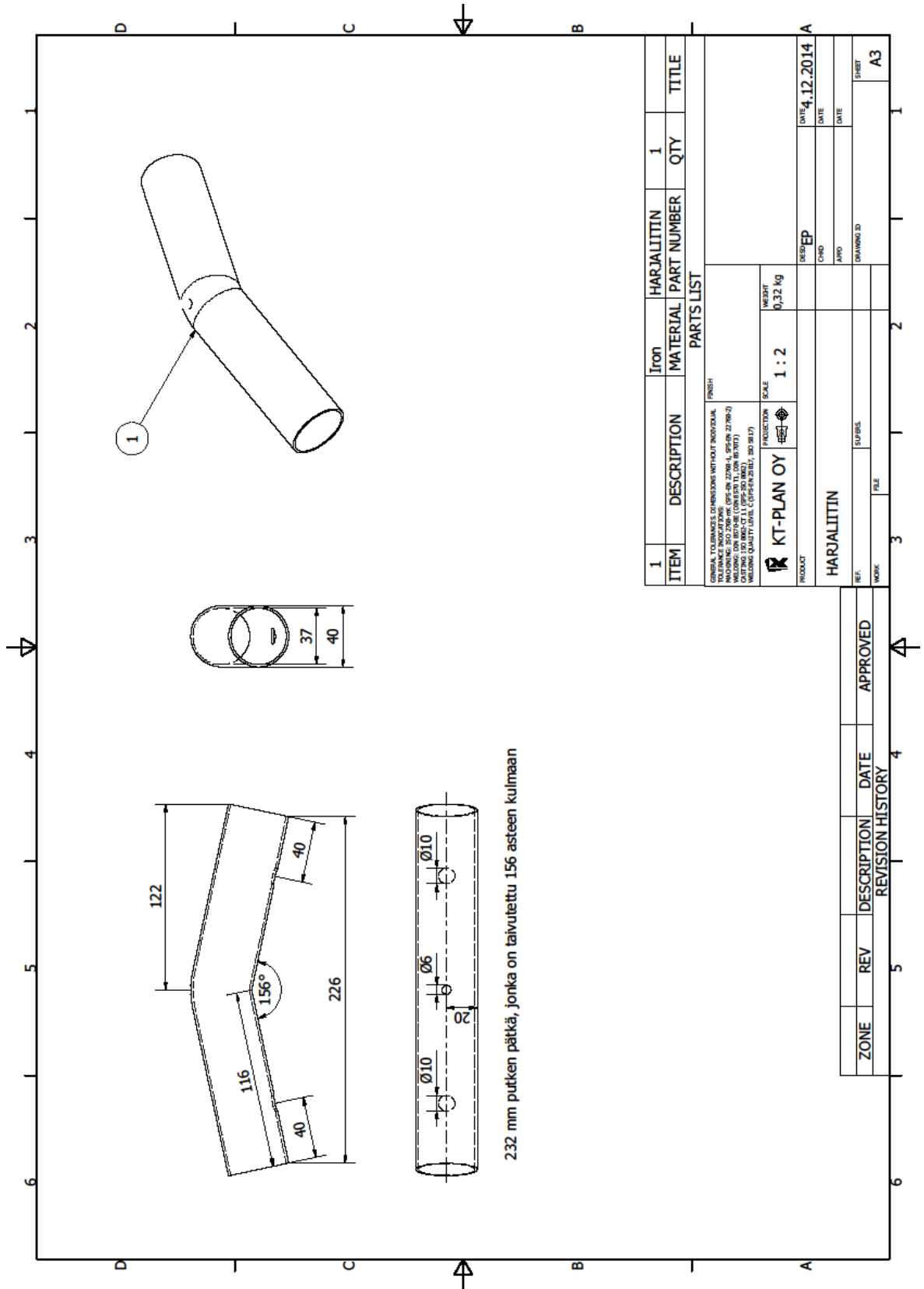
Liite 13. Yläkulmalaitin



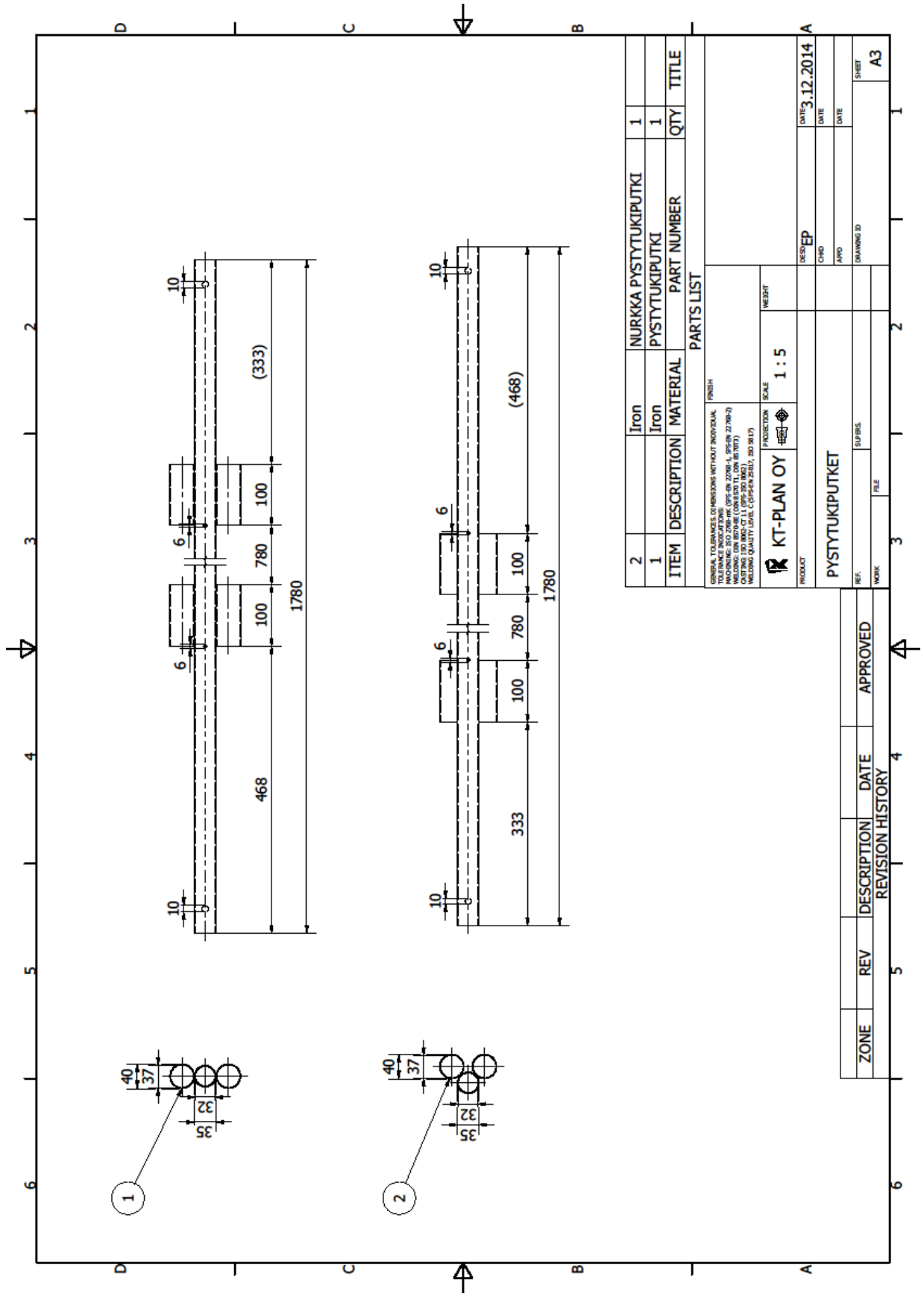
ITEM	DESCRIPTION	Iron	Yläkulmalaitin	1	QTY	TITLE
PARTS LIST						
<small>GENERAL TOLERANCES DIMENSIONS WITHOUT INDIVIDUAL FINISH DIMENSIONS IN MILLIMETERS (UNLESS OTHERWISE SPECIFIED) MACHINING 20-7000 HK (DIN EN 22769-1, SP5 EN 22769-2) WELDING 20-7000 HK (DIN EN 22769-1, SP5 EN 22769-2) SURFACE FINISH 12.5 (DIN EN 10063) WELDING QUALITY LEVEL C (DIN EN 28757, 2003:2017)</small>						
PRODUCT		KT-PLAN OY	PROJECTION	SCALE	WEIGHT	
			1:2		0,46 kg	
REF. WORK		T-LIITIN	DESIGNER	DATE	4.12.2014	
			CHKD	DATE		
			APPD	DATE		
			DRAWING ID	A3		

ZONE	REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
REVISION HISTORY				

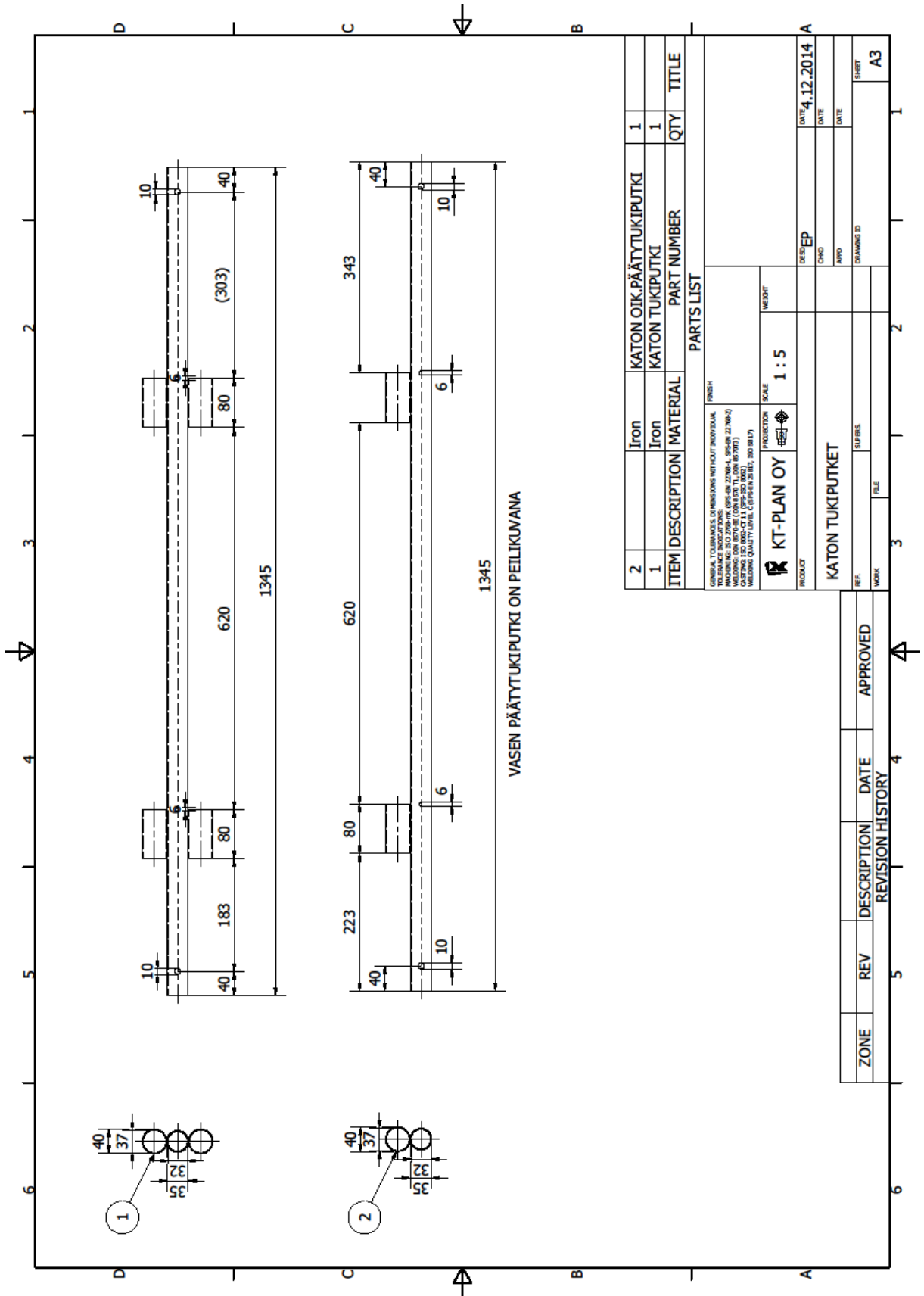
Liite 14. Harjaliitin



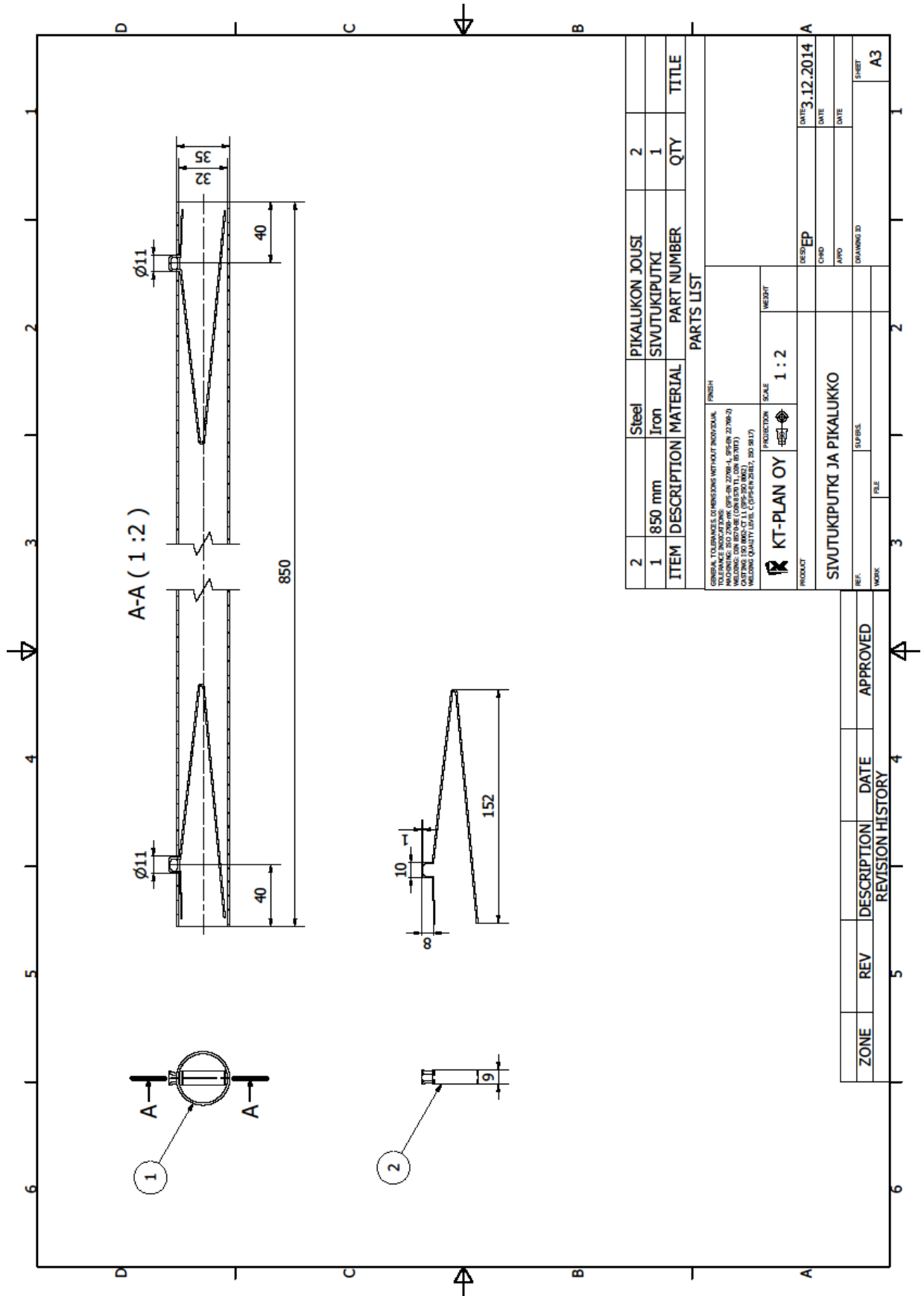
Liite 15. Pystytukiputket



Liite 16. Katon tukiputket



Liite 17. Sivutukiputki ja pikalukko



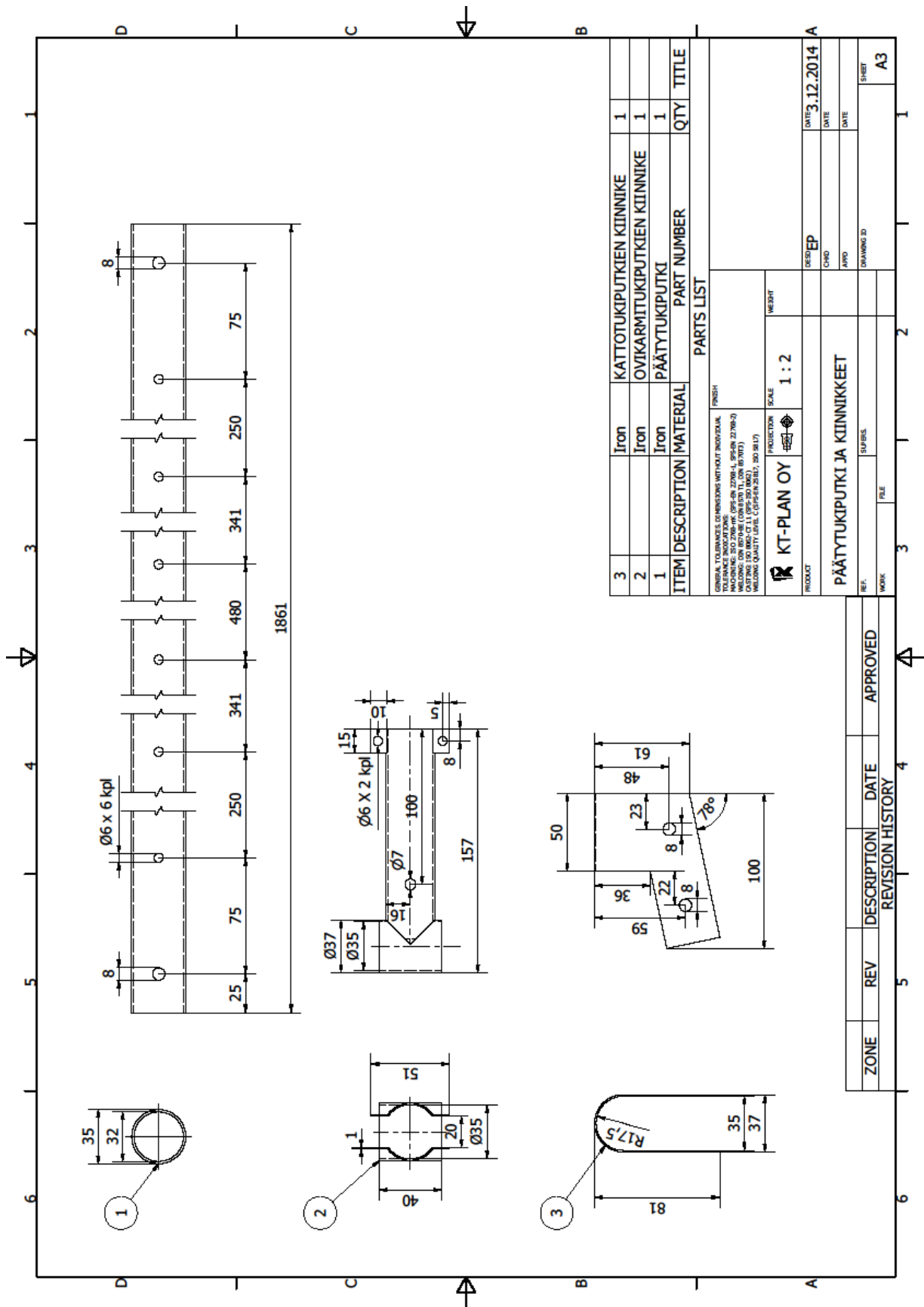
ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	PART NUMBER	QTY	TITLE
2		Steel	PIKALUKON JOUSI	2	
1	850 mm	Iron	SIVUTUKIPUTKI	1	

PARTS LIST

GENERAL TOLERANCES DIMENSIONS WITHOUT INDICATION		FINISH
TOLERANCE INDICATIONS:		
MACHINING ISO 2768-MS (GPS OR Z1200-1, GPS OR Z1200-2)		
CASTING ISO 1800-CT 1 (GPS-300 M00)		
WELDING ISO 5800-CT 1 (GPS-300 M00)		
WELDING QUALITY LEVEL: C (SPHEN 2512), 300 (B17)		
KT-PLAN OY	PROJECTION	SCALE
		1 : 2
PRODUCT	DESIGNER	DATE
SIVUTUKIPUTKI JA PIKALUKKO	EP	3.12.2014
REF.	CHKD	DATE
WORK	APRD	DATE
FILE	DRAWING ID	SHEET
		A3

ZONE	REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
REVISION HISTORY				

Liite 18. Päättykuputki ja kiinnikkeet



ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	PART NUMBER	QTY	TITLE
3		Iron	KATTOTUKIPUTKIEN KIINNIKE	1	
2		Iron	OVIKARMIKUPUTKIEN KIINNIKE	1	
1		Iron	PÄÄTTYKUPUTKI	1	

PARTS LIST	
GENERAL TOLERANCES DIMENSIONS WITHOUT INDICATION: FINISH	
TOLERANCE INDICATIONS: ØS1-ØS4 2200/4, ØS5-ØS7 22700/5	
WELDING: ON 8070/8E (ON 8070 T1, ON 8070T)	
WELDING QUALITY: J441 (SPP-50 2017; 350 8817)	
PRODUCT	KT-PLAN OY
PROJECTION	SCALE 1 : 2
WEIGHT	
DESIGNED BY	DATE 3.12.2014
CHECKED BY	DATE
APPROVED BY	DATE
DRAWING ID	SHEET A3

ZONE	REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
REVISION HISTORY				

Liite 19. Kulmalistat ja katon päädyt

