



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# 3D-MALLINTAMISEN KÄYT- TÖÖNOTTO INVESTOIN- TIEN SUUNNITTELUSSA

TE-

KIJÄ:

Niilo Kinnunen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Niilo Kinnunen	
Työn nimi 3D mallintamisen käyttöönotto investointien suunnittelussa	
Päiväys	20.4.2017
Sivumäärä/Liitteet	51/3
Ohjaaja(t) Projekti-insinööri Arto Urpilainen, yliopettaja Veli-Matti Tolppi	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) MetsäWood Punkaharjun tehtaas / tuotantopäällikkö Mika Heikkonen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli ottaa käyttöön investointien suunnitteluun Autodesk® Inventor™ Pro 2017 -suunnitteluohjelmisto MetsäWoodin Punkaharjun tehtailla. Työ rajattiin koskemaan Punkaharjun koivuvaneritehtaan automaattiladontalinjan investointia. Ohjelmalla pyrittiin tuottamaan 3D-malli investoinnin kohteesta ja siihen liittyvästä tuotantotilasta osaksi visualisoinnin prosessia, jonka tarkoitus oli luoda konkreettinen kuva investoinnin vaikutuksista työympäristöön. Visualisoinnin prosessilla pyrittiin antamaan projektiin osallistuville henkilöille mahdollisuus vaikuttaa tulevaan työympäristöönsä ja sen viihtyvyyteen. Ohjelmalla oli lopuksi tarkoitus tuottaa investointiin liittyviä työkuvia.</p> <p>Tämä opinnäytetyö aloitettiin ottamalla käyttöön Autodesk® Inventor™ Pro 2017 -ohjelmisto. Siihen luotiin piirustus- ja mallinnuspohjat jotka vastasivat yrityksen tarpeita. Ohjelmaan laadittiin uusia kirjastoja investoinnin vaatimien putkistojen mallintamiseksi konfigurointia hyväksi käyttäen.</p> <p>Ohjelman avulla luotiin 3D-malli Punkaharjun koivuvaneritehtaan tuotantotilasta ja konelinjoista niiltä osin, kun ne vaikuttivat investoinnin kohteeseen ja sen välittömään työympäristöön. 3D-mallia käytettiin visualisoinnin prosessissa konkretisoimaan tuleva työympäristö. Tässä prosessissa konelinjan käyttäjät ja kunnossapidon henkilöstö pääsivät vaikuttamaan tulevaan työympäristöönsä ja sen viihtyvyyteen. Investoinnin projektialaveria käytettiin osana visualisoinnin prosessin katselmusta. 3D-mallin pohjalta laadittiin suunnitelmat niistä toimenpiteistä, jotka vaaditaan konelinjan toteutuksen yhteydessä. Ohjelmalla laadittiin 3D-mallien pohjalta myös työkuvat konelinjan vaatimista prosessiputkistoista, ilmanvaihtokanavista sekä paineilma- ja vesiputkistoista.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena Autodesk® Inventor™ Pro -2017 ohjelmisto otettiin käyttöön ja vastaamaan yrityksen vaatimuksia. Ohjelmalla saatiin luotua visualisoinnin prosessia hyvin tukeva 3D-malli automaattiladontalinjasta ja sen ympäristöstä. 3D-malli auttoi konelinjan käyttäjiä ja kunnossapidon henkilöstöä ymmärtämään paremmin konelinjaa ja sen vaikutuksia työympäristöön. 3D-mallin avulla päästiin tarkastelemaan näkymä-alueita konelinjan eri kanteilta ja saatiin käsitystä kameravalvonnan tarpeellisuudesta konelinjan valvomiseksi. Luodut 3D-mallit ja niiden vaikutus toisiinsa toi esiin ne tarvittavat muutokset, jotka vaativat toimenpiteitä ennen konelinjan toteutusta. 3D-mallista saatiin konelinjan toiminnassa tarvittavien putkistojen työkuvat, joiden perusteella voidaan pyytää tarjoukset putkistoista.</p>	
Avainsanat 3D mallintaminen, investointi, suunnittelu	
Julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Mr. Niilo Kinnunen			
Title of Thesis Introduction of 3D Modelling for Planning Investments			
Date	April 20, 2017	Pages/Appendices	51/3
Supervisor(s) Mr. Arto Urpilainen, Project Engineer     Mr. Veli-Matti Tolppi, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners MetsäWood Punkaharju birch plywood mill / Mr. Mika Heikkonen, Production Manager			
<p><b>Abstract</b></p> <p>The aim of this final project was to introduce Autodesk® Inventor™ Pro 2017 design software in MetsäWood Punkaharju mills for planning investments. The project was limited to veneer layup line in the Punkaharju birch plywood mill. The aim was to produce a 3D model of the investment and the surrounding facility as part of the visualization process. The purpose was to produce a more concrete description of future working environment and to provide the participants (in the project) with a more accessible opportunity to contribute to the future work environment and job satisfaction. Finally, the aim was also to produce drawings of the investment.</p> <p>This study was started by introducing of Autodesk® Inventor™ Pro 2017 software. Then drawing and modeling templates were created that met the needs of the company. New libraries for modelling the required piping were created in the program by using configuration.</p> <p>A 3D model of the Punkaharju birch plywood mill facility and machine lines was created as far as they affected veneer layup line investment and its immediate environment. The 3D-model was used to substantiate the visualization process of the environment. In this process, the machine operators and maintenance personnel were able to influence the future working environment and its comfort. The investment project meeting was used as part of a visualization process review. At the same time, the plans for the measures required were made. Technical drawings of the process piping, ventilation ducts and compressed air and water piping required in the machine line were also drawn up.</p> <p>As a result of the project Autodesk® Inventor™ Pro 2017 software was implemented meeting the requirements. A 3D model that supports the visualization process was made. It helped the machine operators and maintenance personnel to understand machine line and its impact on working environment better. The 3D model enabled to consider the different view zones of the machine line and gave an idea of how necessary video control was. The created 3D models and their influence on each other brought up the necessary changes that require action prior to the implementation of the machine line. Design of the required pipelines in operation of the machine line was obtained in the 3D model. Based on these drawings, quotations for piping can be asked for.</p>			
Keywords 3D modelling, investment, planning			
Public			

## ESIPUHE

Tämän opinnäytetyön mahdollisti MetsäWood Punkaharjun tehtaas. Sain mahdollisuuden osallistua koivuvaneritehtaan automaattiladontalinjan investointiprojektin suunnitteluun investoinnin varmistumisesta lähtien. Investoinnin suunnittelussa mukana olo antoi arvokasta kokemusta siitä, miten investointiprojekti etenee ja mitä siinä on otettava huomioon. Samanaikaisesti kokemukset 3D-mallintamisen käyttöönotosta ja käyttämisestä karttuivat paljon.

Saamani palaute tuotantotilojen 3D-mallintamisesta ja visualisoinnin prosessista oli myönteistä. Mielestäni sain esitettyä tarpeellista lisätietoa siitä, mitä prosessissa haettiin. Myönteiset kokemukset ja palautteet kannustivat jatkamaan opinnäytetyötä siitäkin huolimatta, että kesken opinnäytetyön tuli ilmoitus kunnossapidon ulkoistamisesta Quantille. Tämä ilmoitus aiheutti tiettyä epävarmuutta opiskelun jälkeisistä tehtävistä ja opinnäytetyön jatkumisesta.

Haluan kiittää MetsäWoodin Punkaharjun koivuvaneritehtaan tuotantopäällikkö Mika Heikkosta ohjauksesta ja tuesta tässä opinnäytetyössä ja tehtaanjohtaja Ville Varista mahdollisuudesta tähän opinnäytetyöhön. Kiitos kuuluu myös ohjaajalleni Savonia-ammattikorkeakoulun projekti-insinööri Arto Urpilaiselle saamastani ohjauksesta tämän opinnäytetyön tekoon. Kiitän myös konelinjan toimittavaa Plytec Oy:n tuotepäällikkö Tomi Virolaista mahdollisuudesta käyttää automaattiladontalinjan 3D-mallia visualisoinnin prosessissa.

Haluan kiittää myös perhettäni saamastani tuesta opintojeni aikana ja tätä opinnäytetyötä tehdessäni. Kiitos kuuluu myös Keskinäiselle Eläkevakuutusyhtiö Ilmariselle, jonka ansiosta opiskeluni oli taloudellisesti mahdollista.

Savonlinnassa 20.4.2017

Niilo Kinnunen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
2	METSÄWOOD.....	8
2.1	MetsäWood yrityksenä .....	8
2.2	Punkaharjun tehtaiden historia.....	8
3	TIETOKONEAVUSTEINEN SUUNNITTELU .....	9
3.1	Terminologia .....	9
3.2	3D-mallinnuksen historia .....	10
3.3	Parametrinen piirremallinnus.....	11
3.4	Tiedostomuodot ja kuvakääntäjät.....	11
3.5	Ohjelmiston käyttöönoton esivalmistelut .....	11
4	TUOTANTOTILOJEN SUUNNITTELU INVESTOINNEISSA.....	13
4.1	Määräykset ja standardit .....	13
4.1.1	Määräykset .....	13
4.1.2	Standardit.....	14
4.2	Teollisten tilojen käytettävyys .....	15
4.2.1	Käytettävyyden määritelmä .....	15
4.2.2	Visuaalinen mallinnus .....	16
4.2.3	Teollisen tuotantotilan ja tuotannon visualisoinnin prosessi .....	17
4.2.4	Visualisoinnin hyöty ja kustannukset .....	17
4.2.5	Työympäristö ja olosuhteet .....	17
5	AUTODESK® INVENTOR™ 2017 PRO -OHJELMISTO .....	18
5.1	Ohjelmiston asennus ja aktivointi .....	18
5.2	Mallinnus- ja piirustus pohjien luonti.....	18
5.2.1	Piirustus pohja .....	19
5.2.2	iProperty-valikko .....	19
5.3	Materiaalikirjastot .....	20
5.4	Content Center (standardiosakirjasto).....	20
5.5	Osien konfigurointi ja lisääminen kirjastoon.....	22
5.6	Putkistojen reititystoiminto.....	23

5.7	Dokumenttien hallinta .....	23
6	VISUALISOINNIN PROSESSI.....	24
6.1	Sijoitusympäristön katselmus .....	24
6.2	Projektipalaveri.....	24
6.2.1	Automaattiladontalinjan esittely .....	24
6.2.2	Turvallistaminen.....	26
6.2.3	Näkymäalueet .....	26
6.3	3D-mallintaminen.....	27
6.3.1	Automaattiladontalinjan sijoitus .....	27
6.3.2	Muutostarpeet ympäröiviin konelinjoihin .....	28
6.3.3	Liimaputkistot .....	29
6.3.4	Tuloilmakanavat.....	29
6.3.5	Poistoilmakanavat .....	29
6.3.6	Paineilmaputkisto .....	30
6.3.7	Sprinkleriputkisto.....	30
6.3.8	Vesiputkistot.....	30
7	YHTEENVETO.....	31
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	32
	LIITE 1: AUTOMAATTILADONTALINJAN INVESTOINNIN PUTKISTOJEN TYÖKUVAT .....	33
	LIITE 2: PROJEKTIPALAVERI KUTSU JA MUISTIO.....	48
	LIITE 3: TEHTÄVÄLUETTELO .....	50

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehdään MetsäWoodin Punkaharjun tehtaille, jossa MetsäWoodilla on Kerto®- ja koivuvaneritehdas. Työ rajataan koskemaan koivuvaneritehtaalle toteutuvan automaattiladontalinjan investointia ja sen työympäristön yhteensovittamista. Työn tavoitteena on ottaa käyttöön AutoDesk® Inventor™ 2017 Pro -ohjelmisto ja käyttää sitä apuna investointien suunnittelussa hyödyntäen 3D-mallinnusta. Automaattiladontalinjan käytännön toteutusta ei tehdä tämän opinnäytetyön aikana.

3D-mallinnuksella visualisoidaan automaattiladontalinjan ympäristö ja pyritään näin tarjoamaan projektiin osallistuville henkilöille realistisempi kuva konelinjan vaikutuksista toimintaympäristöön. Samalla pyritään tarjoamaan koneenkäyttäjille ja kunnossapidon henkilöstölle mahdollisuus vaikuttaa työympäristöönsä. Tarkastelun kohteena ovat muun muassa kulkureitit, näkymäalueet, konelinjan käyttäjän toimintaympäristö ja kunnossapidon näkemys konelinjan toimivuudesta ja ylläpidosta.

Suunnitteluvaiheessa teollisuustilojen käytettävyys jää usein sivurooliin ja sitä harvoin otetaan huomioon. Kun suunnitelmissa otetaan tavoitteeksi tilojen käytettävyys, saadaan tuloksena tuottavampia, terveellisimpiä ja turvallisempia teollisuustiloja. Visualisoinnin tarkoituksena on tukea ihmisen omien sisäisten mallien muodostumista. Tähän tehtävään sopii hyvin visuaalisuutta tukeva 3D-mallinnus. (Työterveyslaitos, 2012)

Työn tuloksena on saada aikaan viihtyisämpi ja toimivampi työympäristö, vähemmän muutoksia suunnitelmiin investoinnin toteutuksen yhteydessä ja työkuvat konelinjan ja tuotantoprosessin vaatimista putkistoista.

## 2 METSÄWOOD

Työn tilaaja on MetsäWood Punkaharjun tehtaas ja ohjaajana tilaajan puolelta toimii koivuvaneritehtaan tuotantopäällikkö Mika Heikkinen. Opinnäytetyö liittyy koivuvaneritehtaan automaattiladontalinjan investointiprojektiin.

### 2.1 MetsäWood yrityksenä

MetsäWood on MetsäGroup-konsernin kokonaan omistama tytäryhtiö ja sen liikevaihto vuonna 2016 oli 4 658 M€. Henkilöstöä MetsäGroupin palveluksessa oli 9600 henkilöä. MetsäWoodin liike-vaihto vuonna 2016 oli 481,6 M€ ja henkilöstöä oli palveluksessa 2000. MetsäGroup konserniin kuuluu lisäksi MetsäFibre, MetsäBoard, MetsäTissue ja MetsäForest.

MetsäWoodilla on tuotantolaitoksia Suomessa seuraavasti:

- Kerto®-tehdas Lohjalla.
- Koivu- ja havuvaneritehdas Suolahdessa.
- Kerto®- ja koivuvaneritehdas Savonlinnan Punkaharjulla.

### 2.2 Punkaharjun tehtaiden historia

Punkaharjun tehtaiden historia ulottuu vuoteen 1962, kun Oy Faner Ab aloitti rakentamaan vaneritehdasta. Tuotanto käynnistyi vuonna 1964, jolloin tehtaan tuotantokapasiteetti oli 7 000 m<sup>3</sup>/vuosi. Vuonna 1965 Metsäliitto-osuuskunta osti Oy Faner Ab:n. Punkaharjun vaneritehtailla aloitettiin Kerto®-tuotanto vuonna 1975, kunnes tuotanto siirrettiin Lohjalle vuonna 1980.

Vuonna 1990 vaneritehdas siirtyi osaksi Metsäliitto-osuuskunnan täysin omistamaa FinnForest Oy:tä. Vaneritehtaan kolmannen laajennuksen jälkeen vuonna 1995, tuotantokapasiteetti nousi 70 000:een m<sup>3</sup>/vuosi.

Vuonna 2001 uusi Kerto®-tehdas aloitti tuotannon Punkaharjulla. Kerto®-tehtaan tuotantokapasiteetti oli valmistuttuaan 70 000 m<sup>3</sup>/vuosi. Vuonna 2002 FinnForest Oy:n osittain omistama Punkavoima Oy aloitti höyryntuotannon uudella kattilalaitoksella. Kerto®-tehtaan laajennus valmistui vuonna 2006, jolloin Kerto®-tehtaan tuotantokapasiteetti nousi 130 000:een m<sup>3</sup>/vuosi. Vuonna 2012 Punkaharjun tehtaista tuli osa MetsäWoodia. (MetsäWood, 2016)



### 3 TIETOKONEAVUSTEINEN SUUNNITTELU

Tietokoneavusteinen suunnittelu on syrjäyttänyt käsin piirtämisen käytännössä kokonaan monilla aloilla. Kolmiulotteiset suunnitteluohjelmat ovat mahdollistaneet erilaiset analyysit, simulaatiot ja visualisoinnit. Suunnitteluohjelmat liittyvät nykyään yhä enemmän suunnittelijan työhön. Samalla suunnittelutiedon hallinta on siirtynyt sähköiseen muotoon. Nykyisin monissa yrityksissä suunnittelutietoa hallitaan keskitetyillä tiedonhallintaohjelmistoilla. (Pere, 2012)

Parametrisella piirremallinnusjärjestelmällä eli 3D-CAD-ohjelmalla tarkoitetaan 3D-mallinnukseen soveltuvaa tietokoneavusteista suunnitteluohjelmisto, jossa kohde mallinnetaan kolmiulotteisen geometrian avulla. 3D-tuotemallia voidaan hyödyntää 2D-mallia paremmin. 3D-malli antaa mahdollisuuden analysoida eri kohteiden suhtautumista toisiinsa nähden esimerkiksi törmäysten välttämiseksi. (Hietikko, 2013)

#### 3.1 Terminologia

Tietokone avusteisessa suunnittelussa käytetään usein erilaisia lyhenteitä. Taulukossa 1 on esitetty tässä opinnäytetyössä esiintyviä lyhenteitä ja niiden selitykset.

TAULUKKO 1. Terminologia. (Pere, 2012)

CAD	Computer-Aided design	Tietokoneavusteinen suunnittelu
CAM	Computer-Aided Manufacturing	Tietokoneavusteinen valmistus
2D-CAD	-	Kaksiulotteinen mallinnus
3D-CAD	-	Kolmiulotteinen mallinnus
4D		Kolmiulotteinen malli + aikakäsite
BIM	Building Information Model	Rakennuksen tietomalli
PDM	Product Data Management	Tuotetiedon hallintajärjestelmä
DWG	AutoCad™ file format	-
DXF	Drawing Exchange Format	Formaatti piirustusten jakamiseen
STEP	Standard for the Exchange of Product Model Data	-
IGES	Initial Graphics Exchange Specification	-
BOM	Bill of material	Materiaali/osaluettelo

### 3.2 3D-mallinnuksen historia

Mekaniikkasuunnittelu tapahtui 1970-luvulla pääosin käsin piirtämällä piirustuskonttoreissa. Niitä hallitsivat kallistetut piirustuslaudat pitkine viivoittimineen. Pääsuunnittelijan hahmottelemasta kokoonpanosta haettiin tarvittavia mittoja koneeseen tulevien osien suunnittelmiseksi. (Hietikko, 2013)

Tietokoneita oli käytetty mallinnustehtäviin jo 1960-luvulta alkaen. Läpimurto tietokoneavusteisessa suunnittelussa tapahtui vasta 1980-luvulla, kun henkilökohtaiset tietokoneet yleistyivät. Auto-Cad on yksi yleisimmistä piirto-ohjelmista. Sen julkaisi 1982 perustettu Autodesk-niminen yritys. Yrityksen tavoitteena oli kehittää henkilökohtaisessa tietokoneessa toimiva CAD-ohjelmisto, joka olisi hinnaltaan 1 000 dollaria. Auto-Cad -ohjelmiston käyttö yleistyi 1990-luvulla ja se levisi myös mekaniikkasuunnittelijoiden käyttöön. Tyypillinen laitteen kokoonpano 1970- ja 1980-luvun vaihteessa oli 16-bittinen minitietokone, jossa oli 512 kilotavun keskusmuistia ja 20–300 megatavun kiintolevy. Järjestelmän arvo oli tuolloin noin 125 000 dollaria. (Hietikko, 2013)

Tietokone oli aluksi vain piirustusväline ja tuolloin CAD-lyhenne muodostui eri sanoista. Computer-Aided Drafting tarkoitti tietokoneavusteista piirtämistä ja CAD olikin alussa vain teknisten piirustusten piirtämistä tietokoneella. Kun piirrettyyn tuotteeseen piti tehdä muutoksia, jouduttiin piirustusta muuttamaan ja osittain piirtämään se uusiksi. Tietokoneella vanhan tiedon muuttaminen oli helpompaa, kun kumilla pyyhkimällä tai korjauslakalla piirustuslaudalla laaditusta piirustuksesta. (Pere, 2012)

Avions Marcel Dassault asetti vuonna 1977 tiimilleen tavoitteeksi kolmiulotteisen vuorovaihteisen ohjelmiston luomisen. Tästä sai alkunsa aidosti kolmiulotteinen ohjelmisto nimeltään CATIA (Computer-Aided Three-Dimensional Interactive Application). 1982 julkaistiin ensimmäinen versio CATIA-ohjelmasta. (Hietikko, 2013)

Parametric Technologya pidetään ensimmäisen parametrisen piirremallinnusohjelmiston isänä. Vuonna 1988 julkaistut Pro/Engineer -ohjelmistot toimivat aluksi UNIX-ympäristössä ja julkaistiin Windows alustalle vuonna 1995. Samana vuonna julkaistu SolidWorks-ohjelmisto ihastutti Windows-tyyppisellä helppokäyttöisellä käyttöliittymällä. (Hietikko, 2013)

Kun parametrinen piirremallinnus yleistyi CAD-ohjelmissa, sai CAD-lyhenne uuden merkityksen. Nykysin se tarkoittaa Computer-Aided Design eli tietokoneavusteinen suunnittelu. Samalla tulivat käyttöön termit 3D-CAD tai suomalaisittain 3D-mallinnus. (Pere, 2012)

### 3.3 Parametrinen piirremallinnus

Parametrinen piirremallinnus mahdollistaa kolmiulotteisen geometrian muutokset missä tahansa mallinnuksen vaiheessa. Samalla muutos päivittyy kaikkiin mallista tehtyihin piirustuksiin. Parametrisuus tarkoittaa käytännössä, että mallin mittoja muuttamalla geometria muuttuu vastaavasti. Tämä helpottaa muutosten tekemistä. 2D-mallissa tarvitaan usein geometrian uudelleen piirtäminen mitan muuttuessa. Piirremallinnus tarkoittaa vastaavasti sitä, kuinka malli rakennetaan erilaisia piirteitä yhdistelemällä. Piirteet muodostavat itse mallin ja tulevat näkyviin niin sanottuun piirrepuuhun. Piirrepuussa peräkkäin näkyviä piirteitä on myöhemmin helppo muuttaa tarpeen mukaan. Parametrinen piirremallinnus antaa mahdollisuuden relaatioihin mallin mittojen välille. Tällä tarkoitetaan joidenkin mallissa esiintyvien mittojen riippuvuutta toisistaan. Kun mitta A muuttuu, muuttuu mitta B ennalta määrättyllä tavalla. (Hietikko, 2013)

### 3.4 Tiedostomuodot ja kuvakääntäjät

Jokainen 3D-ohjelmisto tallentaa luodut mallit ja piirustukset omalla tiedostoformaattillaan. Useimmissa 3D-ohjelmissa on mukana kuvakääntäjä, joka mahdollistaa tiedoston tallentamisen yleisesti käytettyyn tiedostomuotoon. Tällaisia 3D-tiedostomuotoja ovat muun muassa STEP- ja IGES-formaatti. Lähes kaikista 3D-malleista tehdään lopuksi 2D-piirustukset tuotteen valmistamista varten. 2D-piirustusten yleisimmäksi tiedostomuodoksi on tullut Autodesk® yrityksen AutoCad™ -ohjelmistojen käyttämä DWG-formaatti. Lisäksi yleisesti käytetään DXF-formaattia työstökoneiden ohjaamiseen. (Tuhola & Viitanen, 2008)

### 3.5 Ohjelmiston käyttöönoton esivalmistelut

Kun ohjelmisto otetaan käyttöön, on syytä varmistua että projektin ja tuotetiedon hallintajärjestelmä on kunnossa. Tämä takaa tehokkaan työskentelyn mallinnusympäristössä. Jokaiselle asiakkaalle voidaan luoda omat standardit, kansionhallinta ja asiakaskohtaiset ohjeet järjestelmän sisälle. Useimpiin 3D-mallinnusohjelmiin on saatavana jonkinlainen PDM-järjestelmä (Product Data Management) tuotetiedon hallintaan, mutta käyttäjän tulee loppukädessä päättää sen käyttöönotosta. Useamman suunnittelijan yrityksessä PDM-järjestelmä on lähes välttämätön. (Tuhola & Viitanen, 2008)

Mallinnusympäristöä on lähes poikkeuksetta muokattava yrityksen tarpeita vastaavaksi. Yrityksessä käytettävät piirustuslomakkeet, standardit, komponenttikirjastot ja materiaalit on liitettävä osaksi järjestelmää. Tämä nopeuttaa varsinaista mallinnustyötä ja helpottaa osaluetteloiden luomista myöhemmässä vaiheessa.

Käyttäjän tulee laatia luettelo toimista, joita hänen on tehtävä ennen mallien luomista. Näin vältetään hankalalta myöhemmin tapahtuvalta muokkaamiselta. (Tuhola & Viitanen, 2008)

## 4 TUOTANTOTILOJEN SUUNNITTELU INVESTOINNEISSA

Uusien konelinjojen investoinneissa muuttuu toimintaympäristö monelta osin. Kulkureitit ja materiaalivirrat vaativat uuden reitityksen. (Työterveyslaitos, 2012). Lisäksi uusi konelinja tarvitsee yleensä energiaa toimiakseen. Tästä syystä tarvitaan paineilmalle, sähkökaapeleille, prosessiputkille ja mahdolliselle ilmanvaihdolle reitit, mitä kautta ne tuodaan konelinjalle. Huomioon on otettava myös työturvallisuus ja työympäristö. Monesti suunnitelmiin tulee suuriakin muutoksia varsinaisen toteutuksen aikana, kun suunnitelmien pohjana olevat kuvat ja mallit ovat vaillinaisia. (Kangasmäki, 2014)

### 4.1 Määräykset ja standardit

Tuotantotiloja, konelinjoja ja niiden ympäristöä koskevat erilaiset määräykset ja standardit. Huomioon otettavien viranomaismääräysten ja standardien laajuus vaihtelee huomattavasti investoinnin laajuuden mukaan. Kokonaan uuden tuotantolaitoksen rakentaminen vaatii useita selvityksiä ja lupia (Ympäristöministeriö, Rakennushanke, 2016), kun taas konelinjainvestointi vanhoihin tiloihin vaatii monesti pelkästään CE-merkinnän (SFS, Koneturvallisuuden standardit, 2015). Hankkeeseen ryhtyvän on tapauskohtaisesti selvitettävä kohteeseen liittyvät määräykset ja standardit (Ympäristöministeriö, Rakennushanke, 2016)

#### 4.1.1 Määräykset

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999, MRL) määritellään yleiset rakentamista koskevat edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä viranomaisvalvonta ja lupamenettelyt. Olennaiset tekniset vaatimukset koskevat rakenteiden lujuutta ja niiden vakautta, paloturvallisuutta, käyttöturvallisuutta, terveellisyyttä, esteettömyyttä, melua ja energiatehokkuutta. (Ympäristöministeriö, Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2016)

Lainsäädäntö asettaa vaatimuksia sähkölaitteiston haltijalle. Kun sähkölaitteistossa on 1000 voltin tai suurempia nimellisjännitteitä tai liitäntäteho on 1600kVA tai suurempi, on sähkölaitteiston haltijan asetettava käytön johtaja. (Tukes, Sähköturvallisuuslaki, 2016)

Painelaitteita ja niiden käyttöä valvoo Tukes. Laki määrittää yleiset vaatimukset painelaitteille ja vaatimukset valvovalle viranomaiselle. Lain pohjana on EU:n painelaitedirektiivi, jossa on määritelty painelaitteiden vaatimustenmukaisuus ja sen toteaminen. (Tukes, Painelaitelaki, 2016)

Työturvallisuutta säätelee työturvallisuuslaki. Lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita. Laki pyrkii ennaltaehkäisemään työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä johtuvia haittoja. Laki velvoittaa niin työnantajaa kuin työntekijää. (Työturvallisuuslaki, 2002)

#### 4.1.2 Standardit

Rakentamisen aihealueeseen kuuluu kaikkien rakentamista ja rakennusmateriaaleja säätelevien standardien lisäksi yhdyskuntarakentamista ja lasi- ja keramiikkateollisuutta koskevat standardit. Useimmat rakennustuotteet tarvitsevat CE-merkinnän. (SFS, Rakentaminen, 2017)

Eurokoodien tarkoituksena on korvata rakentamismääräyksiä. Ne ovat rakenteiden suunnittelustandardeja ja niitä täydennetään kansallisilla liitteillä. (SFS, Eurokoodit, 2017)

Kone-, tuotanto- ja materiaalitekniikkaa säätelevät lukuisat standardit. Laajan aihe-alueensa johdosta kuuluu niihin muun muassa seuraavat standardit:

- erilaiset koneet ja laitteet
- koneturvallisuus
- mekaaniset järjestelmät ja komponentit
- fluidijärjestelmät ja niiden komponentit
- putkistot ja niiden osat
- valmistustekniikka
- lento- ja avaruustekniikka
- materiaalitoiminnot
- kaivostoiminta ja mineraalit
- öljy- ja maakaasuteollisuus
- metallurgia
- lasi- ja keramiikkateollisuus
- kumi- ja muoviteollisuus
- sotatekniikka.

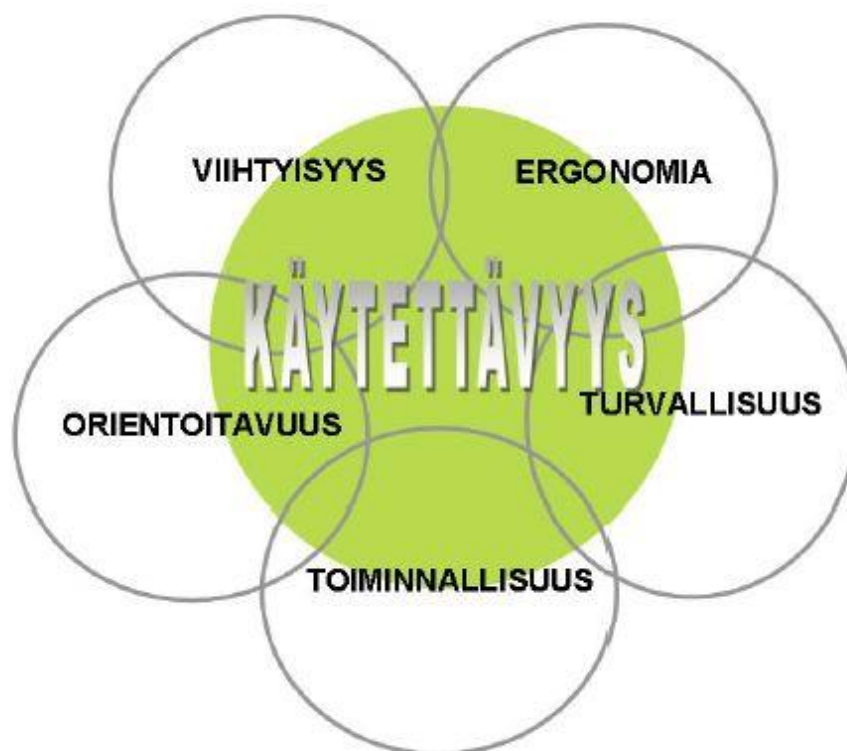
Nämä standardit tule huomioida toteutettaessa EU:n Konedirektiiviä 2006/42/EY, joka harmonisoi EU- ja ETA-alueella ensimmäistä kertaa käyttöönotettavien tai markkinoille saatettavien koneita koskevat säädökset. (SFS, Kone- tuotanto- ja materiaalitekniikka, 2017)

PSK-standardisointi on teollisuuden ja sitä palvelevien yritysten yhteinen standardien kehityksikkö. Se tuottaa käytännönläheisiä ja menetelmätyyppisiä työkaluja, jotka perustuvat eurooppalaisiin ja kansainvälisiin standardeihin. (PSK, 2017)

## 4.2 Teollisten tilojen käytettävyys

Teollisten tilojen käytettävyyttä arvioitaessa tulisi tunnistaa työympäristössä olevat hyvät käytänteet ja asiat, joiden avulla voidaan kehittää työolosuhteita. Käytettävyyden arvioinnissa korostuu tuotantokoneiston ja logistisen prosessin määrittelemä toimintaympäristö, jossa työntekijöiden työympäristö on tärkeä tekijä. Työympäristöön liittyvät tarpeet tulee selvittää, priorisoida ja huomioida suunnittelussa. Käyttäjät ovat oman työympäristönsä asiantuntijoita. Tästä syystä heidän toiveensa on otettava huomioon ja kerättävä niistä todelliset tarpeet. (Työterveyslaitos, 2012)

Teollisia tilojen käytettävyyttä voidaan arvioida viidestä osatekijästä muodostuvasta viitekehystä. Nämä osatekijät on esitetty kuvassa 1. (Työterveyslaitos, 2012)



KUVA 1. Käytettävyyden osatekijät (Työterveyslaitos, 2012)

### 4.2.1 Käytettävyyden määritelmä

ISO 9241–11 standardi on laaja, kehitteillä oleva standardikokoelma. Se on alun perin kohdistettu melko suppealle alueelle (toimistotyön näyttölaitteiden ergonomiavaatimukset), mutta pitää sisällään käytettävyyteen hyvin yleistettävissä olevan ihmisen ja teknologian vaikutuksen. (Työterveyslaitos, 2012).

Standardin määritelmä käytettävyydelle on seuraava: ” Se vaikuttavuus, tehokkuus ja tyytyväisyys, jolla tietyt määritellyt käyttäjät saavuttavat määritellyt tavoitteet tietyssä ympäristössä” (ISO 9241-11, 1998). Vaikuttavuus, tehokkuus ja tyytyväisyys määritellään seuraavasti:

- Vaikuttavuudella tarkoitetaan, miten tarkoin ja täydellisesti käyttäjä saavuttaa tavoitteensa
- Tehokkuus tarkoittaa tavoitteiden saavuttamista suhteutettuna käytettyihin resursseihin
- Tyytyväisyydellä tarkoitetaan käyttäjän tyytyväisyyttä laitteen tai järjestelmän käyttöön, tyytyväisyyttä vuorovaikutuksen sujuvuuteen ja sen tulokseen.

(Työterveyslaitos, 2012)

#### 4.2.2 Visuaalinen mallinnus

Nykyisin visuaalisen mallinnuksen käyttö on yleistynyt. Mallinnusta käytetään yhdyskuntien, rakentamisen, tuotantojärjestelmien ja tuotteiden suunnittelussa. Visuaalisen mallintamisen avulla kohteesta saadaan todellisuutta vastaava kuva jo ennen toteuttamista. Rakennuksen tietomallilla (BIM, Building Information Model) saadaan kuva siitä, miltä rakennus näyttää sisä- ja ulkopuolelta. Samalla tavalla voidaan mallintaa tuotantojärjestelmä tai teollisuustila. Kun malliin lisätään mallinnettu ihminen, saadaan parempi kuva mittasuhteista.

(Työterveyslaitos, 2012)

Tuotantotilojen ja tuotantojärjestelmien mallinnuksessa käytetään yleensä 2D- tai 3D-mallia. Prosessikaaviot ja materiaalivirrat esitetään yleensä 2D-mallina, mutta siitä on usein hankala saada todellista kuvaa kohteesta. Tämä korostuu usein, jos henkilöllä ei ole suunnittelijan taustaa. (Työterveyslaitos, 2012)

Tyypillinen staattinen 3D-CAD-malli mahdollistaa uuden, visuaalisen tavan tilan tarkasteluun. Se antaa mahdollisuuden nähdä tilan riippuvuussuhteet ja auttaa löytämään tilan toimivuuteen liittyvät kriittiset tekijät. Dynaaminen eli 4D-malli lisää 3D-malliin aikakäsitteen, mikä luo mahdollisuuden toimintojen simulointiin suunnitellussa kohteessa. Aikakäsitteen lisääminen kuvaa enemmän tuotannon näkökulmaa kun tilaa itsessään. (Työterveyslaitos, 2012)



#### 4.2.3 Teollisen tuotantotilan ja tuotannon visualisoinnin prosessi

Teollisuuskohteen visualisointiprosessin tavoite on tukea suunnitteluprosessia niin, että lopullinen suunnitelma on mahdollisimman yhtenevä asetettujen tavoitteiden kanssa. Visualisointiprosessi voidaan jakaa esimerkiksi seuraavasti:

- Visuaalisen tilamallin laadinta
- Osallistuvan suunnittelun aloitusistunto
- Visuaalisen tilamallin täydentämisvaiheet ja erilaisten simulointien, laskelmien ja mittauksen tulosten lisääminen tilamalliin
- Osallistuvan suunnittelun jatkoistunnot ja katselmoinnit
- Hyväksymisistunto.

Yksityiskohtaisemmat tarkastelut voidaan kohdentaa tuotannon kriittisiin kohteisiin ja tulevaisuuden laajennusmahdollisuuksiin. Näitä ovat muun muassa monikäyttöisyys, työntekijän ja huoltohenkilöiden näkökulma. (Työterveyslaitos, 2012)

#### 4.2.4 Visualisoinnin hyöty ja kustannukset

Visualisoinnin avulla saadaan usein monimutkaiset suunnitelmat helpommin ymmärrettäviksi. Visualisointia voi hyödyntää teollisten tilojen, järjestelmien ja tuotteiden elinkaarien eri vaiheissa erilaisten käyttäjien tarpeisiin. Visualisoinnin kustannukset riippuvat paljon siitä, kuinka yksityiskohtainen malli on. Kun käytettävissä on kattavat 2D-CAD mallit on visualisointi suhteellisen nopeaa. Kustannuksia muodostavat silloin pääasiassa katselmointi ja kehitysisistunnot. (Työterveyslaitos, 2012)

#### 4.2.5 Työympäristö ja olosuhteet

Teollisten tilojen käytössä tulee ottaa huomioon työympäristöön ja työolosuhteisiin vaikuttavat tekijät koko niiden elinkaaren ajan. Huomioitavia seikkoja ovat esimerkiksi työturvallisuus, melu, ergonomia, kemikaalien käsittely, lämpöolosuhteet, säteily ja valaistus. Perustaso saavutetaan yleensä noudattamalla annettuja normeja, säädöksiä ja standardeja. (Työterveyslaitos, 2012)

Työviihtyvyyteen ja sitä kautta parempaan tuottavuuteen voidaan vaikuttaa merkittävästi työympäristöllä ja työolosuhteilla. Tällöin tarkasteltavaksi nousevat haittatekijöiden minimointi, esimerkiksi melu, valaistus, ilmanvaihto ja lämpötila. (Työterveyslaitos, 2012)

## 5 AUTODESK® INVENTOR™ 2017 PRO -OHJELMISTO

Käyttöön otettu AutoDesk® Inventor™ 2017 Pro (myöh. Inventor™) -ohjelmisto valikoitui MetsäGroup Oy:n lisenssien hankintapolitiikan pohjalta. Kyselyssä oli toinenkin 3D-mallin-  
nusohjelmia, mutta valituksi tullut ohjelmisto oli ainoa vaihtoehto lisenssien toimittajalla. Tästä syystä ohjelmien vertailua ei tarvinnut tehdä. Inventor™ on AutoDesk® Ltd:n valmis-  
tama ohjelmisto ja sillä on erittäin hyvä yhteensopivuus saman yrityksen AutoCad™ -ohjel-  
mistojen kanssa.

### 5.1 Ohjelmiston asennus ja aktivointi

Ohjelmisto asennettiin Metsä IT-tuen toimesta. Asennusohjelma vaatii pääkäyttäjän tun-  
nukset. Ohjelmaa asentaessa valittiin mukaan AutoCad kirjastot. Tämä valinta tuo muka-  
naan laajat materiaali- ja standardiosakirjastot. Lisenssi on tyypiltään stand alone (yhden  
käyttäjän), joten Vault™ -PDM-järjestelmää ei asennettu. Punkaharjun toimipisteessä ei  
ollut aikaisempia lisenssejä tai muita Inventor™ -ohjelmiston käyttäjiä.

Ohjelmistolisenssin oston yhteydessä myyjä toimitti lisenssin sarjanumeron. Ohjelmiston  
asennuksen jälkeen ohjelmalisenssi täytyi aktivoida syöttämällä lisenssin sarjanumero. Au-  
todesk® on luonut lisenssijärjestelmän, joka vaatii luomaan Autodesk-tilin, johon kyseisen  
lisenssin sarjanumero liitetään. Ohjelmiston loppukäyttäjän täytyy tehdä tämä toimenpide.  
On ehdottoman tärkeää toimia näin. Muussa tapauksessa lisenssi kirjautuu väärälle käyttä-  
jälle, eikä ohjelmistolisenssi aktivoidu oikein. Inventor™ -ohjelman aktivointiohje löytyy  
osoitteesta [https://knowledge.autodesk.com/customer-service/download-install/acti-  
vate/online-activation-registration](https://knowledge.autodesk.com/customer-service/download-install/activate/online-activation-registration).


### 5.2 Mallinnus- ja piirustusohjelmien luonti

Osien mallintamisen, kokoonpanoihin ja piirustusohjelmiksi valittiin ISO-standardin mukaiset  
millimetrimittoitusta käyttävät tiedostopohjat. Nämä nimettiin nimellä MetsäWood.tiedosto-  
pääte ja tallennettiin oletushakemistoihin. Piirustusohjelmat muokattiin sopivaksi yrityksen  
tarpeisiin ja vastaamaan suomalaista mallia. Otsikkotauluun lisättiin tarvittavat attribuutit,  
joita voi muokata jokaisen osan ja kokoonpanon iProperty-valikossa. AutoDesk®-yhtiön  
Inventor™ -ohjelmalle julkaisemat ohjeet piirustusohjelmien ja otsikkotaulun muokkaukseen  
on saatavilla osoitteesta [https://knowledge.autodesk.com/search-result /caas/CloudHelp/  
cloudhelp/2016/ENU/Inventor-Help/files/GUID-51D4B18C-64B6-46BF-BD05-  
A9F77DA70EF5-htm.html](https://knowledge.autodesk.com/search-result/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Inventor-Help/files/GUID-51D4B18C-64B6-46BF-BD05-A9F77DA70EF5-htm.html).

### 5.2.1 Piirustusohja

Piirustusohjan otsikkotaulu laadittiin sellaiseksi, että se antaa tarvittavia lisätietoja kappaleen tai kokoonpanon valmistamiseksi. Inventor™ -ohjelmaan sisältyvät otsikkotaulut eivät sellaisenaan vastanneet vaatimuksia. Inventor™ -ohjelman mukana tulleeseen ISO-standardin mukaiseen piirustusohjan otsikkotauluun lisättiin tarvittavat lokerot tekstikenttiä varten. Valmistuksen yleistoleranssille, valmistusmateriaalille ja sitä koskevalle standardille lisättiin tekstikentät otsikkotauluun. Lisäksi tarvittiin tekstikentät kappaleen pintakäsittelylle ja massalle.

Tärkeää informaatiota piirustuksesta tuovat revisionumero, piirustusohjan koko ja mittasuhte. Myös nämä tiedot saivat omat tekstikenttensä. Otsikkotaulussa esitetään myös symbolisesti, kuinka valmistettavan kappaleen eri projektiot on käännetty piirustusohjalla. Lopuksi muokattu piirustusohja tallennettiin oletusvalikkoon MetsäWood.idw -tiedostona. Piirustusohjaan luotu otsikkotaulu on kuvassa 2. Inventor™ -ohjelma käyttää samaa otsikkotaulua kaikenkokoisissa piirustusohjissa.

Yleistoleranssi SFS-EN 22768-1 m	Standardi SFS-EN 10025-1	Materiaali	Pintakäsittely Maalattu	Massa	A3
Piirtäjä FFPUNNKN	Tarkastanut	Hyväksynyt	Päiväys	Päiväys 11.2.2017	Mittasuhte A
		Malli			
		Mallinro1	Edition	Sheet 1 / 1	
3		2		1	

KUVA 2. Otsikkotaulu (Kinnunen 2017)

### 5.2.2 iProperty-valikko

iProperty-valikkossa syötettiin tiedot, jotka haluttiin näkyviin piirustusohjan otsikkotaulussa. Materiaalin ja kappaleen massan ohjelma toi automaattisesti silloin, kun ne oli määritetty mallinnettaessa. Valikkossa oli mahdollista syöttää myös paljon muita kappaleeseen liittyviä tietoja, jotka eivät näy otsikkotaulussa. Näitä olivat arvioidut valmistuskustannukset, projektitiedot ja varastointinumero. Näitä tietoja voidaan käyttää ohjelmassa kustannuslaskennassa ja projektien hallinnassa. Tätä mahdollisuutta ei käytetty tässä työssä.

Custom-välilehdellä voi luoda tarvitsemiaan attribuutteja, jotka voi linkittää piirustusohjan otsikkotauluun. Tähän otsikkotauluun tällä ominaisuudella tehtiin pintakäsittelyn, standardin ja yleistoleranssin attribuutit. Tarkempia ohjeita iProperty-valikon käytöstä löytyy osoitteesta <https://knowledge.autodesk.com/search-result/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/Inventor-Help/files/GUID-9ED64200-A0CA-4F27-A308-9BF7ADB22D06-hm.html>.

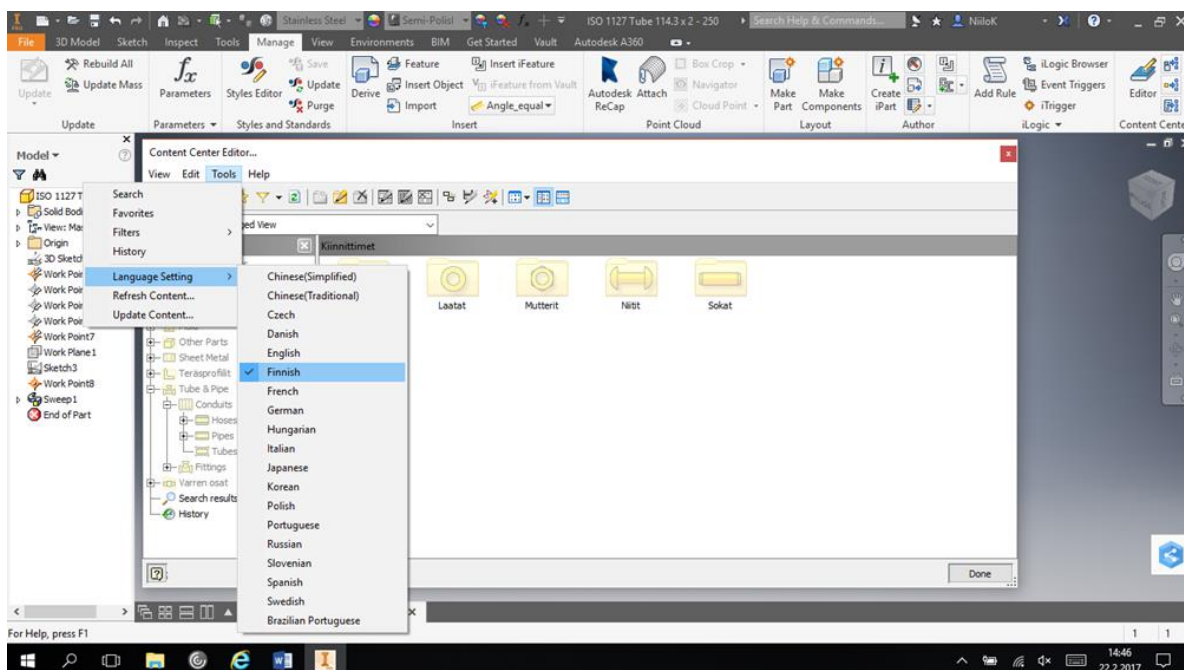
### 5.3 Materiaalikirjastot

Inventor™ -ohjelmassa on vakiona kaksi erillistä materiaalikirjastoa, jos ne on valittu asennuksen yhteydessä. Nämä ovat Inventor™ Material Library ja Autodesk® Material Library. Inventorin oma materiaalikirjasto on melko suppea verrattuna Autodeskin materiaalikirjastoon. Lisäksi oli mahdollista luoda oma materiaalikirjasto. Omaan materiaalikirjastoon luotiin yleisimmin käytetyt materiaalivaihtoehdot, kuten rakenneteräkset S355 tai S235. Muutama materiaali lisättiin kauppanimellä, kuten pyörötangot Ovako550 ja MOC410. Ohjelmassa oli mahdollisuus syöttää materiaalien lujuus- ja tiheystiedot lujuuden ja massan laskentaa varten. Myös materiaalin 3D-mallissa käyttämää väriä voi muuttaa. Lisää ohjeita materiaalikirjastojen käyttöön löytyy osoitteesta <https://knowledge.autodesk.com/search-result/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/Inventor-Help/files/GUID-B6C1C000-F215-4959-A39F-194C0070CC5A-hm.html>.

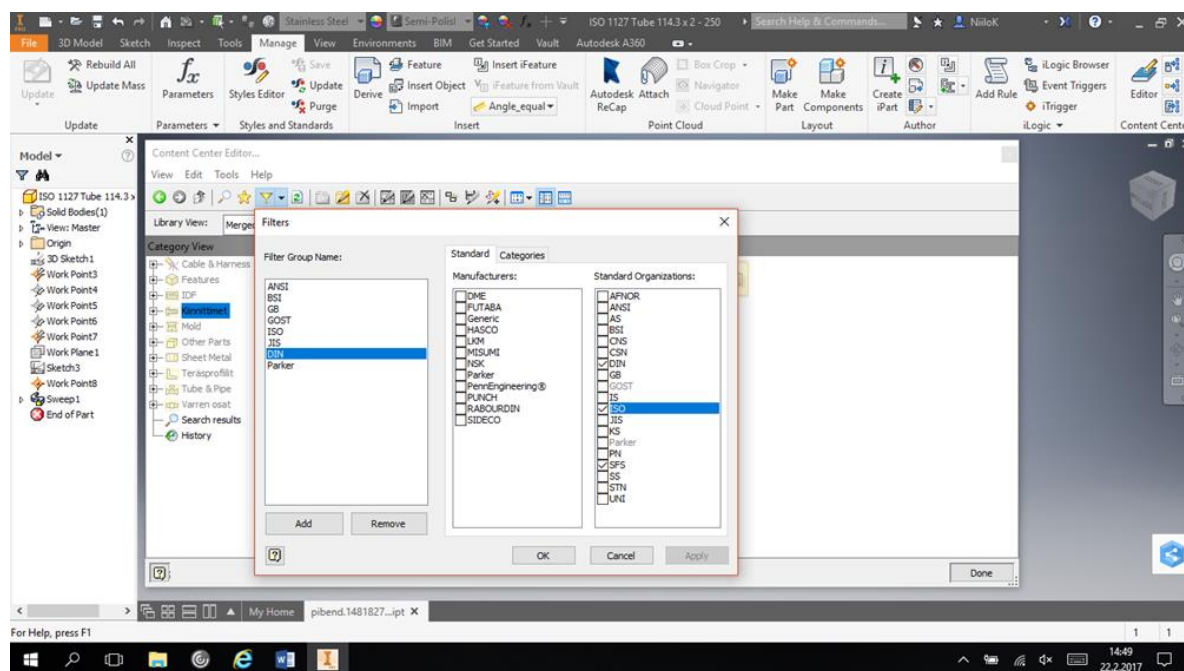
### 5.4 Content Center (standardiosakirjasto)

Inventor™ -ohjelman mukana tulee melko kattava kirjasto erilaisista standardiosista. Alkuperäistä kirjastoa ei voi muokata, mutta sen voi kopioida. Ohjelma antaa mahdollisuuden luoda omia osakirjastoja. Tällainen luotiin nimellä standardiosa. Tähän kirjastoon kopioitiin myös alkuperäinen kirjasto. Ensiksi manage-välilehdeltä valittiin Content Center Editor, josta voitiin asettaa suomenkielinen kirjasto. Content Center Editorin kielivalikko on esitetty kuvassa 3.

Ennen kopiointia asetettiin myös osakirjastoissa käytettävät standardit. Valittavana oli myös suomalainen SFS-standardi. Nämä kirjastot kopioitiin luotuun standardiosa kirjastoon. Standardivalikko on esitetty kuvassa 4. Niiltä osin, joilta aineisto on suomennettu, se näkyy BOM-tilukossa (Bill Of Material) suomenkielisin tekstein.



KUVA 3. Content Center Editor kielivalikko (Kinnunen 2017)



KUVA 4. Content Center Editor Standardivalikko (Kinnunen 2017)

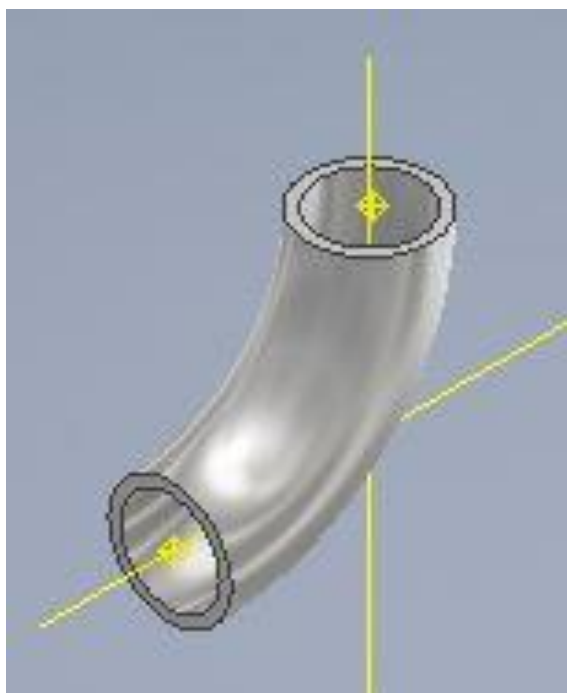
Ohjeet Content Center-kirjaston käytöstä löytyy osoitteessa <https://knowledge.autodesk.com/search-result/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Inventor-Help/files/GUID-F992E6DB-E7CE-4D75-9720-E40D643D32C1-htm.html>.

## 5.5 Osien konfigurointi ja lisääminen kirjastoon

Inventor™ -ohjelma käyttää konfigurointiin iPart-nimistä toimintoa. Tällä toiminnolla on mahdollista luoda mallinnetusta kappaleesta erilaisia variaatioita, tai muokata kirjastoissa olevia standardiosia. Kappaletta mallinnettaessa voidaan mitat nimetä uudelleen, kuten esimerkiksi ulkohalkaisija, pituus ja leveys. Näille mitoille syötetään arvot ohjelman omassa taulukossa tai Microsoft® Excel™ -ohjelmaa apuna käyttäen.

Manage-välilehden Author-valikon Tube & Pipe Authoring -toiminnolla määritettiin jo mallinnetuille putkiston osille työakselit ja liityntäpisteet. Näitä akseleita ja liityntäpisteitä käytettiin apuna osien liittämiseksi toisiinsa Inventor™-ohjelman reititystoiminnossa. Reititystoiminto oli nimetty ohjelmassa Tube & Pipe -toiminnoksi ja se toimii vain kokoonpanomallinnuspohjalla. Mallinnettu ja konfiguroitu osa liitettiin kirjastoon Manage-välilehden Content Center -valikon Publish Part -toiminnolla. Kuvassa 5 näkyy Inventor™ -ohjelmalla mallinnettu teräskäyrä ja sille määritetyt työakselit ja liityntäpisteet.

Näitä toimintoja käytettiin lisättäessä standardiosiin ruostumattomasta teräksestä valmistettuja standardin EN 10217-7 mukaisia putkia, standardin EN 10253-4 mukaisia putkikäyriä, standardin EN 1092-1 mukaisia hitsattavia putkikauluksia ja standardin EN 1092-1/tyyppi 2 mukaisia irtolaiippoja. Kirjastoon lisättiin myös liimansiirroissa käytetyille standardin DIN 8061 mukaisille PVC-U -putkille putkikaulukset ja laipat. Esimerkki teräskäyrän konfiguroinnista on kuvassa 6.



KUVA 5. Teräskäyrä DN15 (Kinnunen 2017)

1	Member<defaultRow>7</defaultRow><file	Part Number [Project]	r	OD	s1
2	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN10	EN10253-3 DN10	15 mm	17,2 mm	2 mm
3	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN15	EN10253-3 DN15	22,5 mm	21,3 mm	2 mm
4	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN20	EN10253-3 DN20	30 mm	26,9 mm	2 mm
5	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN25	EN10253-3 DN25	38 mm	33,7 mm	2 mm
6	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN32	EN10253-3 DN32	48 mm	42,4 mm	2 mm
7	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN40	EN10253-3 DN40	60 mm	48,3 mm	2 mm
8	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN50	EN10253-3 DN50	75 mm	60,3 mm	2 mm
9	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN65	EN10253-3 DN65	98 mm	76,1 mm	2 mm
10	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN80	EN10253-3 DN80	120 mm	88,9 mm	2 mm
11	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN100	EN10253-3 DN100	150 mm	114,3 mm	2 mm
12	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN125	EN10253-3 DN125	188 mm	139,7 mm	2 mm
13	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN150	EN10253-3 DN150	225 mm	168,3 mm	2 mm
14	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN200	EN10253-3 DN200	300 mm	219,1 mm	2 mm
15	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN250	EN10253-3 DN250	375 mm	273,0 mm	2 mm
16	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN300	EN10253-3 DN300	450 mm	323,9 mm	2,6 mm
17	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN350	EN10253-3 DN350	525 mm	355,6 mm	3 mm
18	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN400	EN10253-3 DN400	600 mm	406,4 mm	3 mm
19	Teräskäyrä EN 1.4307-4 tyyppi3D DN500	EN10253-3 DN500	750 mm	508,0 mm	4 mm

KUVA 6. Teräskäyrän konfigurointi (Kinnunen 2017)

Englanninkielisiä ohjeita iPart-toiminnosta ja osien lisäämisestä kirjastoon löytyy osoitteessa <https://knowledge.autodesk.com/search-result/caas/CloudHelp/cloudhelp/2014/ENU/Inventor/files/GUID-EE729AFF-C976-475A-A24A-CF61579D3483-htm.html>.

## 5.6 Putkistojen reititystoiminto

Putkistojen reititystoiminto (Tube & Pipe) mahdollistaa erilaisten putkistojen reitityksen suoraan kokoonpanoon. Inventor™-ohjelman käyttämä Tupe & Pipe -toiminto sisälsi itsessään laajat kirjastot erilaisille standardisoiduille putkille ja jopa hydrauliiikan letkuille ja liittimille. Ohjelma osasi lisätä automaattisesti sopivat 90 ja 45 asteen mutkat putkistoon.

## 5.7 Dokumenttien hallinta

Dokumenttien hallintaan päätettiin käyttää Microsoft® Excel™ -taulukkoa, kuten oli tehty tähänkin asti. Taulukosta tarkastettiin edellinen varattuna oleva piirustusnumero ja lisättiin taulukkoon uusi piirustusnumero. Excel™ -taulukko oli taltioitu samalle verkkolevylle, jolle myös lopulliset piirustukset ja mallit taltioitiin. 1 tai 2 hengen suunnittelupisteessä ei katsottu AutoDesk® Vault™ PDM -järjestelmää tarpeelliseksi. Tässä työssä tehdyt lopulliset piirustukset ja mallit tallennettiin verkkolevylle luotuun Vaneritehtaan automaattiladontalinja 2015 -kansioon.

## 6 VISUALISOINNIN PROSESSI

Vaneritehtaan automaattiladontalinjan investoinnille oli varattu tila jo olemassa olevasta tuotantotilasta. Automaattinen ladontalinja täytyi suunnitella vanhoihin tiloihin sopivaksi, koska uusiin tiloihin ei haluttu investoida. Tämä oli huomattavasti haastavampaa kuin jos tilat ja konelinja olisi suunniteltu kokonaisuutena.

Visualisoinnilla pyrittiin tuomaan helpommin ymmärrettävä lähestymistapa siitä, miten automaattiladontalinja vaikuttaa tuotantotiloihin ja sitä myötä työympäristöön. Tavoitteena tällä oli tarjota mahdollisuus vaikuttaa konelinjan käyttäjille ja kunnossapidon henkilöstölle omaan työympäristöönsä.

Visualisoinnin prosessissa tarkoitus oli löytää mahdolliset epäkohdat, jotka voisivat vaikuttaa työympäristön toimivuuteen ja viihtyvyyteen. Samalla pyrittiin löytämään ne muutostarpeet, jotka täytyy tehdä ennen konelinjan varsinaista asennusta. Prosessin päätteeksi tuotetusta 3D-mallista saatiin työpiirustukset putkistoista.

### 6.1 Sijoitusympäristön katselmus

Suunnittelun aluksi suoritettussa katselmuksessa havainnoitiin automaattisen ladontalinjan sijoitusympäristöä. Katselmuksessa kiinnitettiin huomiota sellaisiin asioihin, jotka tuli ottaa huomioon jo ennen, kun konelinjan asennus voidaan aloittaa. Tällaisia olivat lattiarakenteet, yläpuoliset rakenteet ja putkistojen alustava reititys. Samalla tarkastettiin CAD-ohjelmalla laaditun pohjapiirustuksen paikkansapitävyys ja mitattiin hallin korkeus kriittisiltä vaikuttavista paikoista.

### 6.2 Projektipalaveri

Automaattiladontalinjan projektista pidettiin 16.3.2017 palaveri, jossa konelinjan toimittaja esitteli linjan toimintaperiaatteen, turvallistamisen ja tarkasteltiin näkymäalueita 3D-mallin avulla. Palaverissa oli edustettuina henkilöstöä kaikista sidosryhmistä. Palaverikutsu ja muistio ovat liitteessä 2.

#### 6.2.1 Automaattiladontalinjan esittely

Konelinjan toimittavan Plytec Oy:n tuotepäällikkö Tomi Virolainen esitteli yrityksen valitse-  
mia ratkaisuja automaattiladontalinjan toteuttamiseksi. Konelinja muodostuu kuudesta vii-



lunsiyöttölaitteesta, kuljettimista, kamerasta, liiman levittimestä ja ladontapaikasta. Kahdelta ensimmäiseltä viilunsiyöttölaitteelta syötetään saumattu viilu ja kahdelta seuraavalta jatkettu viilu. Tämän jälkeen on alapuolen pintaviilun syöttölaite.

Näiden syöttölaitteiden jälkeen tulee kamerakuljetin ja sitä seuraava hylkykuljetin. Kamera-kuljettimella kulkeva viilu kuvataan yläpuolella sijaitsevalla kameralla. Jos kuvattu viilu osoittautuu huonolaatuiseksi, hylkykuljetin poistaa sen linjalta. Muussa tapauksessa viilu jatkaa matkaansa liiman levittimen läpi. Kuudes linjalla oleva viilunsiyöttölaite sijaitsee liiman levittimen jälkeen. Tästä syötetään ylempi pintaviilu.

Linjalle syötetyt viilut ladotaan ladontapaikalla tuoterakenteen vaatimassa järjestyksessä. Ladonnan tablettikuljetin saattaa viilun ladontanostolavalle, jossa koneen käyttäjä asettaa viilun ladontavasteita vasten. Kun ladontanostolavalle on ladottu riittävän korkea pino, poistetaan ladot kuljettimella.

Yksi palaverissa kysymyksiä aiheuttanut kohde oli konelinjan viilunsiyöttölaitteiden puhaltimien aiheuttaman pölyn poisto. Erilaisten puhaltimien tuottaman poistoilman suodattamisella on suuri merkitys työympäristöön leviävän pölyn poistamiseksi, etenkin alipaineeseen perustuvissa viilunsiyöttölaitteissa. Pölyn määrällä on suora vaikutus työympäristön viihtyvyyteen.

Erilaisten puhaltimien suuren määrän vuoksi suodatettavat ilmamäärät kasvoivat yli 40 m<sup>3</sup>/sekunti. Tällaisen ilmamäärän suodattaminen vaatisi 16 m pitkän ja 4 m korkean suodatinaseman, joka maksaisi noin 200 000 €. Konelinjan valmistajan oli ratkaisussaan toteuttanut kaksi imusyöttölaitetta aksiaalipuhaltimilla, joiden liittäminen yleisesti käytettyihin pussisuodattimiin olisi käytännössä mahdotonta huonosta vastapaineen sietokyvystä johtuen. Suodattimen hankinnasta päätettiin luopua ainakin tässä vaiheessa.

Lisäksi tarkasteltiin myös toimitukseen kuuluvien hoitotasojen paikat ja niissä käytetyt ratkaisut. Konelinjan toimittaja oli ratkaissut monessa kohteessa tasolta toiselle siirtymisen tikastyypisellä porraskorjauksella. Tätä ei pidetty käytettävyyden kannalta parhaana ratkaisuna. Konelinjan toimittaja lupasi harkita tikkaiden korvaamista rappusilla, jos käytettävissä oleva tila sen mahdollistaa.

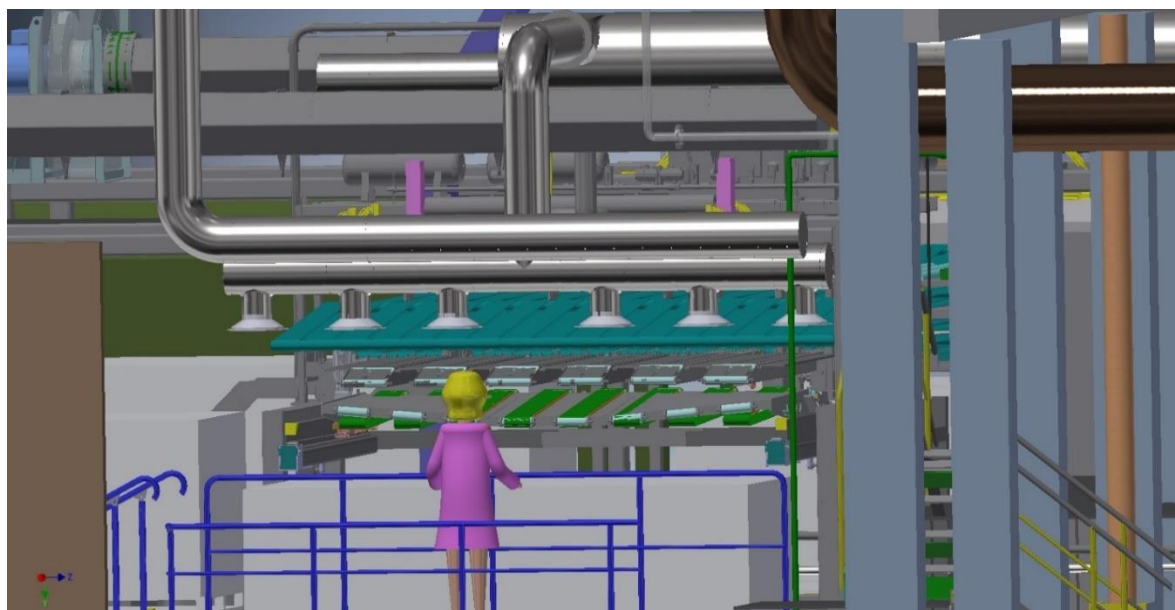
## 6.2.2 Turvallistaminen

Automaattiladontalinjan turvallistamisessa käytiin läpi konelinjan valmistajan esitys suoja-aidoista, valoverhoista ja turva-alueiden määrästä. Suurin ongelma liittyi kuormansiirtovau-  
nujen automaattiseen toimintaan. Valmistaja esitti suoja-aidan ja valoverhon yhdistelmää  
kyseisiin kohteisiin, mutta ongelmaksi muodostui kulkuväylien tukkeutuminen. Vaihtoeh-  
doiksi jäi kuormansiirtovau-  
nujen siirtäminen manuaalisesti operaattorin toimesta tai etsiä  
kohteeseen sopiva turvapuskureita tai turvaskannereita.

Palaverissa päädyttiin kolmeen erilliseen turvapiiriin. Tämä ratkaisu vastasi aikaisemmin  
käyttöön otetun automaattiladontalinjan ratkaisuja, joita pidettiin toimivina. Toiminnan kan-  
nalta katsottiin tarpeelliseksi lisätä ovia syöttölaitteiden suoja-aitaan puhtaana- ja kunnos-  
sapidon helpottamiseksi. Tämän lisäksi operaattorin työpisteelle ladoksen päälle esitettiin  
koneen pysäyttämiseksi valoverhon asentamista, jos ladoksen päälle nouseaan.

## 6.2.3 Näkymäalueet

Kohteesta laaditun mallin avulla päästiin tarkastelemaan näkymä-alueita automaattiladon-  
talinjan eri kulmilta. Operaattorin työpisteeltä ei käytännössä näe konelinjan ympäristöä  
ilman kameroita. Kameroita päätettiin asentaa konelinjan toiminnan ja sen ympäristön seu-  
raamiseksi. Kameroiden sijoituspaikat määritettäisiin konelinjan käyttöönottoaiheessa. Nä-  
kymä konelinjan käyttäjän työpisteeltä on kuvassa 7.

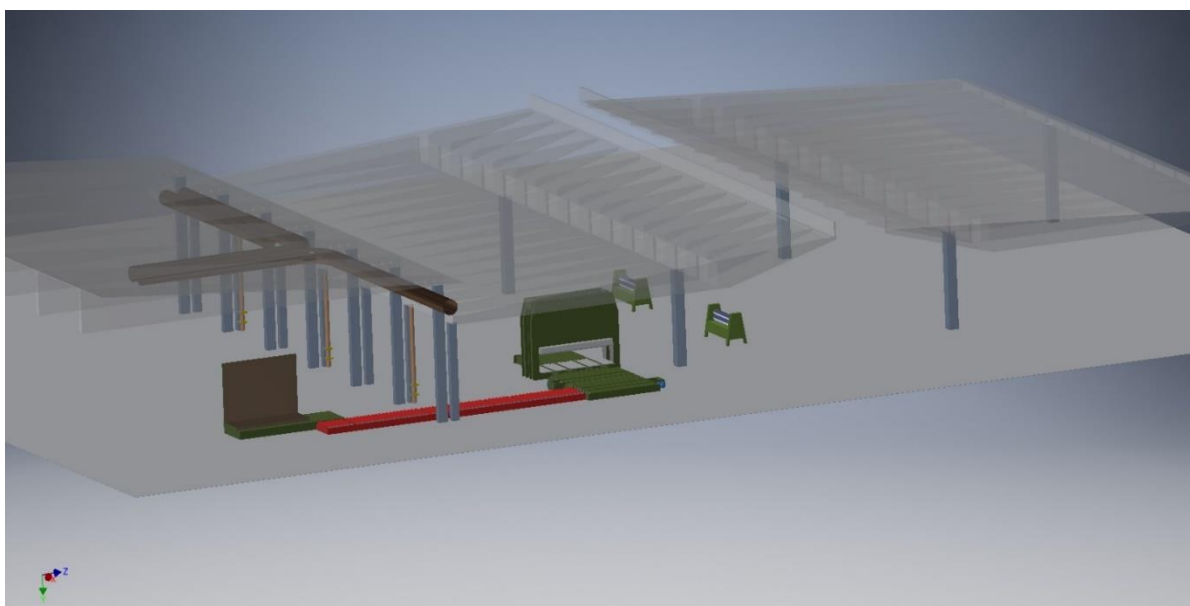


KUVA 7. Näkymä konelinjan käyttäjän työpisteeltä (Kinnunen 2017)

### 6.3 3D-mallintaminen

3D-mallintaminen tehtiin mallintamalla vaneritehtaan tuotantotilaa ja konelinjoja siltä osin, mihin automaattiladontalinjan investointi vaikutti. Rajaus oli pakko tehdä näin, koska varsinaista tuotantotilaa oli paljon enemmän ja konelinjoja kymmeniä. Tällä rajauksen ulkopuolelle jäävällä tilalla tai siellä sijaitsevilla konelinjoilla ei ole suoraa vaikutusta automaattiladontalinjan toimintaympäristöön.

Mallintaminen aloitettiin rakennuksen kantavista rakenteista, mallintamisalueelle jäävistä seinistä ja kattorakenteista. Tämän jälkeen malliin lisättiin sijoituspaikan ympäristössä olevat konelinjat, yläpuoliset rakenteet ja niissä kulkevat putkistot. Myös lattiassa olevat kaanalit ja viemärit tuli ottaa huomioon mallia laadittaessa. Mallinnuksen alussa luotu tuotantotilan malli on kuvassa 8. Kattorakenteiden näkymä on valittu läpikuultaviksi kuvan selkeyttämiseksi.



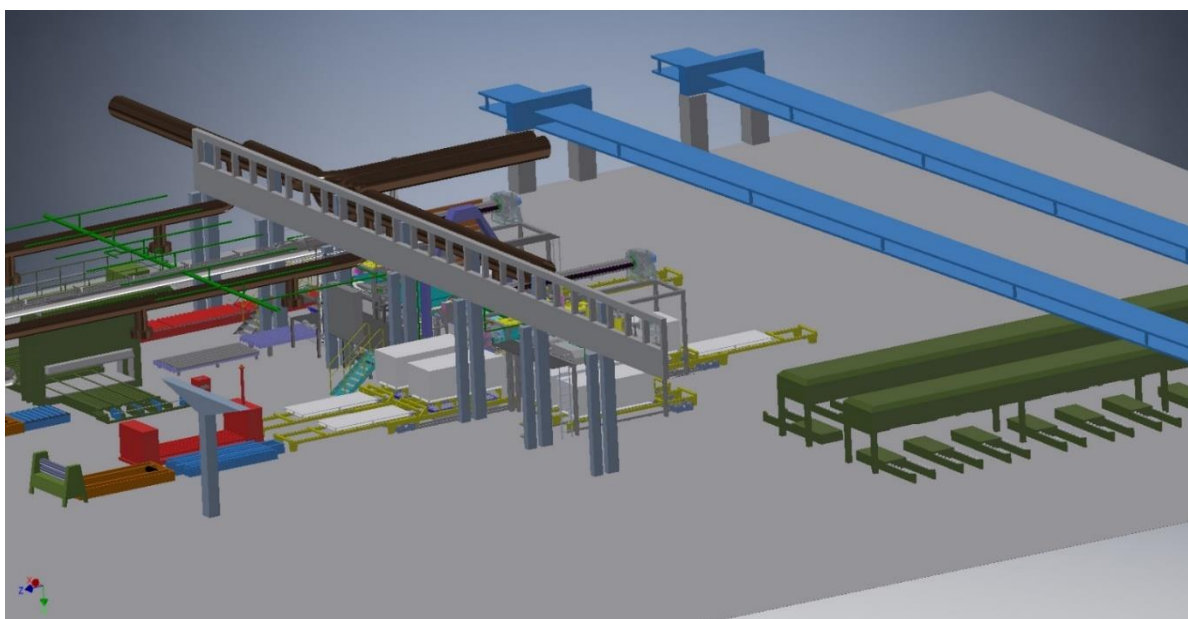
KUVA 8. Tuotantotilan runko (Kinnunen 2017)

#### 6.3.1 Automaattiladontalinjan sijoitus

Automaattiladontalinjan sijoitus käytettävissä olevaan tilaan osoittautui suhteellisen haastavaksi toimenpiteeksi. Käytettävissä oleva tila oli kahden eri aikakaudella rakennetun tuotantotilan rajapinnassa. Tästä syystä konelinjan vasemmalle reunalle jäävä suhteellisen tiheä kannatinpylväsriivi hankaloitti konelinjan sijoitusta. Konelinjan valmistaja joutui muuttamaan tekemiään suunnitelmia useita kertoja, jotta konelinja tulisi sopimaan kantavien rakenteiden väliin ja toisaalta käytettävissä olevaan tilaan.

Konelinjan vasemmassa reunassa lattiassa oleva vanha höyryputkien kanaali suunniteltiin täytettäväksi betonivalulla ennen konelinjan asennusta. Konelinjan oikealle reunalle jäävään kanaaliin suunniteltiin teräsallas, joka toimii pesuvesikaivona. Tästä kaivosta pumpataan pesuvesi liimakeittiön pesuvesisäiliöön. Lattia tarvitsee tasoittamista myös monesta muusta kohdasta.

Yläpuolisissa rakenteissa kulkevien ilmanvaihtokanavien arveltiin jäävän konelinjan eteen ja niiden siirtämiseen varauduttiin. Tuotantotilasta laadittuun 3D-malliin sijoitettu ladontalinjan 3D-malli kumosi tuon tarpeen. Tuotantotilaan sijoitettu automaattiladontalinja on keskellä kuvassa 9. Kuvasta on kattorakenteet piilotettu näkymän selkeyttämiseksi.



KUVA 9. Automaattiladontalinja sijoitettuna tuotantotilaan (Kinnunen 2017)

### 6.3.2 Muutostarpeet ympäröiviin konelinjoihin

Automaattiladontalinjan muotouduttua lopulliseen muotoonsa, havaittiin muutostarpeita ympäröiviin konelinjoihin. 4-liimatelan risteysasema jäi mallissa ladontalinjan kuormansiirtovaunun alle, joten se suunniteltiin siirrettäväksi lähemmäksi nostolavaa poistamalla vapaurullasto tästä välistä. Samalla täytyi suunnitella vihivaunun latauspisteelle rakentamisaikainen ja lopullinen sijoituspaikka. Myös Virtasen esipuristimen syöttökuljettimen käyttö suunniteltiin siirrettäväksi lähemmäksi kuljetinta. Tällä pyrittiin saamaan lisätilaa vihivaunun liikumiseen. Enwe-puristimen syöttöpään suojasermi oli myös tarpeeton ja päätettiin poistaa.

### 6.3.3 Liimaputkistot

Prosessin tarvitsemat liimaputkistot suunniteltiin valmistettavaksi DIN 8061 standardin mukaisesta PVC-U-muoviputkesta ja niihin kuului kolme erillisestä putkilinjaa. Putkistot suunniteltiin ripustettavaksi kattoon, koska ne piti saada laskevaksi liimakeittiölle päin. Putkisto suunniteltiin valmistettavaksi liimattavilla liitoksilla osien välillä. PVC-putki liimattavilla liitoksilla valittiin tähän kohteeseen sen yksinkertaisen valmistettavuuden takia. PVC-putkistojen valmistus ei vaadi hitsauslaitteistoa ja sen myötä erityisosaamista. PVC-putken keveys oli myös yksi valintaperuste.

Suunnittelun pohjana käytettiin kahden 5 metrin putken liittämistä yhteen kiinteästi muhvilla. Nämä kokonaisuudet yhdistetään toisiinsa laippaliitoksella. 10 metrin yhtämittaista putkea pidettiin käsittelyn kannalta vielä siedettävänä. Putkistojen suunnittelussa huomioitiin myös ne putkilinjan kohdat, jotka toteutetaan vasta asennuksen yhteydessä. Työkuvat putkistojen valmistamiseksi on liitteessä 1.

PVC-putkistolle suunniteltiin tiheä kannakointi roikkumisen ehkäisemiseksi. Putkiston ripustamiseksi kattoon suunniteltiin kourumaiset kannattimet. Tähän soveltui hyvin 60x60x5 kulmarauta. Kulmaraudat hitsataan kärjestään lattatankoon, josta ne ripustetaan kattokiinnikkeeseen. Kattokiinnikkeen kuormituksena suunnittelussa käytettiin 0,8 kN/kiinnike. Kannattimia tarvitaan 15 kappaletta ja kattokiinnittämiä 30 kappaletta. Työkuva kannattimien ja kattokiinnikkeiden valmistamiseksi on liitteessä 1.

### 6.3.4 Tuloilmakanavat

Tuloilma konelinjalle suunniteltiin toteutettavaksi haaroittamalla liitältä konelinjan yläpuolella kulkevasta tuloilmakanavasta. Konelinjan päällä kulkee kahdelta eri tuloilmakoneelta tulevat 900 mm ja 800 mm pääkanavat, joten tuloilma saanti on varmasti riittävä. Konelinjalle tuleva kanava suunniteltiin 315 mm kierresaumakanavalla. Kanavaan suunniteltiin myös säätöpelti ja tarvittava ilmanhajottaja. Hajottaja kohdistaa ilmavirran operaattorin takaa ladontapaikalle. Liitältä suunniteltiin lämmön talteenotolta tulevan tuloilmakoneen pääkanavaan. Työkuva lisättävästä tuloilmakanavasta ja liitännästä on liitteessä 1.

### 6.3.5 Poistoilmakanavat

Poistoilmakanava suunniteltiin jatkamalla 1-liimavalssin 630 mm poistoilmakanavaa automaattiladontalinjalle. Tästä kanavasta oli poistettu aiemmin kaksi 315 mm kanavalla liitettyä ollutta laitetta, joten poistoilmakoneessa oli vapaata kapasiteettia.

Automaattiladontalinjalla poistoilmakanavaan suunniteltiin haaroitus kahteen kohteeseen. Toinen poisto kohdistettiin liiman levityslaitteen yläpuolelle poistamaan liimauksessa syntyviä hiukkasia. Toinen haara kohdistettiin operaattori etupuolelle ladontapaikan päinvastaiseen reunaan poistamaan ladoksesta haihtuvia liima-aineen päästöjä. Tällä ilmanvaihtopisteiden sijoituksella pyritään vähentämään operaattorin altistusta liimasta haihtuville kemikaaleille. Jatkettavan poistoilmakanavan työkuva ja liitäntäpiste on liitteessä 1.

#### 6.3.6 Paineilmaputkisto

Konelinjan valmistaja ilmoitti paineilman liitäntätarpeeksi 2x DN15. Konelinjan sijoituspaikalle tuli valmiiksi DN25-putkilinja, joka oli riittävä. Tähän putkilinjaan suunniteltiin tarvittavat lisäykset paineilman kohdentamiseksi oikeisiin kohteisiin. Työkuva paineilmaputkiston muutoksista on liitteessä 1.

#### 6.3.7 Sprinkleriputkisto

Sprinkleriputkisto suunniteltiin haaroitettavaksi 2-hallin DN150-runkolinjasta porasatulalla. Konelinjalle haaroitettavaksi suunniteltiin kaksi DN65-lähtöä. Sprinklerien lopullinen suunnittelu onnistuu vasta sitten, kun konelinjaa ja hoitotasoja koskevat lopulliset ratkaisut ovat selvillä. Sprinklerilaitteiston suunnitelman tekemiseen vaaditaan Turvatekniikan keskuksen auktorisoima toimija.

#### 6.3.8 Vesiputkistot

Automaattiladontalinjalla tarvittava vesi liimalaitteiden pesemiseen suunniteltiin haaroitettavaksi konelinjan yläpuolella kulkevasta raakavesi- eli palovesilinjasta. Tämän lisäksi suunniteltiin erillinen puhtaan veden linja jatkettavaksi käsineiden pesupaikalta. Kuuma käyttövesi suunniteltiin putkitettavaksi samasta kohteesta. Työkuvat putkistoista ovat liitteessä 1.

## 7 YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli ottaa käyttöön 3D-mallinnus koivuvaneritehtaan automaattiladontalinjan investoinnin suunnittelussa. 3D-mallintamiseen otettiin käyttöön Autodesk® Inventor™ 2017 Pro -ohjelmisto, jolla tuotettua 3D-mallia käytettiin osana visualisoinnin prosessia. Visualisoinnin prosessissa tavoitteena oli antaa projektiin osallistuville konkreettinen kuva investoinnin aiheuttamista muutoksista ja samalla vaikutusmahdollisuus tulevaan työympäristöön.

Tämän työn tuloksena saatiin otettua käyttöön Autodesk® Inventor™ 2017 Pro -ohjelma ja luotua siihen tarvittavat perusasetukset yrityksen tarpeisiin. Käytössä tarvittavia kirjastoja saatiin lisättyä tarvittavilta osin. Kirjastojen laajentaminen on otettava huomioon kunkin suunnittelukohteen tarpeen mukaan.

Visualisoinnin prosessissa 3D-malli toi selville automaattiladontalinjan ympäristön suunnittelussa huomioon otettavista kohteista. Konelinjan käyttäjät ja kunnossapito saivat mahdollisuuden kertoa mielipiteensä ja toiveensa. Heidän toiveitaan pyrittiin ottamaan huomioon mahdollisuuksien mukaan. Näkymäalueiden tarkastelu toi heti esiin tarvittavan kameravalvonnan laajuuden, jotta koneen käyttäjä voi valvoa konelinjan toimintaa ja sen ympäristöä. Mallin avulla selvisivät myös ne toimenpiteet, jotka täytyy tehdä ennen konelinjan asennusta. Tehtävät on koottu liitteeseen 3.

3D-mallien pohjalta saatiin laadittua työkuvat putkistojen toteutusta varten. Tulo- ja poistopisteiden kohdennus helpottui ja prosessin tarvitsemien putkien reititys kiinnikkeen onnistui paremmin 3D-mallin avulla. Nämä työkuvat tarvitaan tarjouksia pyydettyä ja lopullisessa toteutuksessa.

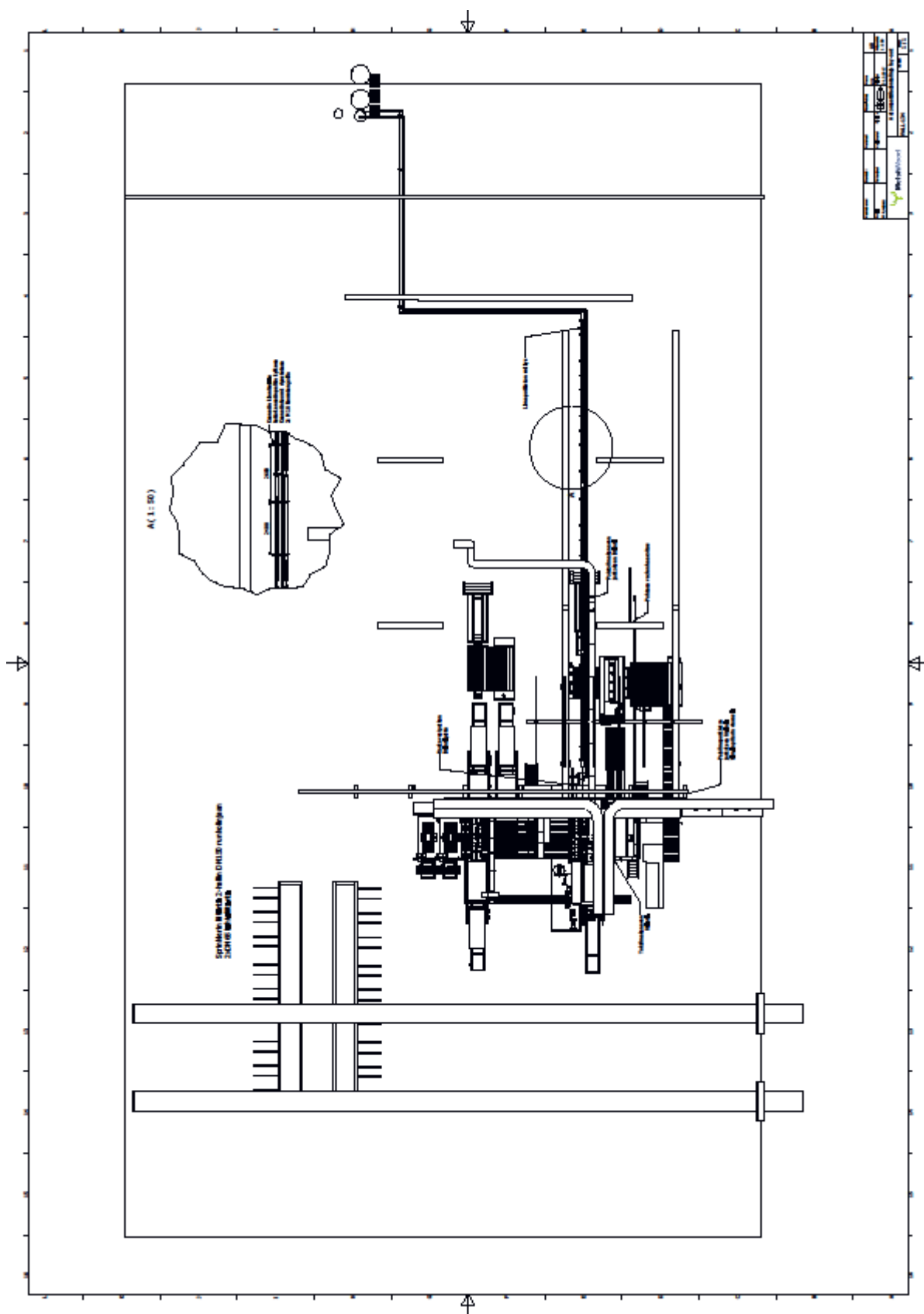
Visualisoinnin prosessi ja 3D-mallinnus investointien suunnittelussa on käyttökelpoinen työkalu. Koska sen avulla voi tarkastella kohdetta kaikista suunnista, antaa se kaikille projektiin osallistuville tasapuolisen mahdollisuuden osallistua projektin läpivientiin toisin kuin, jos olisi käytetty 2D-CAD-kuvia. Tästä työstä saatiin arvokasta kokemusta saman toimintatavan jatkamiseen tulevaisuudessa tapahtuvien investointien suunnittelussa.

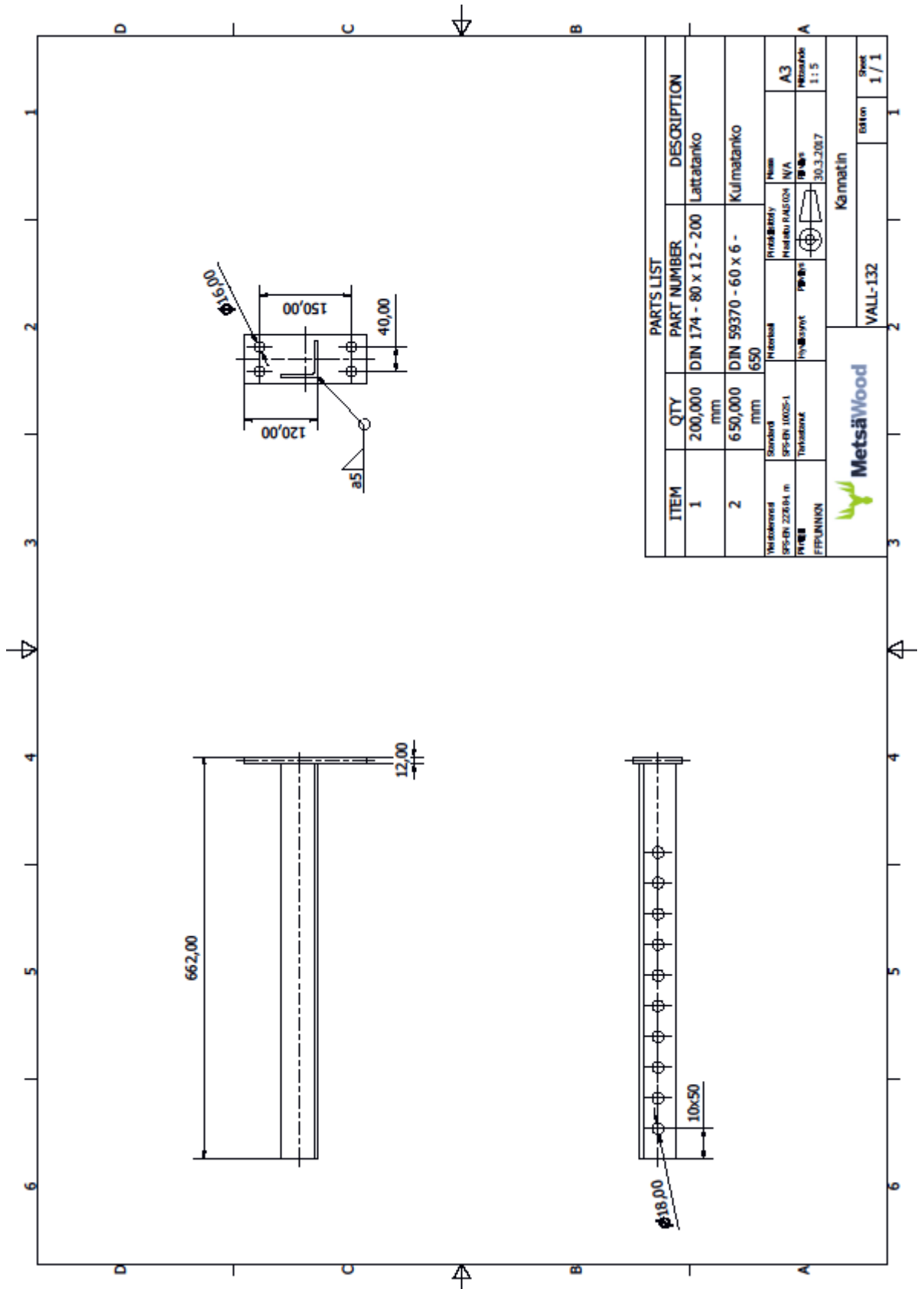
## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

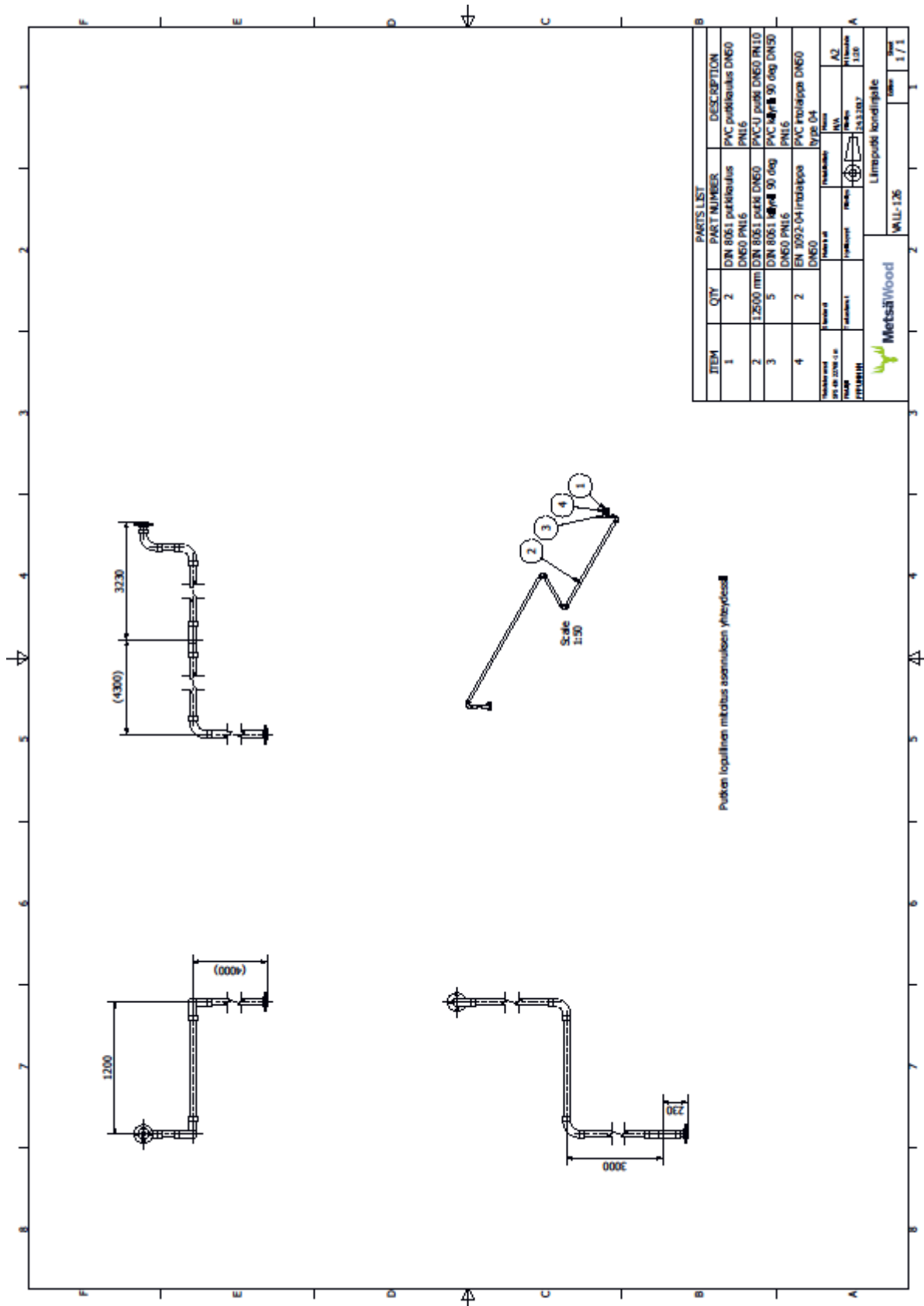
- Hietikko, E. (2013). *SolidWorks 2014*. Kuopio: Books on Demand, Helsinki.
- Kangasmäki, J. (2014). *Systemaattinen layout-suunnittelu*. Nastola: Lappeenrannan teknillinen yliopisto  
Teknillinen tiedekunta Kandidaatin työ.
- MetsäWood. (02 2016). Punkaharjun tehtaas. *Tuotantolaitosesittely.ppt*. MetsäWood.
- Pere, A. (2012). *Koneenpiirustus 1 & 2*. Espoo: Kirpe Oy.
- PSK, s. (2017). *PSK lyhyesti*. Haettu 23. 1 2017 osoitteesta [http://www.psk-standardisointi.fi/Alasivut/PSK\\_lyhyesti.htm](http://www.psk-standardisointi.fi/Alasivut/PSK_lyhyesti.htm)
- SFS. (15. 03 1998). *ISO 9241-11*. SFS.
- SFS. (2015). *Koneturvallisuuden standardit*. Haettu 15. 2 2017 osoitteesta  
<http://www.sfs.fi/files/63/Koneturvallisuusesite2015web.pdf>
- SFS. (2017). *Eurokoodit*. Haettu 23. 1 2017 osoitteesta <http://www.sfs.fi/aihealueet/eurokoodit>
- SFS. (2017). *Kone- tuotanto- ja materiaalitekniikka*. Haettu 23. 1 2017 osoitteesta  
[http://www.sfs.fi/aihealueet/kone-\\_tuotanto-\\_ja\\_materiaalitekniikka](http://www.sfs.fi/aihealueet/kone-_tuotanto-_ja_materiaalitekniikka)
- SFS. (2017). *Rakentaminen*. Haettu 23. 1 2017 osoitteesta <http://www.sfs.fi/aihealueet/rakentaminen>
- Tuhola, E.;& Viitanen, K. (2008). *3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä*. Jyväskylä:  
Tammertekniikka.
- Tukes. (2016). *Painelaitelaki*. Haettu 23. 1 2017 osoitteesta  
<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20161144>
- Tukes. (2016). *Sähköturvallisuuslaki*. Haettu 23. 1 2017 osoitteesta  
<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20161135/L3>
- Työterveyslaitos. (2012). *Teolliset tilat muutoksessa*. (T. Mäkelä, Toim.) Haettu 20. 1 2017 osoitteesta  
[https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/131615/teolliset\\_tilat\\_muutoksessa.pdf?sequence=1](https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/131615/teolliset_tilat_muutoksessa.pdf?sequence=1)
- Työturvallisuuslaki. (2002). *Finlex työturvallisuuslaki 23.8.2002/738*. Haettu 23. 1 2017 osoitteesta  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- Ympäristöministeriö. (2016). *Rakennushanke*. Haettu 15. 2 2017 osoitteesta <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke>
- Ympäristöministeriö. (2016). *Suomen rakentamismääräyskokoelma*. Haettu 24. 1 2017 osoitteesta  
[http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma)



## LIITE 1: AUTOMAATTILADONTALINJAN INVESTOINNIN PUTKISTOJEN TYÖKUVAT





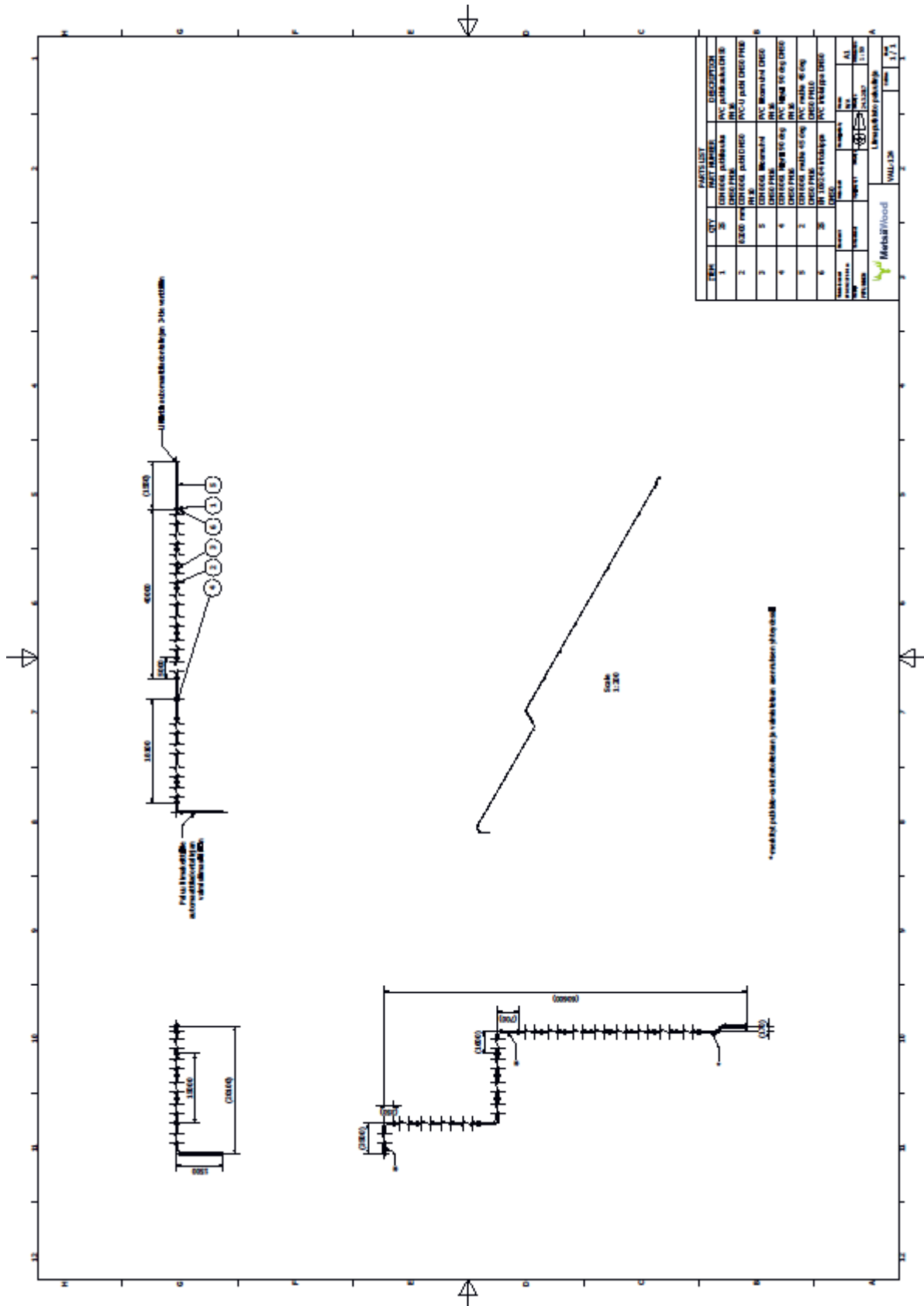


Puutien lopullinen mitatusten asennuksen yhteydessä



Limspuuti kondensipöytä  
 MLL-126

1/1



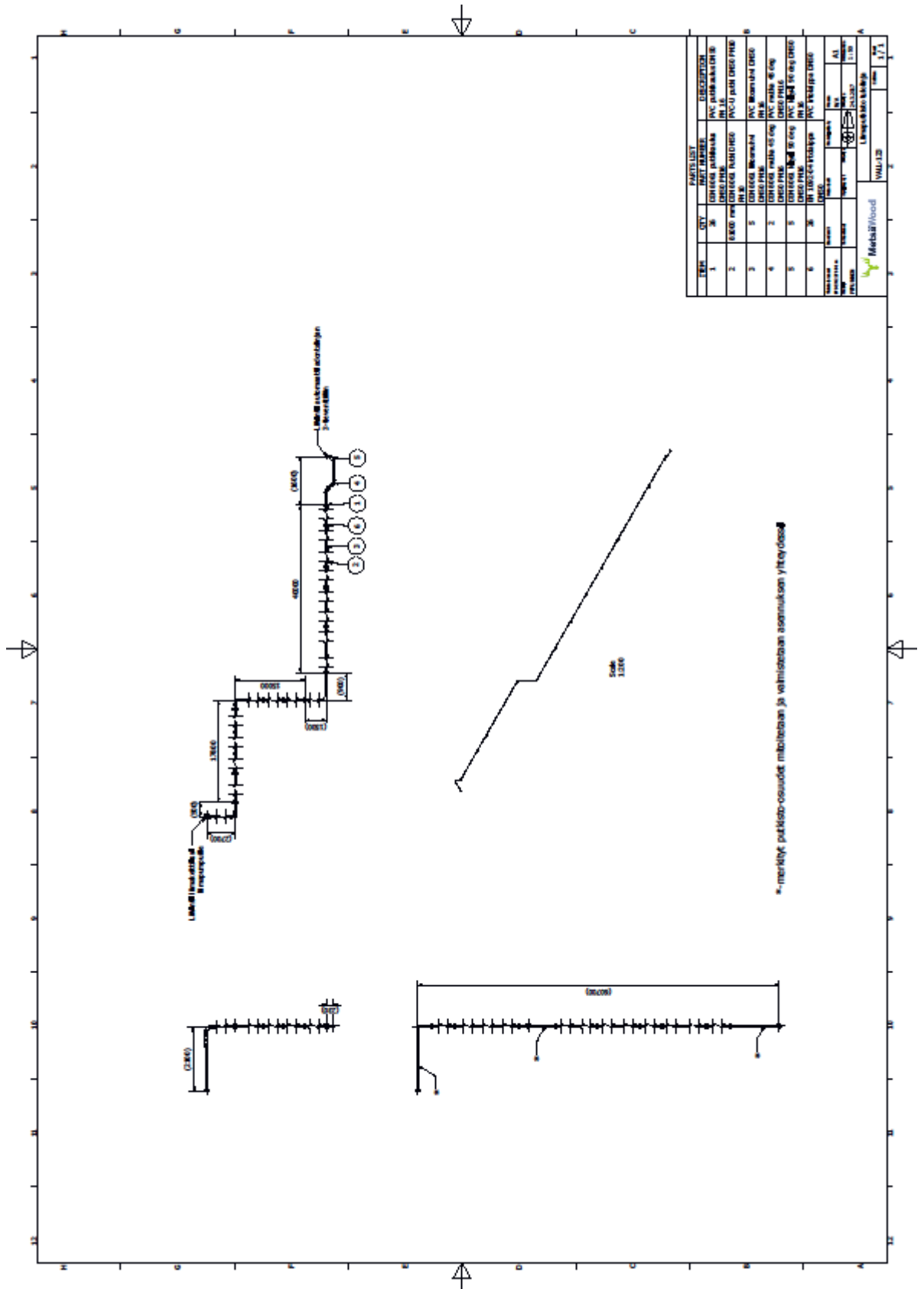
ITEM	QTY	UNIT	DESCRIPTION
1	20	ORONG ORONG	ORONG ORONG
2	1000	ORONG ORONG	ORONG ORONG
3	5	ORONG ORONG	ORONG ORONG
4	4	ORONG ORONG	ORONG ORONG
5	2	ORONG ORONG	ORONG ORONG
6	20	ORONG ORONG	ORONG ORONG

\* sesuai dengan detail lain yang ada dalam gambar lain



WALISRI

1/1



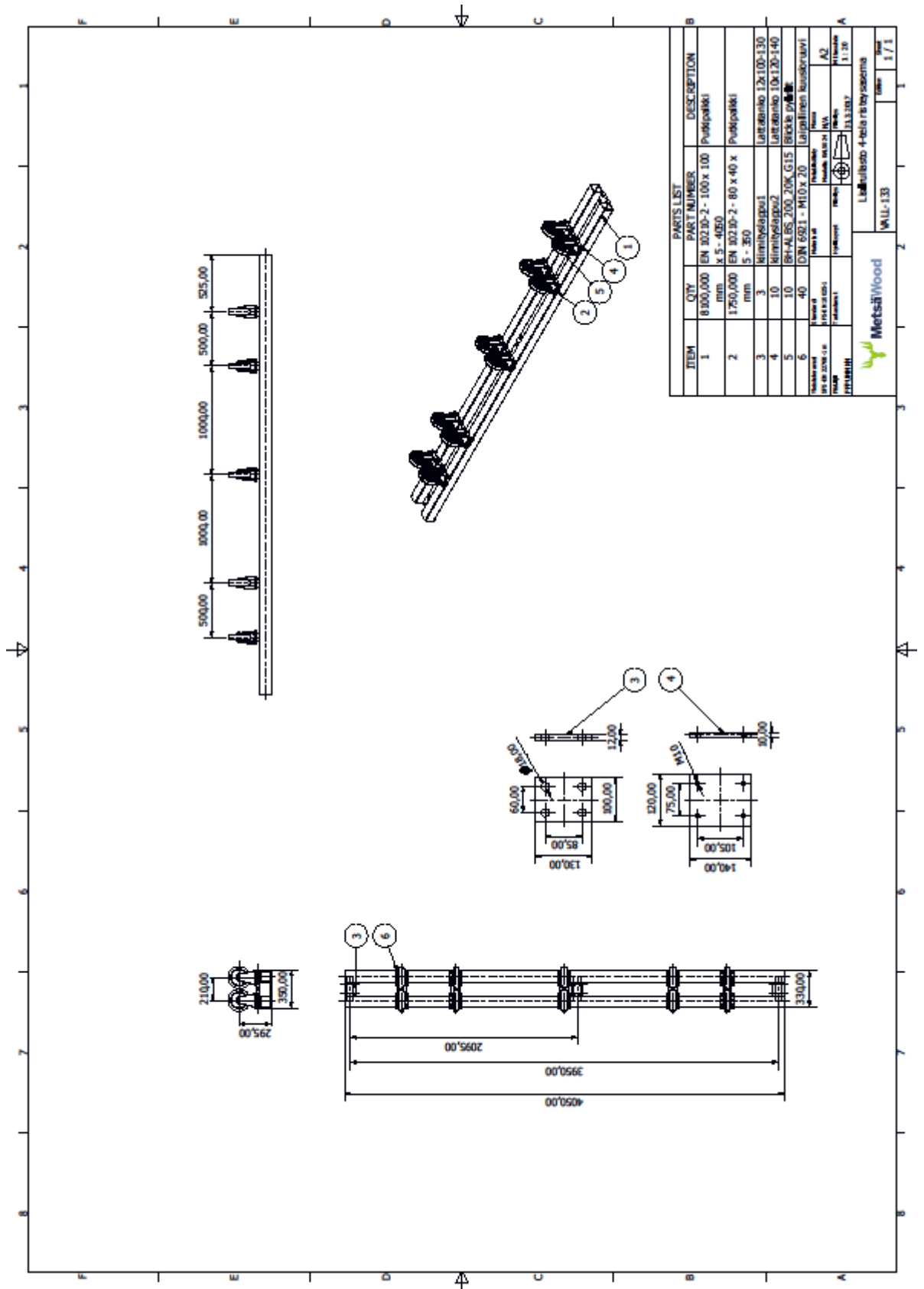
ERIÄ	QTY	MAKS. LISTA	REK. NIMI	DESCRIPTION
1	36	0,0000	putkisto	100mm lämpöeristettyä muoviputkea
2	6	0,0000	putkisto	100mm lämpöeristettyä betoniputkea
3	5	0,0000	putkisto	100mm lämpöeristettyä muoviputkea
4	2	0,0000	putkisto	100mm lämpöeristettyä muoviputkea
5	5	0,0000	putkisto	100mm lämpöeristettyä muoviputkea
6	36	0,0000	putkisto	100mm lämpöeristettyä muoviputkea

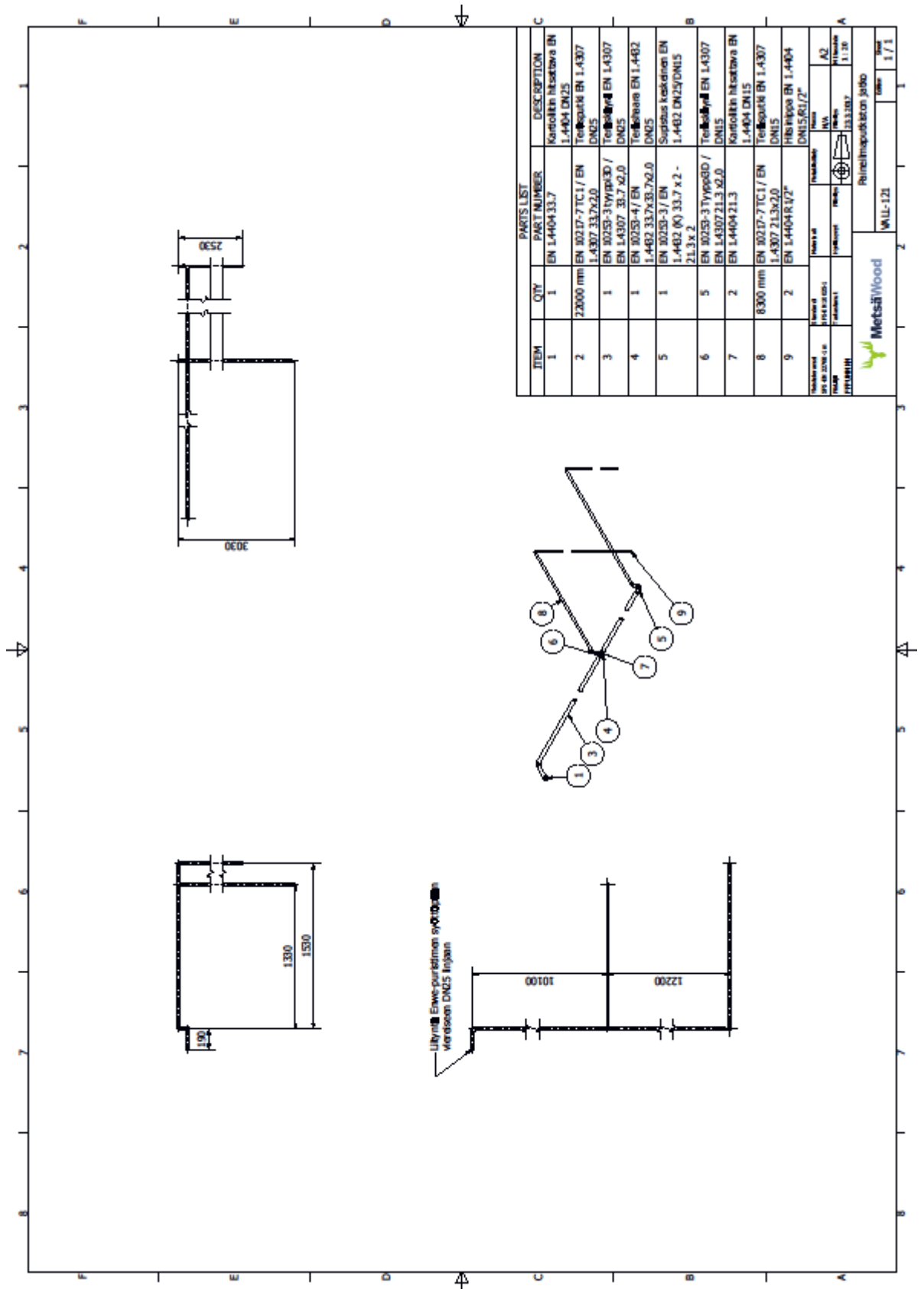
  

YHTEENSÄ	100	0,0000		
MAKS. LISTA				
REK. NIMI				
DESCRIPTION				

YHTEENSÄ	100	0,0000		
MAKS. LISTA				
REK. NIMI				
DESCRIPTION				



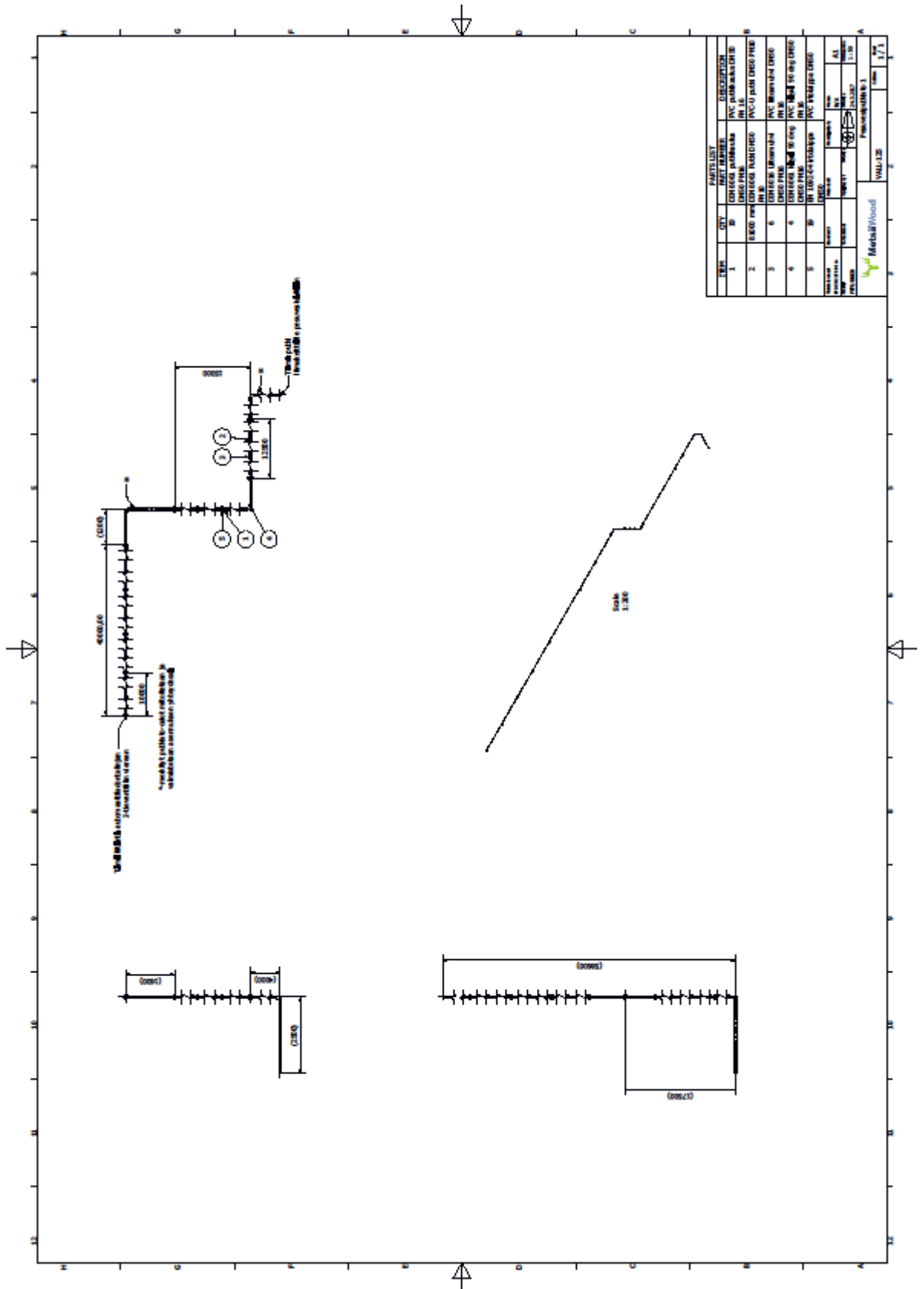


ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	EN 14404 33.7	Kantolatta liakettava EN 14404 DN25
2	22000 mm	EN 00217-7TC17 / EN 14307 33.7x20.0	Teräspalkki EN 14307 DN25
3	1	EN 00252-3TyypöD / EN 14307 33.7x20.0	Teräspalkki EN 14307 DN25
4	1	EN 00253-4 / EN 14402 33.7x35.7x2.0	Teräshänki EN 14402 DN25
5	1	EN 00253-3 / EN 14402 (K) 33.7 x2.0	Suupäätä kaskettinen EN 14402 DN25/DN15
6	5	EN 00252-3TyypöD / EN 14307 21.3x2.0	Teräspalkki EN 14307 DN15
7	2	EN 14404 21.3	Kantolatta liakettava EN 14404 DN15
8	8300 mm	EN 00217-7TC17 / EN 14307 21.3x2.0	Teräspalkki EN 14307 DN15
9	2	EN 14404 R12"	Häikkö EN 14404 DN15,611/2"



Reinheitszusatz für Holz  
MULL-121

Seite 1 / 1

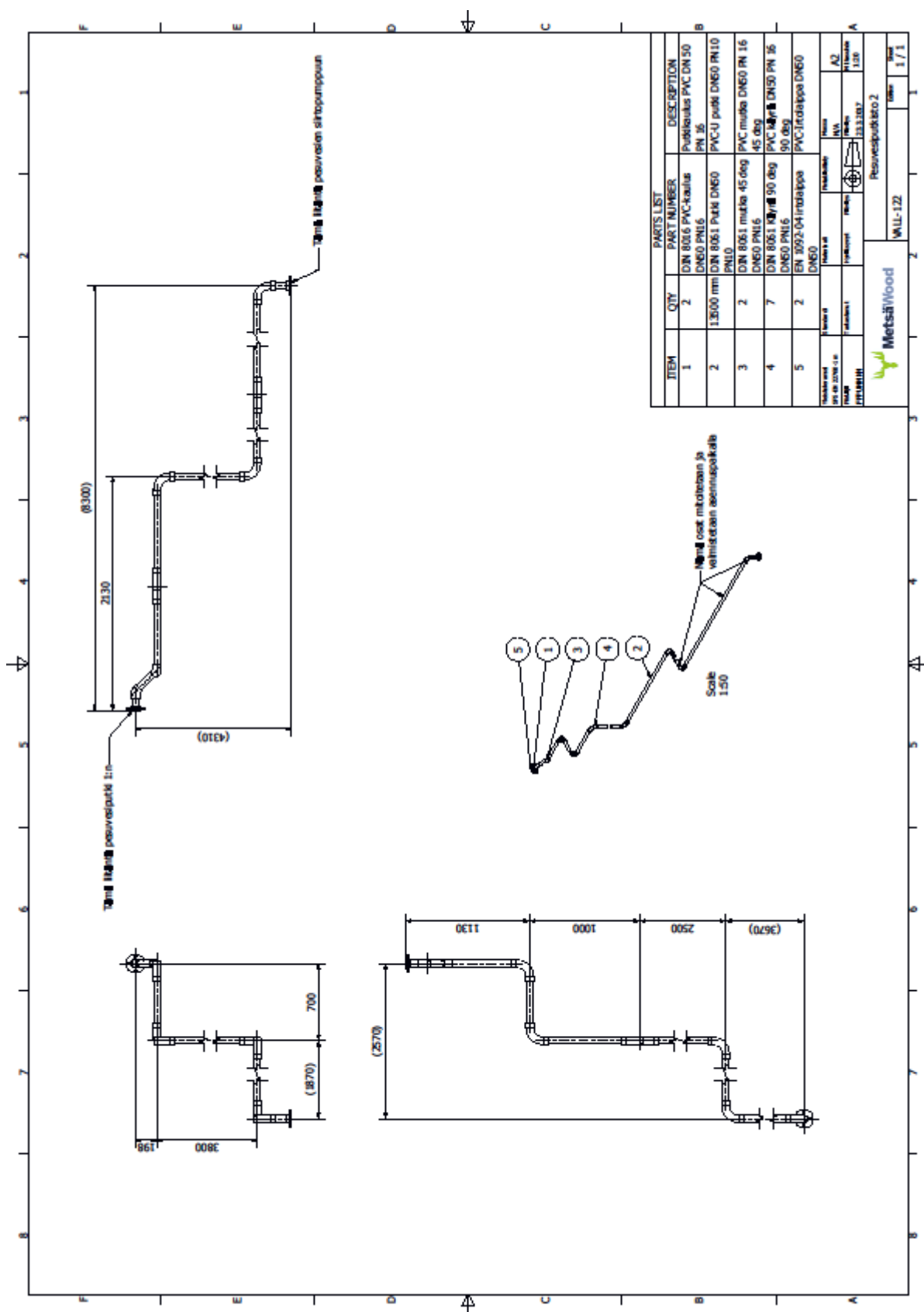


PARTS LIST		QUANTITY	UNIT	DESCRIPTION
1	CONCRETE PIPES	1	PC	1000x1000
2	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
3	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
4	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
5	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
6	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
7	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
8	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
9	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
10	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
11	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
12	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
13	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
14	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
15	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
16	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
17	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
18	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
19	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
20	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
21	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
22	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
23	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
24	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
25	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
26	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
27	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
28	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
29	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
30	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
31	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
32	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
33	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
34	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
35	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
36	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
37	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
38	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
39	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
40	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
41	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
42	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
43	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
44	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
45	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
46	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
47	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
48	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
49	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000
50	CONCRETE MANHOLES	1	PC	1000x1000

Mekabli/hood  
Pusat/1000/1.1

1/1





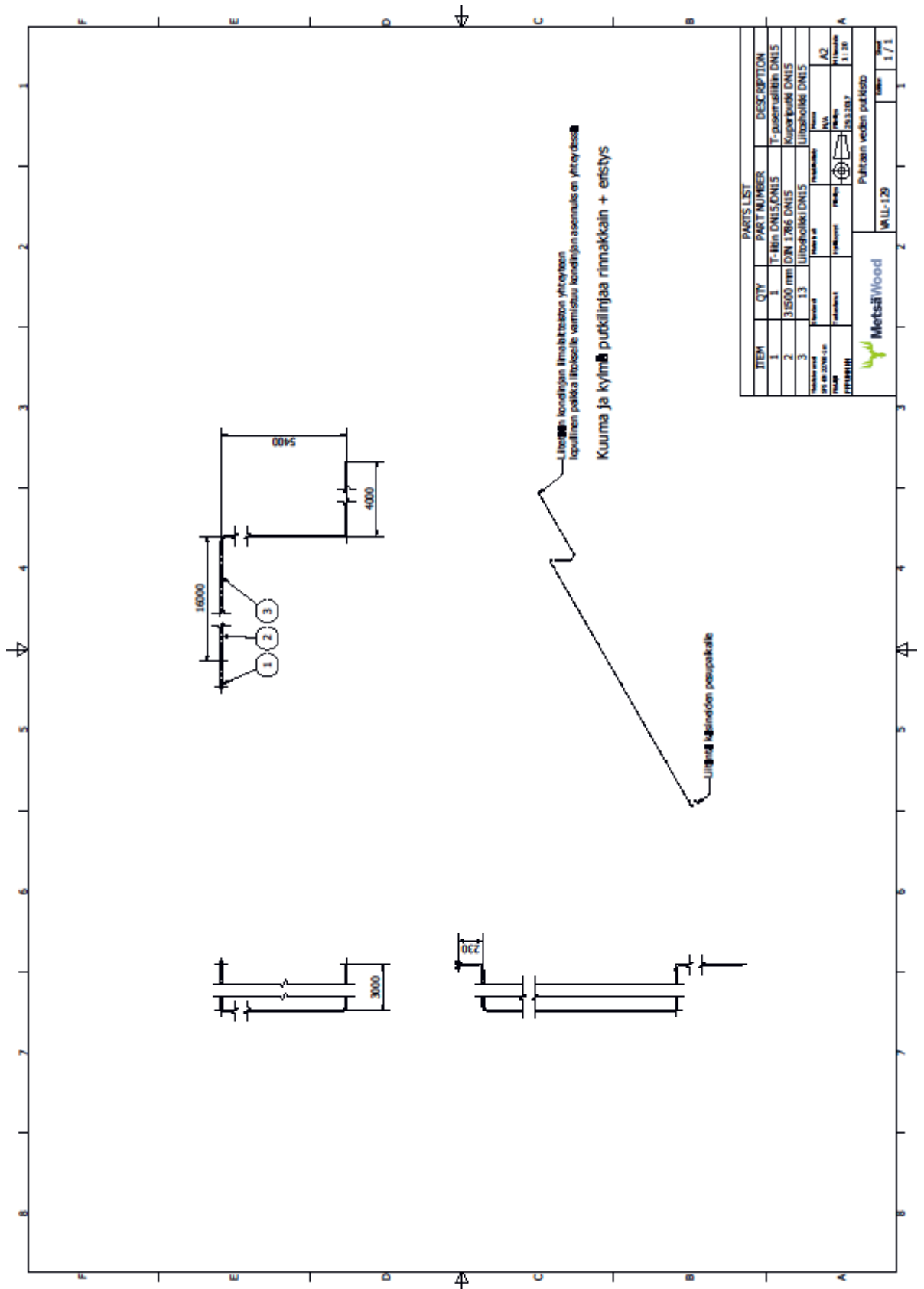
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	2	DIN 8066 PVC-kaulus DN 50 PN 16	Puhkaulus PVC DN 50 PN 16
2	1800 mm	DIN 8061 PN16 DN50 PN16	PVC-U putki DN50 PN16
3	2	DIN 8061 mutka 45 deg DN50 PN16	PVC mutka DN50 PN 16 45 deg
4	7	DIN 8061 kiivä DN50 PN 16 DN50 PN16	PVC kiivä DN50 PN 16 90 deg
5	2	EN 8032-04-hirtolappu DN50	PVC-irtolappu DN50

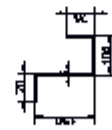
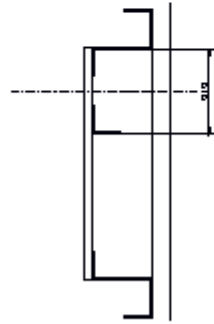
  

Maatmittausmitta	1/8" = 3.175 mm	Maatmittausmitta	A2
Maatmittausmitta	1/16" = 1.5875 mm	Maatmittausmitta	1:30
Maatmittausmitta	1/32" = 0.79375 mm	Maatmittausmitta	1:150

MetsäWood		KALL-122	
Paino		1,71	

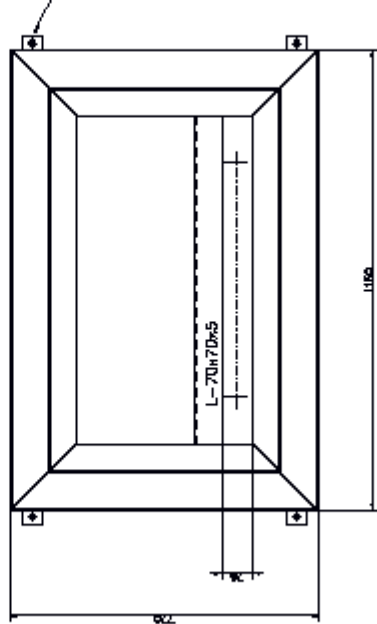




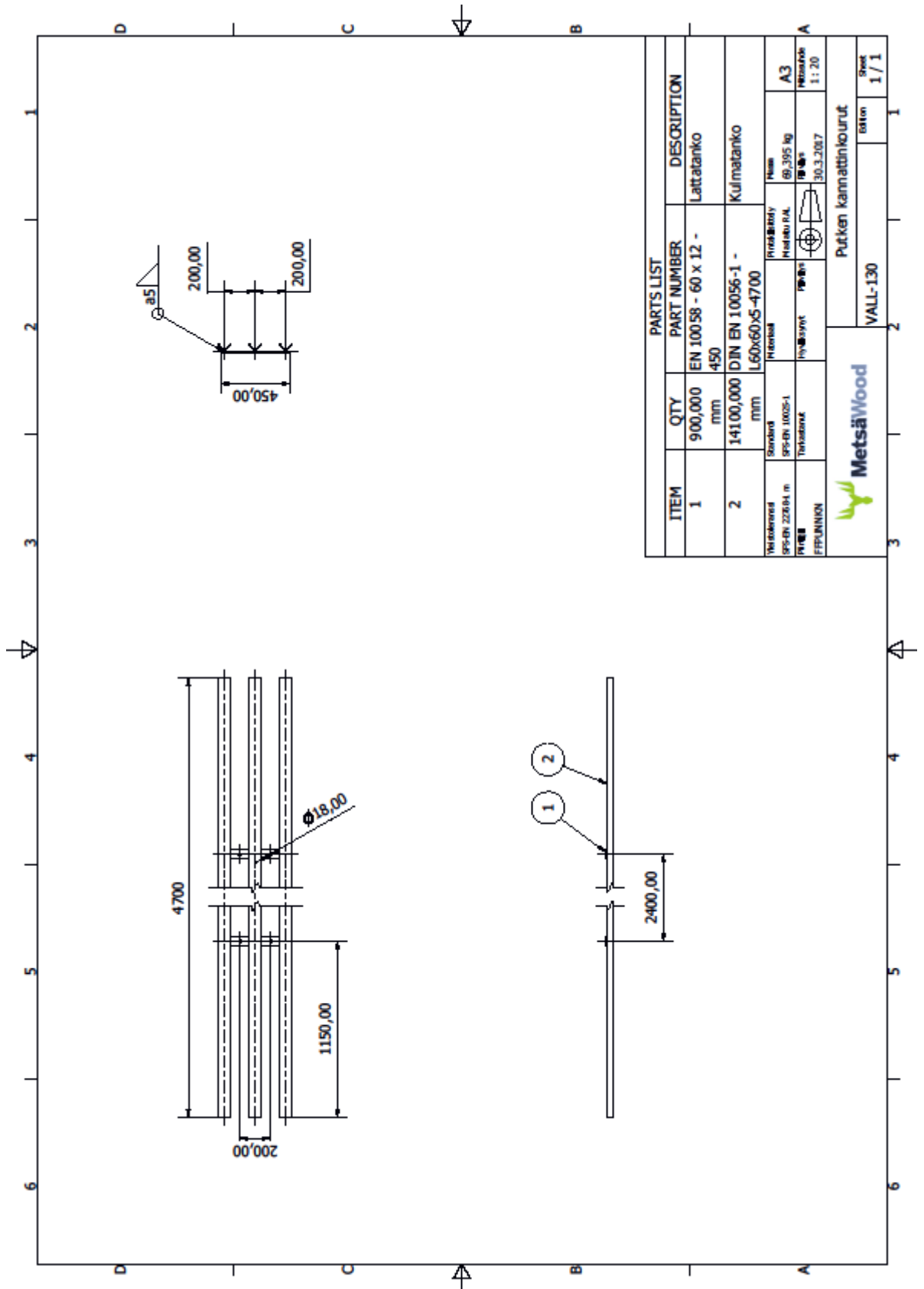
Raunoprofiilit

LT 8x50  
Ø+8 h/4

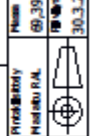
Yhteis. 21.02.2010



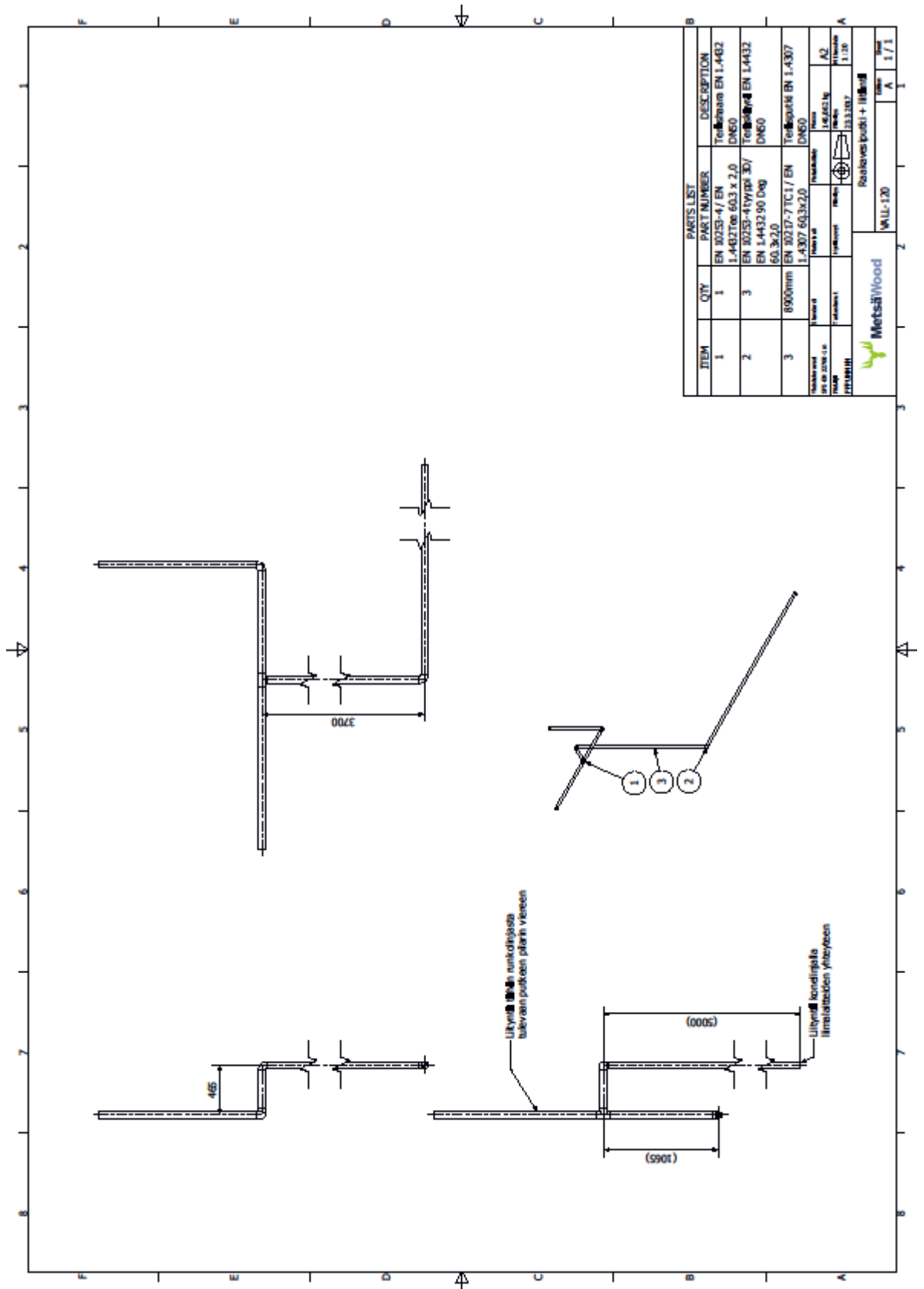
Osio	Esittelysuomenkielinen	Osion tai kehittäjäsuomenkielinen	Standardi	Muoto, mallinumero	Lomake	Kopi
Yhteiskäyttö	SFS-EN 22768-1 m	Näkökohta	1:10	Tuote	Pumpujen Liimaketäjä	
PPH	PPUUNN2	Liikelaus				
Tehtä						
Hyv.						



PARTS LIST		QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	900,000	EN 10058 - 60 x 12 - 450	Lattatanko	
2	14100,000	DIN EN 10056-1 - L60x60x5-4700	Kulmatanko	
Verokeraavat	Standard	SPS-EN 10025-1	Material	Prokäärityö
SPS-EN 22804 m	Tekninen	Hyväksyt	Hyväksyt	Hyväksyt
EFUKUNNIN				
MetsäWood				Putken kannattinkourut
VALL-130				lataen
				Sheet 1 / 1



Massa 60,395 kg  
 Pituus 30,32007  
 Suurekoodi 1:20



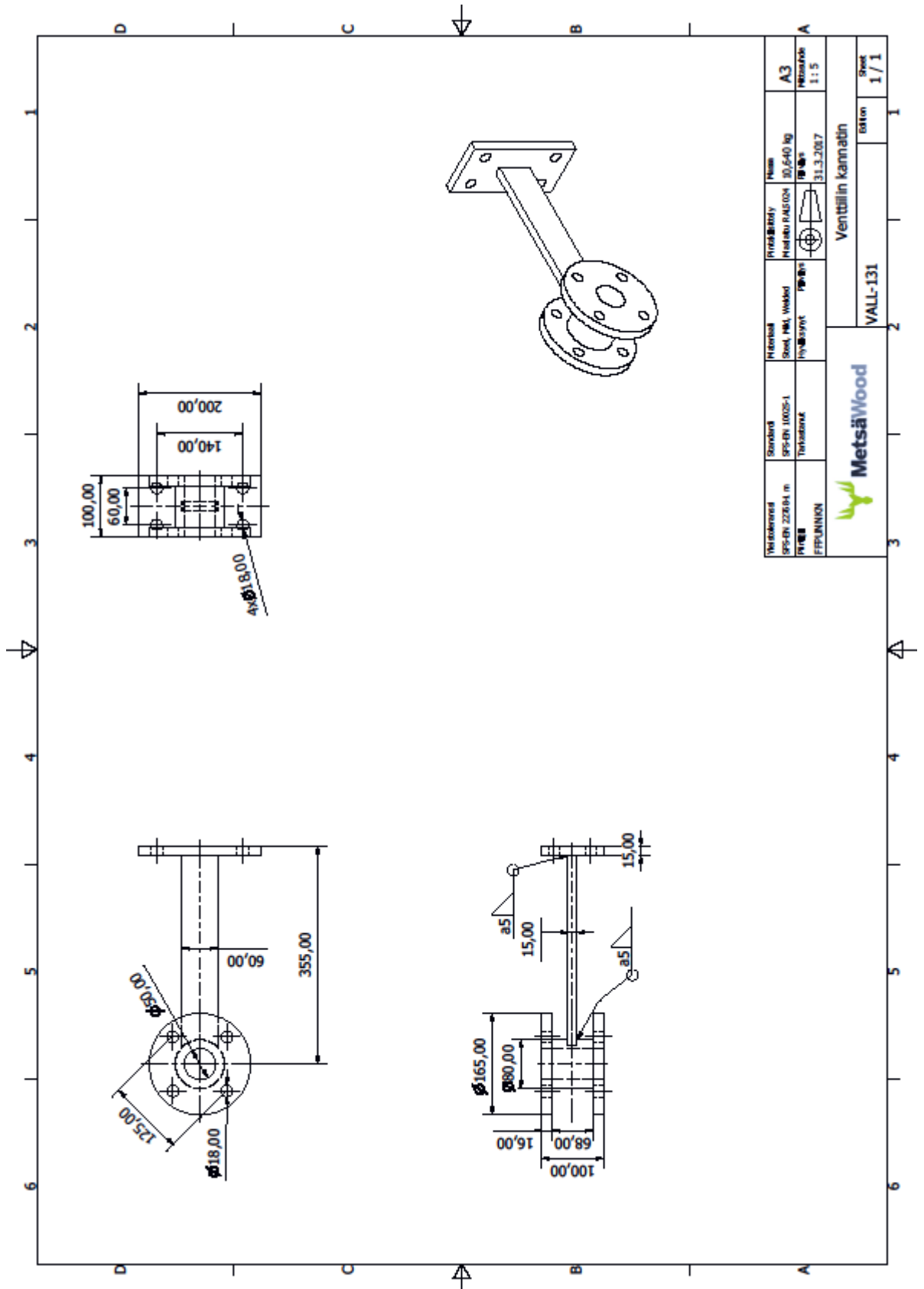
ITEM	QTY	PARTS LIST PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	EN 30233-4 / EN 1-4432tree 603 x 2,0	Teräsmuovi EN 1-4432 DNG0
2	3	EN 30233-4 / Vyöry 30 / 60,3x2,0	Teräsmuovi EN 1-4432 DNG0
3	8900mm	EN 30237-7 / C1 / EN 1-4307 603x2,0	Teräsmuovi EN 1-4307 DNG0

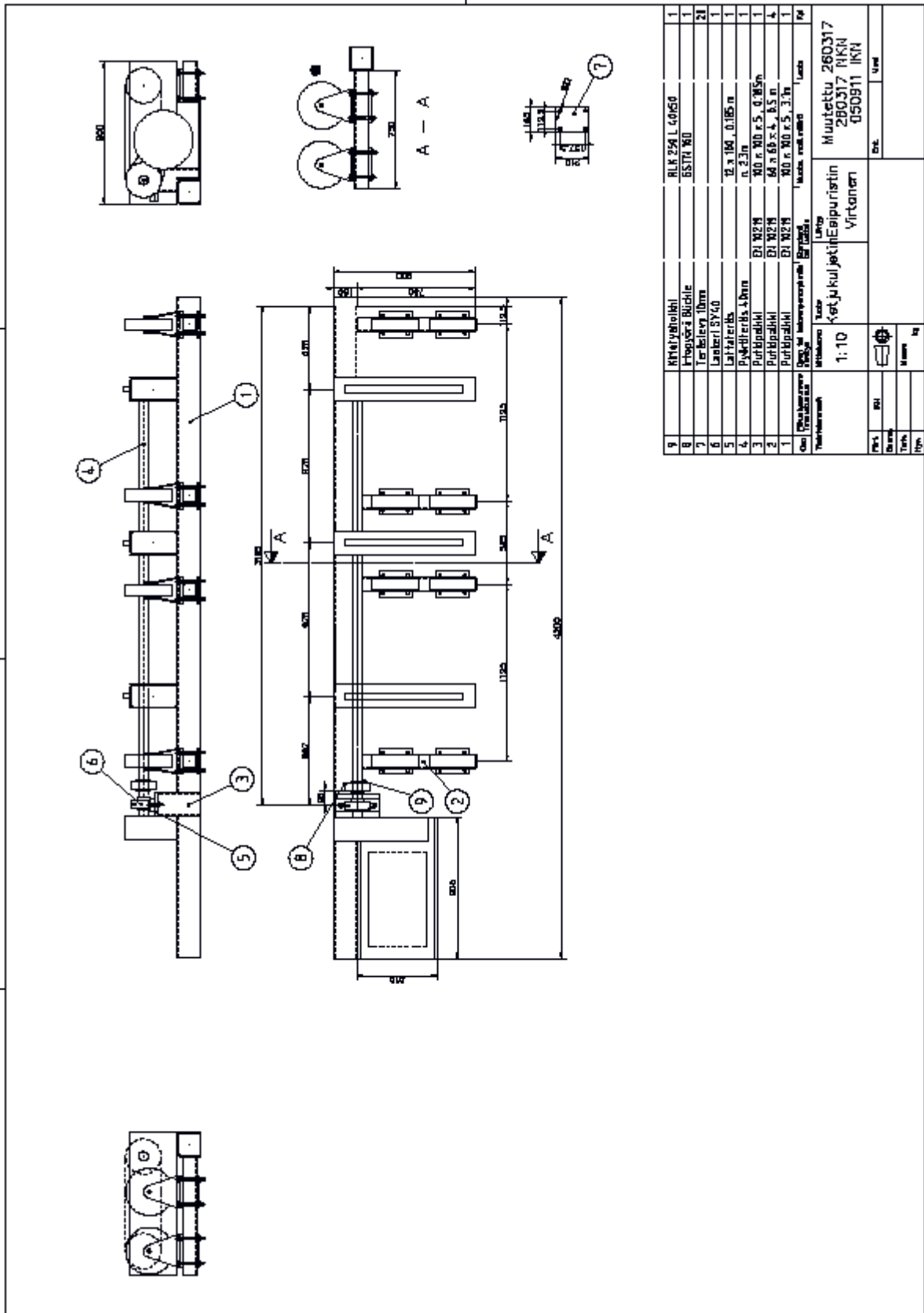
TERÄSMUOVIN KOKO KOKO KOKO	TERÄSMUOVIN KOKO KOKO KOKO	TERÄSMUOVIN KOKO KOKO KOKO	TERÄSMUOVIN KOKO KOKO KOKO
1-4432tree	30233-4	30237-7	1-4307
603 x 2,0	60,3 x 2,0	603 x 2,0	603 x 2,0
DNG0	DNG0	DNG0	DNG0

MetsäWood		Rakennepuutieli + Iltalämpö	
MULL-120		MULL-120	
A		A	
1/1		1/1	



<b>Materiali</b> SFS-EN 228 B4 m PINE EFFUNION	<b>Standardi</b> SFS-EN 10025-1 Tehninen	<b>Materiaali</b> Steel, HSL, Wadded HSLA300	<b>Yhteystieto</b> Hätäpuhelinumero 010 313 2007	<b>Nimi</b> 30,640 kg Venttiilin kannatin	<b>Sheet</b> A3 1:1,5
<b>MetsäWood</b> Venttiilin kannatin				VALL-131	Sheet 1 / 1



9	Kivihiolokivi	RLK 254 L 40x50	1
8	Eräsuojä Bujidi	BS7H 80	1
7	Tarvikon pöytä		21
6	Leikuri 57x60		1
5	Leikuri	12 x 104, 0.165 m	1
4	Pyörätyöväline	n. 2.3 m	1
3	Profilaakseli	Ø1 x Ø2 m	1
2	Profilaakseli	Ø4 x 68 x 4, 6.5 m	4
1	Profilaakseli	Ø10 x 100 x 5, 3.7 m	1

Osien yhteiskokoaminen	
Kokoukset	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	

Mittakaava	
1:10	
Mittakaava	
Mittakaava	
Mittakaava	
Mittakaava	
Mittakaava	
Mittakaava	
Mittakaava	
Mittakaava	
Mittakaava	
Mittakaava	
Mittakaava	

Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	

Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	
Yhteiskokoaminen	

Muutettu	260317
	260317 IKIN
	050911 IKIN
Dsc.	Yhteiskokoaminen

## LIITE 2: PROJEKTIPALAVERI KUTSU JA MUISTIO



Punkaharjun Vaneritehdas

**LADONTALINJA / PROJEKTIRYHMÄN PALAVERI**

**AIKA:** to 16.3.2017 klo 10:00 – 14:00

**PAIKKA:** Vaneritehtaan neukkari

**AIHE:**

- Plytec kuulumiset
- Linjan 3D mallinnus tehdashalliin
- Linjan toimintaperiaate
- Trukkiliikenne / tavaravirta
- Liimoitin
- Linjan rakenne positioittain
- Turvallisuus
- Hoitotasot
- Esipuristin muutos
- Aikataulut
- Muut asiat

**NIMETTY PROJEKTIRYHMÄ:**

- Ahokas Minna
- Mikkonen Laura
- Karjalainen Jani Pekka
- Makkonen Jari
- Paakkunainen Heikki
- Sikiö Tomi
- Laukkanen Kari
- Kupiainen Jiri
  
- Mika Heikkonen (pj)
- Mika Nousiainen (siht.)
- Jari Hämäläinen
- Tarpeen mukaan pyydetään muita asiantuntijoita paikalle

Halutessaan voi osallistua (= projektiryhmän kutsu lähetetään myös):

- Tuotannon toimihenkilöt
- Kunnossapidon toimihenkilöt
- Janne Naukkarinen
- Janne Jokinen





Punkaharjun Vaneritehdas

## LADONTALINJA / PROJEKTIRYHMÄN PALAVERI

AIKA: to 16.3.2017 klo 10:00 – 14:00

PAIKKA: Vaneritehtaan neukkari

- Linjan 3D mallinnus tehdashalliin
  - Vaatii latojen kohdalle ison monitorin mihin useammasta kohteesta kuva. Tämän hetkisen arvion mukaan kuvatarve 4 – 6 kohdetta.
  - Trukkiliikenteen kannalta linjan ja KK1 pinkkarin väli tulee olemaan ahtain.
- Linjan toimintaperiaate
  - Käytiin lävitse mutta tässä vaiheessa ei huomautettavaa
- Turvallisuus
  - Peräpään syöttö vasemmalle sivulle ovi mistä pääsee myös syöttöasemalle
  - Turvakytkimet moottorin viereen. Tämän lisäksi sähkökaapissa on kahva jolla saadaan koko linjan kaikilta moottoreilta sähköt pois.
  - Paineilman sulut lukittavaa mallia. PI huoltoyksikköjen sulkuventtiilit lukittavia
  - Kolme turva-aluetta = Syöttöpää liimoittimeen saakka / Liimoittimesta ladontaa / Purku
  - Käyttöliittymän paneelit ladontapisteelle + kameran luokse
  - Pinkan vaihto automaattiseksi tai sitten valvontakamera yhteys jolloin latoja pystyy tekemään pinkan vaihdon
  - Ennen liimoitinta kulkusilta mitä pitkin pääsee puhdistamaan liimoitinta + menemään linjan toiselle puolelle
  - Valoverho ladoksen päälle jolla varmistetaan linjan 0-energiatilaan meno jos henkilö jostain syystä lähtee menemään pinkan päälle

Plytec toimitettava päivitetty turvallisuus kuva tehtaan arvioitavaksi ja hyväksyttäväksi.
- Hoitotasot
  - Monikerros kuljettimen ja alapinnan syötön viereen hoitotasot
  - Pystyikkaita ei asenneta = ylhäällä oleviin huoltokohteisiin mennään henkilönostimella. Huoltokohteisiin kuitenkin asennettava kulkusillat ja kaiteet kuten syöttölaitteen päälle kulkusilta + putoamissuojaus kaiteilla.
  - Hoitotasokuva arvioitavaksi ja hyväksyttäväksi tehtaalle

## LIITE 3: TEHTÄVÄLUETTELO

Toimenpidelistaus  
Plytec automaattiladontalinja

## Toimenpiteet kesäseisokilla:

1. Liimaputkisto, reititys vanhoja putkilinjoja mukaillen => tulo, paluu ja pesuvesi runkolinjat valmiiksi + 3-tie venttiili.
2. Liimakeittiön toimenpiteet: Toisen valmisliimasäiliön korvaaminen uudella. Koeliimasäiliön poisto ja pesuvesisäiliön siirto
3. Sprinklerin haaroitus 2-hallin DN150 runkolinjasta esimerkiksi 2x DN65 tai yksi DN80. Suojattava ala noin 200m<sup>2</sup>. Vaati Tukesin hyväksymän toimijan suunnitelmat.
4. Enwe/Raute20 välisen lauhdelinjan tulppaus ja poisto
5. Kanaalin valaminen umpeen (tarvitsee seinän Enwen puoleiseen päähän)
6. Lattiakaivokanaalin valaminen umpeen. Pesuvesikaivo tähän kanaaliin.
7. Pesuvesikaivo esimerkiksi 2x Jupalco linjakuivatuskouru VR500 + päädyt.
8. Travenssin kiskojen poisto ja lattian tasaus
9. Käyttövesiputkiston jatkaminen käsineiden pesupaikalta (Lämmin vesi sieltä vai oma varaaja)
10. Haaroitus raakavesilinjaan
11. Paineilman liitäntäpaikka Enwe-puristimen viereisestä pylvästä DN 25 putkella ja haaroitus 2x DN15.
12. Tuloilman liitäntä LTO:lta tulevaan raitisilmakanavaan. Tulpataan lähtö tai IRIS paikoilleen ja varsinainen kytkentä konelinjan asennuksen yhteydessä
13. Poistoilmakanava jatketaan liimavalssi 1 päältä 630 mm:n kanavana ja jaetaan kahdeksi 315 mm kanavaksi linjan päällä. Tulpataan 315 mm lähdöt tai IRIS paikoilleen ja varsinainen kytkentä konelinjan asennuksen yhteydessä
14. Sähkön syöttökaapeli konelinjalle. 140kW ilmoitettu teho.
15. Virtasen edessä olevan välikuljettimen lyhentäminen
16. Vihivaunun latauspisteen siirto aluksi virtasen esipuristimen päähän.  
Lopullinen paikka automaattiladontalinjan ladoksen noutopaikan vieressä
17. Vihivaunun uusien reittien ohjelmointi vuosihuollon yhteydessä
18. 4 liimavalssi risteysaseman siirto ladontahissin jatkeeksi. Levitetään risteysaseman sivulla olevaa välikuljetinta, jotta vihivaunu pääsee hakemaan kuorman.
19. Orfer-kääntölaitteen siirto => 1-kuivakoneen risteysaseman päähän
20. Raute 20 esipuristimen syöttö-, purku-, ja risteysasemakuljettimien poisto. Risteysaseman ja Raute 20-puristimen välisen rullakuljettimen poisto. Raute 20-puristimen syöttönostolavan rullien välin täyttäminen.

Toimenpidelistaus  
Plytec automaattiladontalinja

Linjan asennuksen yhteydessä:

1. Sprinklerien asennus konelinjaan
2. Liima- ja pesuvesiputkien kytkennät konelinjalla ja liimakeittiöllä. Tarvitsee pumppupatterin + takaiskut konelinjan viereen pesuvesien pumppaukseen ja toisen pumppupatterin liimakeittiölle.
3. Käyttövesiputkiston liitännät + paikan määrittäminen
4. Raakavesiputkisto
5. Poistoilman haaroitukset
6. Tuloilmakanava
7. Liimalaitteiden kaukalo lattiaan
8. Enwe-puristimen syöttöpään suojaseinän poistaminen
9. Suodatinasema?
10. Ohjaamo?

Päivitetty 6.4.2017