



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joni Malmi

W20V31SG-VOIMALAITOSMOOTTO-
RIN JA APULAITEMODUULIN VÄLI-
SEN PUTKISTON OPTIMOINTI

Wärtsilä

Tekniikka
2017

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Joni Malmi
Opinnäytetyön nimi	W20V31SG-voimalaitosmoottorin ja apulaitemoduulin välisen putkiston optimointi
Vuosi	2017
Kieli	suomi
Sivumäärä	44 + 22 liitettä
Ohjaaja	Timo Gröndahl

Opinnäytetyö tehtiin Wärtsilän W31-moottorisuunnitteluun. Työn aiheena oli optimoida nykyinen putkipääty 20-sylinteriseen W31-voimalaitoskaasumoottoriin. Tällä hetkellä käytössä oleva putkipääty on suunniteltu eri nestekierrolle, joten suunnittelemalla W20V31SG-voimalaitosmoottorille yksinkertaisempi putkipääty, saadaan kustannussäästöjä sekä helpotetaan asennusta.

Opinnäytetyö aloitettiin tekemällä vaatimuslista, jossa määritellään tarvittavat muutokset nykyiseen putkipäätyyn. Vaatimusten perusteella suunniteltiin ensimmäinen konsepti. Kaasu- ja ilmaputkien osalta vaatimuslistaa päivitettiin, jonka perusteella jatkettiin konseptointia. Konseptien hyväksymisen jälkeen aloitettiin suunnitteluvaihe ja viimeiseksi tehtiin tekniset piirustukset.

Opinnäytetyön lopputuloksena päästiin suurimmilta osin tavoitteeseen. Monimutkaisempien putkistojen kohdalla kehitys jatkuu opinnäytetyön jälkeenkin. Valmiiden osien kohdalla uusi putkipääty on yksinkertaisempi, helpompi valmistaa ja edullisempi.

ABSTRACT

Author	Joni Malmi
Title	Optimization of Piping between W20V31SG Power Plant Engine and Auxiliary Module
Year	2017
Language	Finnish
Pages	44 + 22 Appendices
Name of Supervisor	Timo Gröndahl

The subject of this thesis was to optimize pipe assemblies for Wärtsilä's 20 cylinder W31 power plant gas engine. The current pipe assemblies are designed for different liquid circulation systems. When designing the new pipe assemblies for W20V31SG power plant engines it is possible to simplify the design and cut down costs.

The design work started by creating a requirement list which defined the needed changes for the current pipe assemblies. The first concept based on the requirements was then designed and presented. For most of the parts the concept was accepted. For the gas and air pipes the requirements were revised and more concepts were designed. After that, the 3D-models were finalized and the technical drawings were created.

As a result, the requirements of this thesis were achieved in most parts. For more complicated piping, the design work will continue. For the released parts the new design is simpler, the manufacturing is more cost efficient and the assembly is easier.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEET JA KÄSITTEET

1	JOHDANTO.....	9
1.1	Työn tavoitteet	9
1.2	Toimeksiantaja.....	9
2	LÄHTÖKOHDAT.....	11
2.1	Työn aloitus	11
2.2	Työn vaatimukset.....	12
2.3	Käytettävät ohjelmat	12
3	KONSEPTISUUNNITTELU	13
3.1	Ensimmäinen konsepti	15
3.2	Toinen konsepti.....	16
3.3	Kolmas konsepti.....	20
4	DETALJISUUNNITTELU	22
4.1	M0134-putkikokoonpano.....	23
4.1.1	Tuki	23
4.1.2	Vesiputket	25
4.1.3	Öljyaltaan putket	26
4.1.4	Voiteluöljypumpun putket	27
4.1.5	Ilmaputket	28
4.2	M0169-kaasuputket.....	30
4.2.1	Tuplaseinämainen kaasuputki	31
4.2.2	Pääkaasuputki.....	32
4.2.3	Esikammiokaasuputki	32
4.3	M0096 HT- ja M0097 LT -vesiputket	33
4.3.1	Hitsatut kokoonpanot	35
4.3.2	Koneistetut kokoonpanot	36
4.4	Moottorin alustan muutokset	37

5	TEKNISET PIIRUSTUKSET	38
5.1	Toleranssit.....	38
5.2	Piirustusohjeet.....	38
5.3	Muutosilmoitus	39
6	VALMISTUS	40
7	LOPPUTULOS.....	41
8	YHTEENVETO	42
	LÄHTEET.....	43

LIITTEET

KUVALUETTELO

Kuva 1. W20V31SG-voimalaitosmoottori.	s.12
Kuva 2. Nykyinen putkipääty.	s.14
Kuva 3. Putkipäädyn eri putket.	s.15
Kuva 4. Ensimmäinen konsepti.	s.16
Kuva 5. Laippojen ja liittimien sijaintien konsepti.	s.17
Kuva 6. Esikammiokaasuputken reitit.	s.18
Kuva 7. Kontrolli-ilmaputken reitit.	s.19
Kuva 8. Kontrolli-ilma- ja esikammiokaasuputkien konseptit.	s.20
Kuva 9. Kolmas konsepti.	s.21
Kuva 10. M0134-putkikokoonpano.	s.23
Kuva 11. Vanha tuki ja tukitanko.	s.24
Kuva 12. Vasemmalla ohutlevyosa, oikealla hitsauskokoonpano.	s.24
Kuva 13. Koneistuskokoonpano.	s.25
Kuva 14. Vasemmalla vanhat vesiputket, oikealla uudet.	s.26
Kuva 15. Vasemmalla vanhat öljyaltaan putket, oikealla uudet.	s.27
Kuva 16. Vasemmalla vanhat voiteluöljypumpun putket, oikealla uudet.	s.27
Kuva 17. O-rengasurallinen laippa vasemmalla ja tasainen laippa oikealla.	s.28
Kuva 18. Vanha käynnistys- ja kontrolli-ilmaputki.	s.28
Kuva 19. Uusi käynnistys- ja kontrolli-ilmaputki.	s.29
Kuva 20. Ilmaputkien pidikkeet.	s.30
Kuva 21. Vanha esikammio- ja pääkaasuputki.	s.30
Kuva 22. Tuplaseinämäisen kaasuputken rakenne.	s.31
Kuva 23. Tuplaseinämäinen pääkaasuputki.	s.32
Kuva 24. Tuplaseinämäinen esikammiokaasuputki.	s.33
Kuva 25. Vanhat vesiputket, vasemmalla M0096 HT ja oikealla M0097 LT.	s.34
Kuva 26. Valmiit M0096 HT ja M0097 LT -moduulikokoonpanot.	s.35
Kuva 27. Hitsauskokoonpanot, oikealla HT- ja vasemmalla LT-vesiputki.	s.36
Kuva 28. Koneistuskokoonpanot, oikealla HT- ja vasemmalla LT-vesiputki.	s.37
Kuva 29. Lähes valmis 3D-malli.	s.41

LIITELUETTELO

- LIITE 1.** Vaatimuslista
- LIITE 2.** Vaatimuslista 2
- LIITE 3.** Vaatimuslista 3
- LIITE 4.** DAAF368846
- LIITE 5.** DAAF368984
- LIITE 6.** DAAF368990
- LIITE 7.** DAAF368877
- LIITE 8.** DAAF368874
- LIITE 9.** DAAF368830
- LIITE 10.** DAAF368810
- LIITE 11.** DAAF369363
- LIITE 12.** DAAF375608
- LIITE 13.** DAAF369030
- LIITE 14.** DAAF369075
- LIITE 15.** DAAF369078
- LIITE 16.** DAAF369092
- LIITE 17.** DAAF373626
- LIITE 18.** DAAF373643
- LIITE 19.** DAAF373664
- LIITE 20.** DAAF373403
- LIITE 21.** DAAF373456
- LIITE 22.** DAAF373506

LYHENTEET JA KÄSITTEET

W31	Wärtsilän valmistama moottori, sylinterihalkaisija 31 senttimetriä
W20V31SG	Wärtsilän W31-kaasumoottori 20 sylinterisenä v-moottorikonfiguraationa
Apulaitemoduuli	Putkipäättyyn yhdistettävä moduuli, joka koostuu eri putkistoista
Putkipääty	Kuvaa kaikkia opinnäytetyössä muutettavia putkistoja
HT-vesiputki	High temperature, kuuman veden vesiputki
LT-vesiputki	Low temperature, viileän veden vesiputki
DXF	Drawing Interchange Format, tiedostomuoto eri CAD-ohjelmien väliseen tiedonsiirtoon

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on optimoida nykyinen putkipääty W20V31SG-voimalaitosmoottorin käyttöön. Samalla uuden putkipäädyn liitännät yhtenäistetään apulaitemoduulin kanssa. Uuden putkipäädyn on tarkoitus olla edullisempi ja yksinkertaisempi. Putkipäädystä tehdään 3D-mallin lisäksi kaikki tarvittavat piirustukset, jotta valmistaminen on mahdollista, sekä valitaan sopivat materiaalit osille.

1.2 Toimeksiantaja

Wärtsilä on kansainvälisesti toimiva johtava teknologian ja kokonaislinkaariratkaisujen toimittaja merenkulku- ja energiamarkkinoilla. Yrityksen tavoitteena on maksimoida alusten ja voimalaitosten ympäristötehokkuus ja taloudellisuus keskittymällä kestäviin innovaatioihin ja kokonaisyötysuhteeseen. Wärtsilä jaetaan kolmeen yksikköön: Marine Solutions, Energy Solutions ja Services. /1/

Marine Solutionsin ydinosaamista on meriteollisuus sekä öljy- ja kaasuteollisuus. Yksikön keskeisimmät tuotteet ja palvelut ovat moottorit ja propulsiolaitteet, sähkölaitteet, automaatio, laivasuunnittelu, ympäristöratkaisut, kaasujärjestelmät sekä pumput ja venttiilit. /2/

Energy Solutions keskittyy tarjoamaan asiakkailleen hajautettuja, joustavia, tehokkaita ja ympäristömyönteisiä energiaratkaisuja. Yksikkö pyrkii moottorivoimalaitossegmentissä nestemäisiä ja kaasumaisia polttoaineita käyttävien laitosten markkinajohtajaksi. LNG-ratkaisujen segmentissä Energy Solutions tähtää kasvuun pienten ja keskisuurten LNG-terminaalien ja nesteytyslaitosten markkinoilla. Aurinkovoimalasegmenttiin Wärtsilä tarjoaa asiakkaille ratkaisuja kokonaistoimituksina. Hybridilaitokset tarjoavat integroidun ratkaisun aurinkovoiman tuotannon vaihteluiden tasaamiseen. /3/

Services palvelee merenkulku-, energia-, öljy- ja kaasuteollisuutta sekä vesivoima- ja teollisuusasiakkaita. Yksikkö tukee asiakkaitaan toimitetun järjestelmän koko elinkaaren ajan optimoimalla laitteiston hyötysuhdetta ja suorituskykyä. Servicen

palveluvalikoimaan kuuluu varaosahuolto, käyttö-, hallinnointi- ja optimointipalvelut. Tavoitteena on asiakkaiden laitosten käytettävyyden parantaminen ja samalla heidän liiketoimintansa kasvun tukeminen. /4/

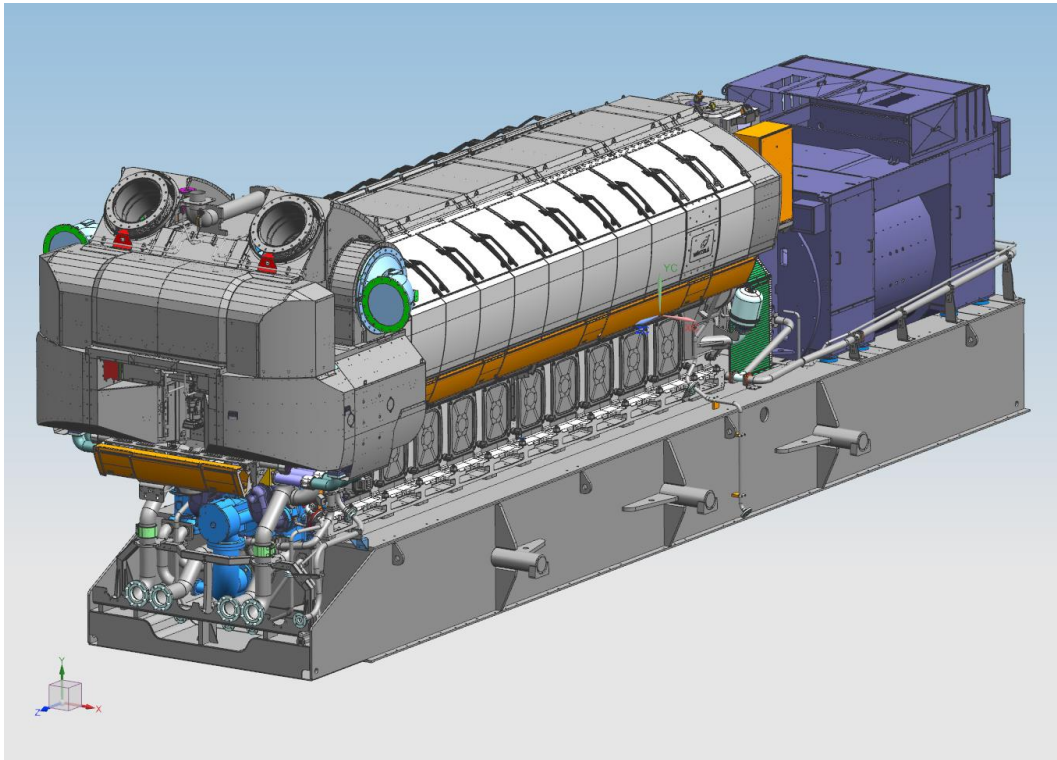
2 LÄHTÖKOHDAT

Moottorin ja apulaimoduulin välisten putkistojen liitännät haluttiin yhtenäistää ja suunnitella vastaamaan moottorin päivitettyä nestekiertoa. Myös kustannusten kannalta on järkevää suunnitella W20V31SG-voimalaitosmoottorille uusi, karsittu, putkipääty. Uudella, yksinkertaisemmalla putkipäädyllä helpotetaan asennusta ja säästetään kustannuksissa.

Nykyiseen putkipäättyyn on myös lisätty myöhemmin uusia putkia, jotka on kiinnitetty käyttämällä erilaisia kannakkeita ja pidikkeitä. Poistamalla ylimääräiset osat ja suunnittelemalla uusia reittejä putkille, saadaan putkipäädyn 3D-mallista yksinkertaisempi.

2.1 Työn aloitus

Opinnäytetyö aloitettiin tutustumalla nykyiseen putkipäättyyn ja rakentamalla sille taustakokoonpano. Koska uusi putkipääty tulee käyttöön pelkästään W20V31SG-voimalaitosmoottoreissa, rakennetaan taustakokoonpano kyseisen moottorin komponenteista (**Kuva 1**).



Kuva 1. W20V31SG-voimalaitosmoottori.

Putkipäättyyn tutustumisen jälkeen pidettiin Wärtsilän sisäinen aloituspalaveri. Kun opinnäytetyö oli saatu alkuun, pidettiin toinen palaveri, johon osallistuivat ohjaajat koulun ja Wärtsilän puolelta. Opinnäytetyöpalaverissa esiteltiin työn aihe ja sen hetkiset suunnitelmat sekä jatkosuunnitelmat.

2.2 Työn vaatimukset

Aloituspalaverissa tehtiin vaatimuslista, josta ilmenee tarvittavat muutokset putkipäättyyn (LIITE 1). Suunnittelussa ja materiaalivalinnoissa täytyy ottaa huomioon Wärtsilän suunnitteluohjeet, jotta valmistaminen on mahdollista. Vaatimuslistaa päivitettiin työn edetessä (LIITTEET 2-3).

2.3 Käytettävät ohjelmat

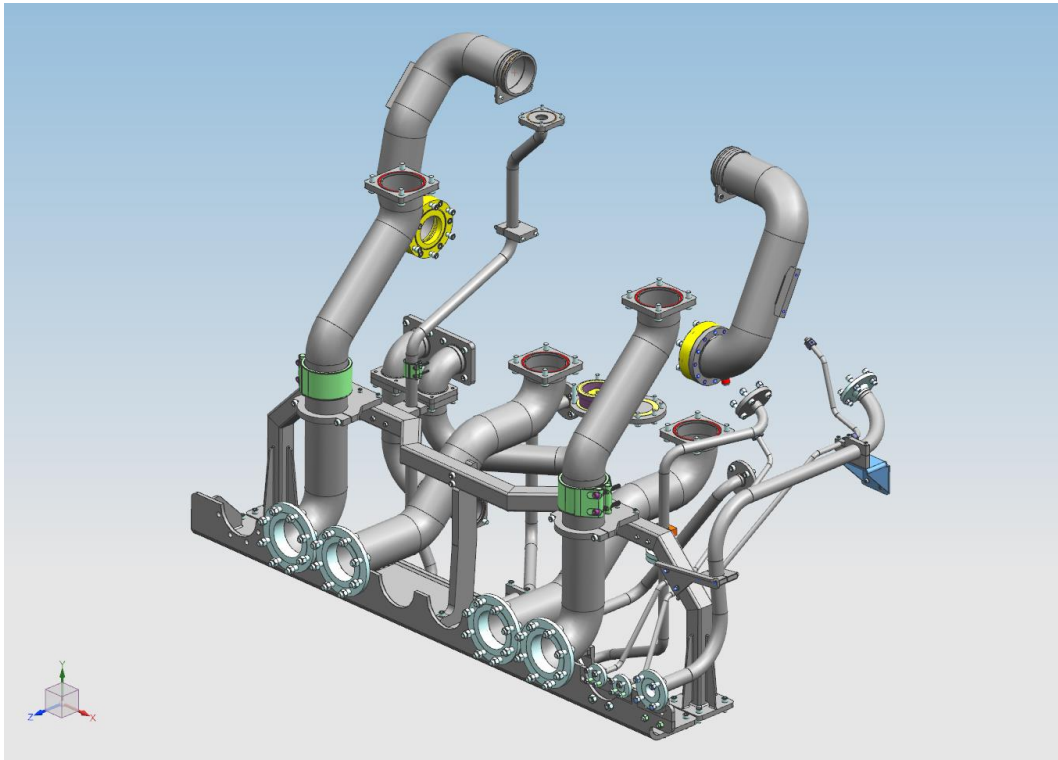
Opinnäytetyössä käytetään Siemensin kehittämiä ohjelmistoja. 3D-mallintamiseen ja teknisten piirustusten tekoon käytetään NX 9.0 – ohjelmistoa. Tuote- ja suunnittelutiedon hallintaan käytetään Teamcenter 10 – ohjelmistoa.

3 KONSEPTISUUNNITTELU

Konseptivaiheen aikana jalostetaan ideoita ja pyritään keksimään ratkaisu asetettuun ongelmaan. Yksityiskohtien suunnitteluun ei vielä konseptoinnissa perehdytä, vaan se jää detaljisuunnitteluun.

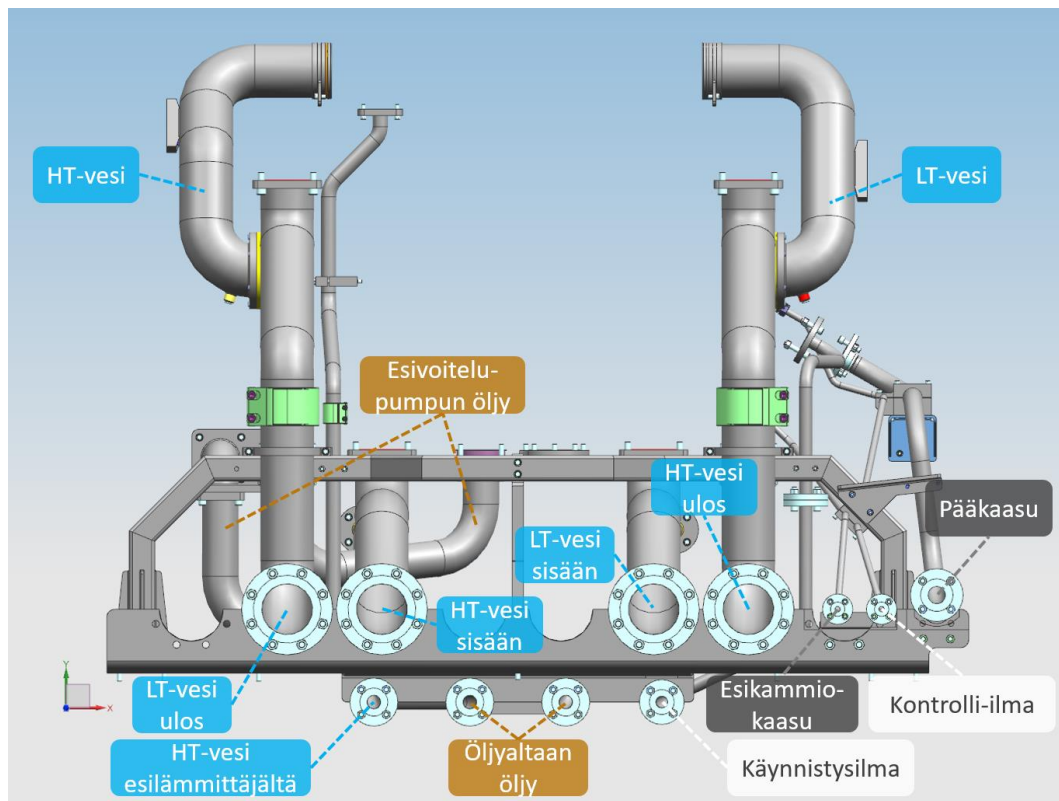
Konseptointi aloitettiin aloituspalaverissa tehdyn vaatimuslistan perusteella (LIITE 1). Koska opinnäytetyö sisältää konseptoinnin lisäksi detaljisuunnittelun, kannattaa valmistusteknillisiin seikkoihin perehtyä jo konseptoinnin aikana. Putkien reittien konseptoinnissa on otettava huomioon Wärtsilän suunnitteluohje, joka määrittää muun muassa eri kokoisille putkille taivutussäteen, kahden taivutuksen välisen minimietäisyyden ja maksimipituuden ennen ensimmäistä taivutusta /5/. Ohutlevyistä valmistettavien osien kohdalla valitaan osien paksuudet vastaamaan yleisimpiä ohutlevyjen paksuuksia. Kun valmistusteknilliset seikat ovat tiedossa, säästytään yllätyksiltä detaljisuunnittelun aikana.

Putkipäädyn optimoinnin kanssa samaan aikaan, myös Energy Solutions päivittää apulaitemoduuliaan. Koska apulaitemoduuli kiinnittyy suoraan putkipäätyyn, täytyy suunnittelussa tehdä yhteistyötä ja ottaa kummankin osapuolen näkökulmat huomioon. Kuvassa 2 on nykyinen putkipääty.



Kuva 2. Nykyinen putkipääty.

Uutta putkipäätä lähdettiin kehittämään nykyisen putkipäädyn pohjalta, joten siihen ja vaatimuslistan muutoksiin tutustuttiin ensimmäiseksi. Kuvassa 3 on putkipäädyn eri putket. Kun putket ja tarvittavat muutokset tulivat tutuiksi, rakennettiin taustakokoonpano putkipäädyn ympärille.



Kuva 3. Putkipäädyn eri putket.

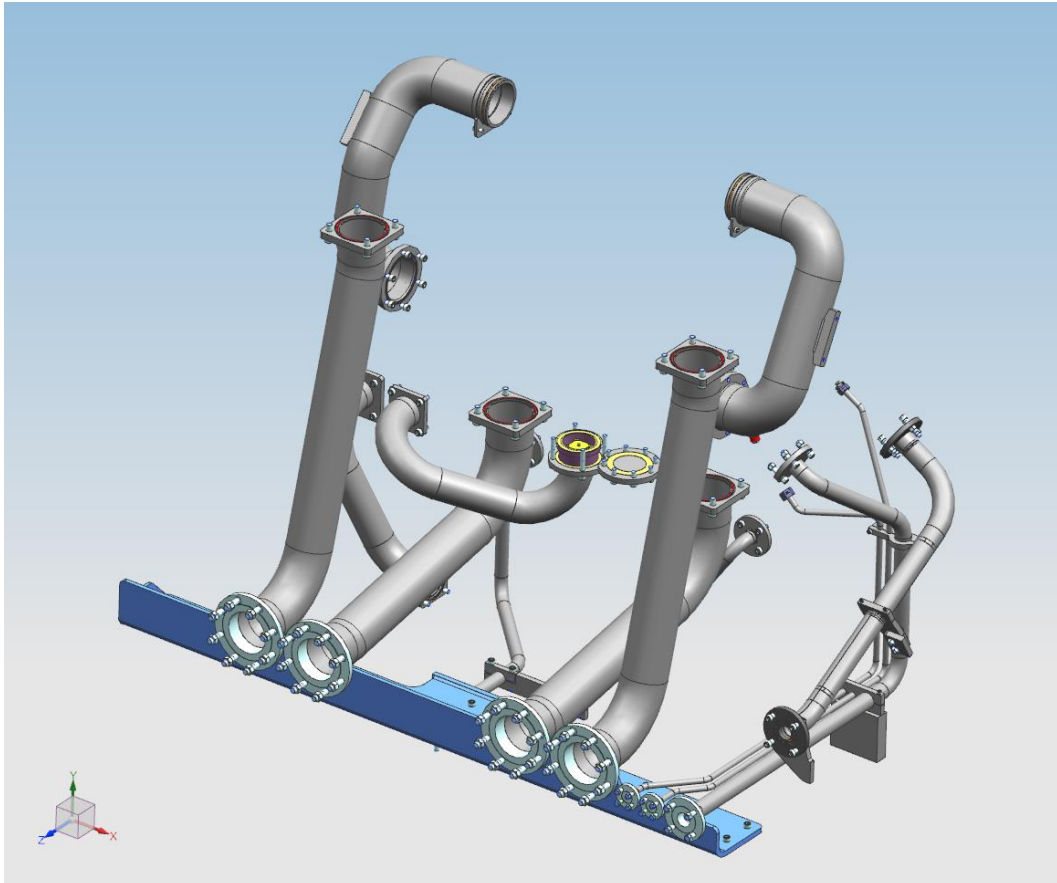
Taustakokoonpanoon valitaan osia, jotka ovat joko suoraan kosketuksissa putkipäädyn, tai ne saattavat rajoittaa putkien reittejä. Taustakokoonpanoon pyritään valitsemaan sopiva määrä osia. Liian vähillä osilla saattaa putkien reittien kannalta jäädä puuttumaan oleellista tietoa. Mikäli taustakokoonpanoon taas valitsee paljon ylimääräisiä osia, tulee 3D-mallista hyvin raskas pyörittää.

3.1 Ensimmäinen konsepti

Uuden putkipäädyn konseptointi aloitettiin putkikokoonpanon tuesta, koska tuen etureunan sijainti täytyi pysyä samana. Näin tukeen kiinnitettävät putket tulevat olemaan oikeassa kohdassa apulaitemoduulin nähden. Kun tuki oli alustavasti valmis, oli helpompaa siirtyä putkien konseptointiin.

Putkien konseptoinnissa järkevintä oli aloittaa isoimmista putkista, koska niiden osalta suunnitteluohje rajoitti putkien reittiä. Tämän jälkeen edettiin putkiin, joille suunnitteluohje ei ollut rajoittava tekijä.

Ensimmäisen konseptin valmistuttua pidettiin palaveri, jossa käytiin läpi tehdyt muutokset (**Kuva 4.**). Vesi- ja voiteluöljyputkien osalta konsepti hyväksyttiin ja siirryttiin detaljisuunnitteluun. Kaasu- ja ilmaputkille päivitettiin vaatimuslistaa, jonka mukaan konseptia lähdettiin jatkamaan (LIITE 2).



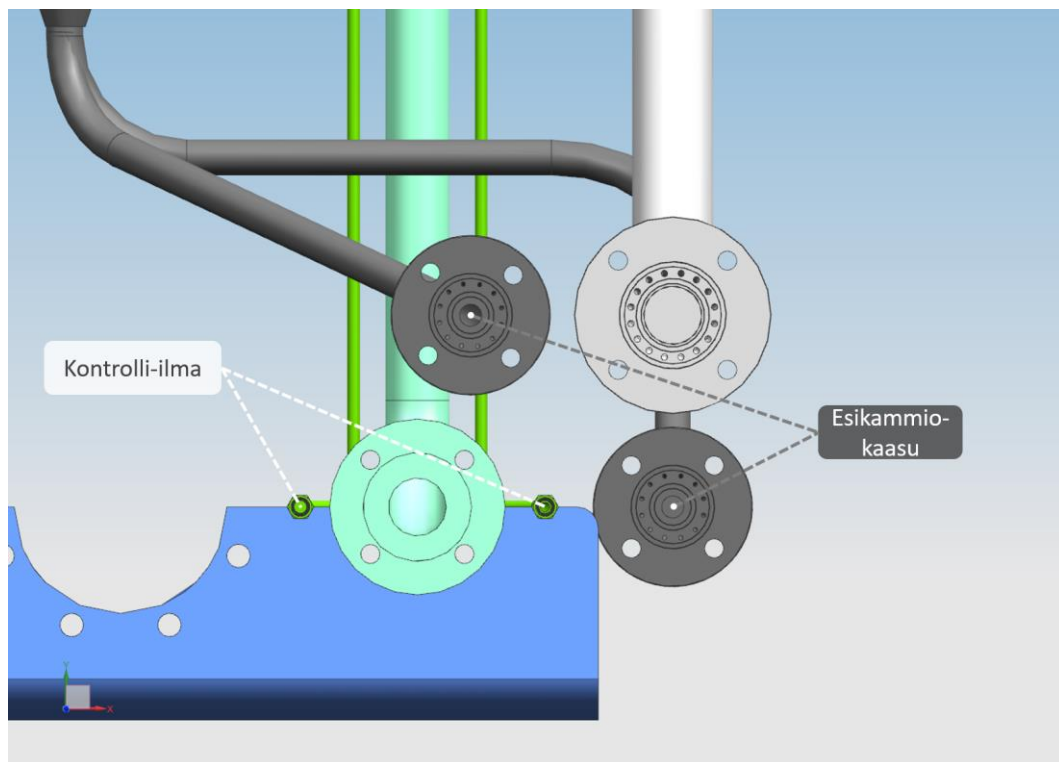
Kuva 4. Ensimmäinen konsepti.

3.2 Toinen konsepti

Ensimmäisen konseptin ja päivitetyn vaatimuslistan perusteella lähdettiin kehittämään toista konseptia. Käynnistys- ja kontrolli-ilmaputket haluttiin siirtää samalle korkeudelle kuin vesiputket. Kontrolli-ilmaputken halkaisija haluttiin muuttaa 12 millimetriseksi ja laippa korvata putkiliittimellä. Sen lisäksi kontrolli-ilmaputkelle haluttiin kokeilla eri reittivaihtoehtoja.

Kaasuputket haluttiin pitää lähellä toisiaan, mutta esikammiokaasuputki ei saanut olla suoraan pääkaasuputken yläpuolella. Tällöin apulaitemoduulista liitettävät kaasuletkut risteävät. Esikammiokaasuputki haluttiin valmistaa pääkaasuputken mukaisesti tuplaseinämäisenä. Myös esikammiokaasuputken reitille haluttiin kokeilla eri vaihtoehtoja.

Konseptointi aloitettiin tuplaseinämäisestä pääkaasuputkesta, koska putken reittiä rajoitti suunnitteluohje. Tuplaseinämäisen esikammiokaasuputken osalta laipalle on kaksi mahdollista sijaintia, pääkaasuputken vasemmalla puolella tai alapuolella. Käynnistysilmaputken osalta laippaa ei voi siirtää enempää vasemmalle, tai putken valmistaminen vaikeutuu. Kontrolli-ilmaputken liittimille on kaksi mahdollista sijaintia, joko vasemmalla tai oikealla puolella käynnistysilmaputkea. Kuvassa 5 on mahdolliset laippojen ja liittimien sijainnit.



Kuva 5. Laippojen ja liittimien sijaintien konsepti.

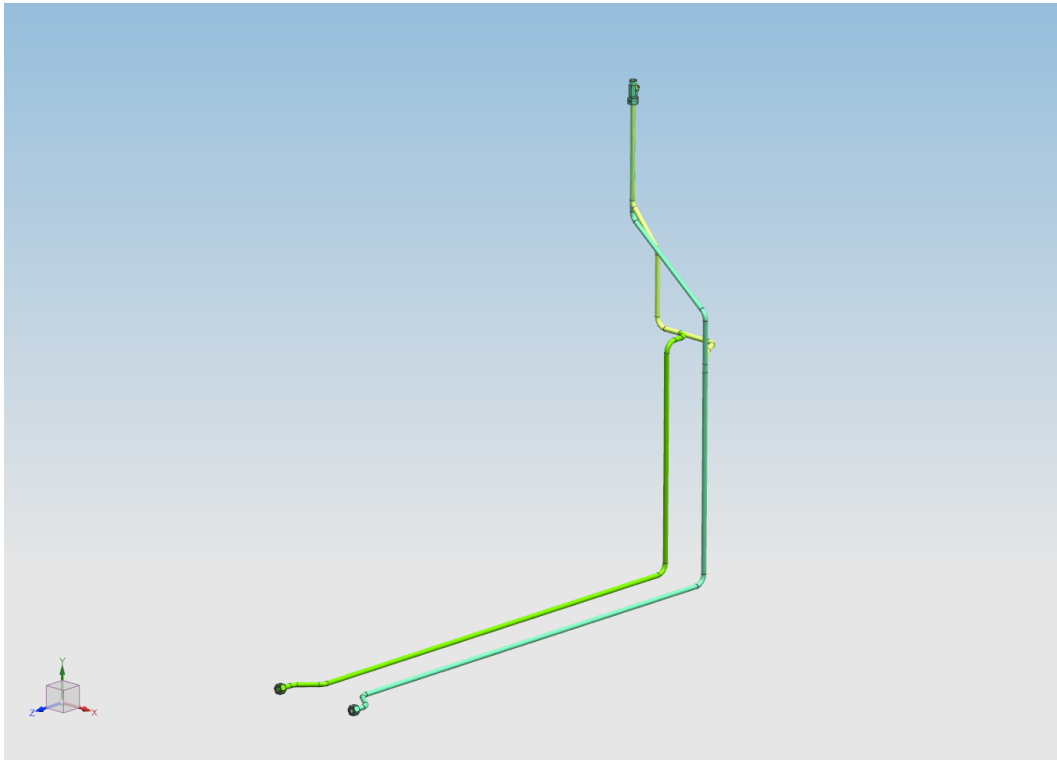
Laippojen sijainnin konseptoinnin jälkeen siirryttiin putkien reittien konseptointiin. Esikammiokaasuputken laippojen sijainnit rajaavat myös putken reitin kahteen mahdolliseen (**Kuva 6.**). Mikäli reitti kulkee pääkaasuputken vasemmalla puolella,

täytyy putken kääntyä alun jälkeen suoraan kohti liitinpintaa. Reitit ei ole mahdollista kulkea pidempään pääkaasuputken vieressä. Toinen vaihtoehto on, että putken reitti kulkee suoraa pääkaasuputken alapuolella, jonka jälkeen putki tekee kaksi 90° käännoästä. Kyseinen vaihtoehto on parempi putken reitin osalta, sen lisäksi detailisuunnitteluun siirryttäessä putkien pidikkeiden suunnittelu on helpompaa.



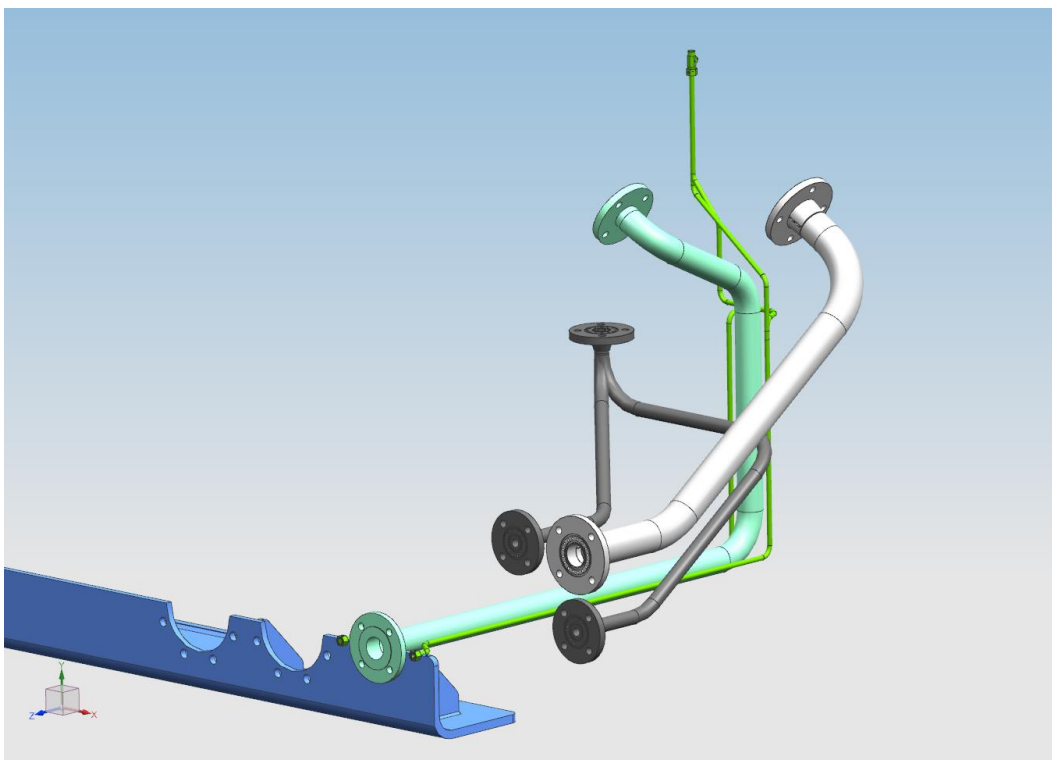
Kuva 6. Esikammiookaasuputken reitit.

Kontrolli-ilmaputkelle on kolme mahdollista vaihtoehtoa, joista jokaisella on etunsa (**Kuva 7.**). Mikäli putki kulkee käynnistysilmaputken vasemmalla puolella, on loppureitti helpommin suunniteltavissa. Mikäli putki kulkee oikealla puolella, on putken sijainti paremmalla paikalla apulaitemoduulin suhteen. Putken loppureitin osalta joudutaan tekemään lisämutka, koska käynnistysilmaputki on edessä.



Kuva 7. Kontrolli-ilmaputken reitit.

Toisen konseptin valmistuttua pidettiin palaveri, jossa esiteltiin suunnitellut vaihtoehdot eri putkille (**Kuva 8.**). Esikammiokaasuputken konsepteista, valittiin pääkaasuputken alapuolella kulkeva vaihtoehto, joka myös jo suunnitellessa todettiin paremmaksi vaihtoehdoksi. Kaasuputkien sijaintiin ei kuitenkaan oltu tyytyväisiä, ja niiden osalta päivitettiin vaatimuslistaa (LIITE 3). Kontrolli-ilmaputkien konsepteista valittiin käynnistysilman oikealla puolella kulkeva versio. Putken tarkkaa sijaintia ei vielä pystytty sanomaan apulaitemoduuliin tehtävien muutosten seurauksena. Kontrolli-ilmaputken loppureitin osalta ei myöskään tehty valintaa.

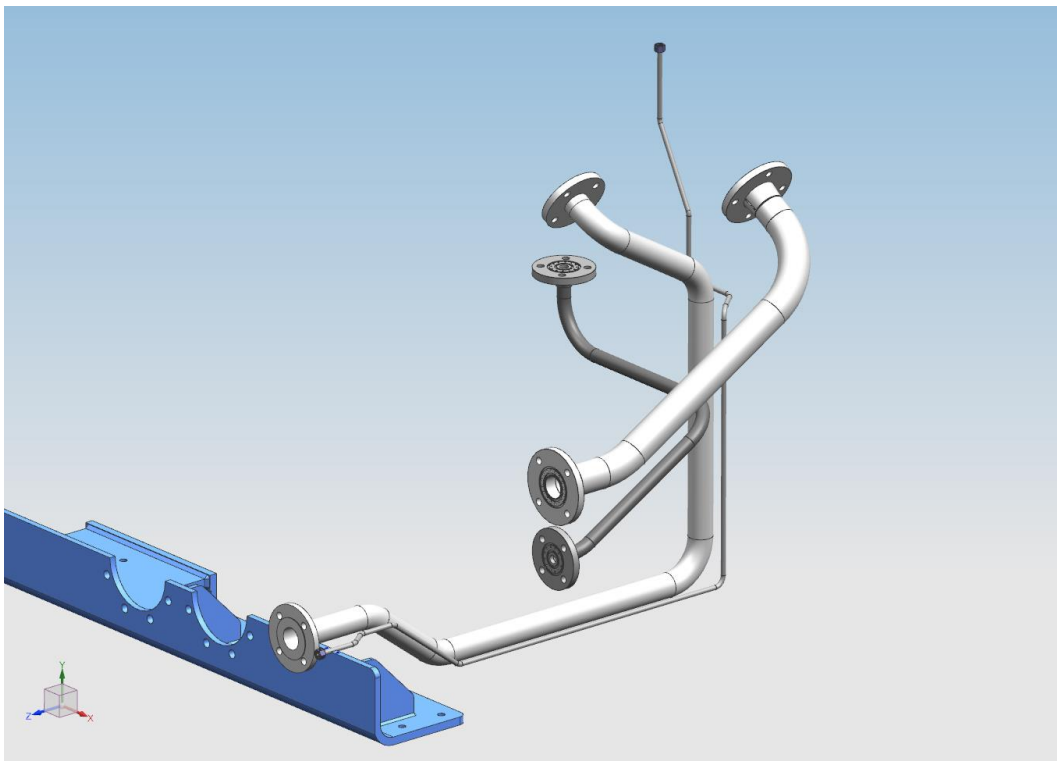


Kuva 8. Kontrolli-ilma- ja esikammiokaasuputkien konseptit.

3.3 Kolmas konsepti

Kolmatta konseptia lähdettiin kehittämään toisen konseptin ja päivitetyn vaatimuslistan pohjalta. Pääkaasuputken nostamista samalle korkeudelle apulaitemoduulin kaasuputken kanssa, haluttiin kokeilla. Mikäli nostaminen on mahdollista, on putkien yhdistäminen apulaitemoduuliin helpompaa. Ilmaputkien sijainnit haluttiin siirtää apulaitemoduulille paremmin sopiviksi. Näiden lisäksi kaasuputkille haluttiin tehdä adapteripala.

Kuvassa 9 on kolmas konsepti. Ilma- ja kaasuputkien paikat siirrettiin apulaitemoduulin kannalta sopiviin paikkoihin. Kolmatta konseptia ei ehditty opinnäytetyön aikana esitellä muille kuin apulaitemoduulin suunnittelusta vastaaville henkilöille.



Kuva 9. Kolmas konsepti.

Koska putkien vaatimukset muuttuivat konseptoinnin edetessä, päätettiin työn tilaajan kanssa rajata opinnäytetyötä. Ilma- ja kaasuputkien osalta, ei päästä piirustusten tekoon, vaan jäädään suunnitteluvaiheeseen. Myös adapteripala jää opinnäytetyön ulkopuolelle.

4 DETALJISUUNNITTELU

Konseptien hyväksymisen jälkeen aloitettiin suunnitteluvaihe. Detaljisuunnittelussa keskitytään nimensä mukaisesti yksityiskohtiin. Tällaisia ovat muun muassa osien viisteet, pyöritykset, reiät ja hitsisaumat. Sen lisäksi suunnitteluvaiheessa tehdään tarvittavat putkipidikkeet ja määritetään osien materiaalit.

Putkien tukien suunnittelulla eliminoidaan putkien värähtelyt. Erityisen vaarallisia ovat alle 100 Hz värähtelyt, joita ei saa esiintyä. Suunnitteluohjeessa on määritelty eri kokoisille putkille maksimietäisyydet pidikkeiden välillä. Putken halkaisijan kasvaessa, kasvaa myös tarvittavien pidikkeiden välinen etäisyys. Kaikkein pienimmille putkille pitää pidikkeitä olla alle metrin välein.

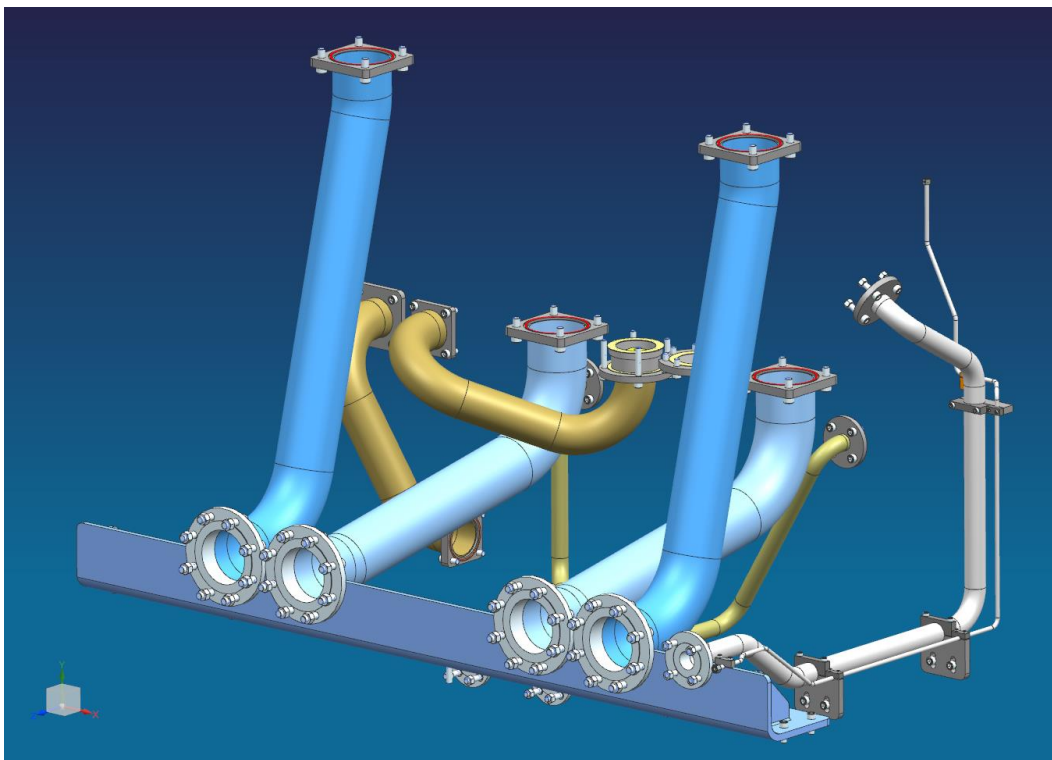
Wärtsilän moottorikokoonpanot koostuvat pelkästään moduulikokoonpanoista. Moduulien nimet ovat muotoa Mxxxx, esimerkiksi putkikokoonpanon moduuli on M0134. Moduulikokoonpanojen kanssa työskentely eroaa normaaleista kokoonpanoista. Moduulikokoonpanoihin tuodaan pelkästään muita kokoonpanoja ja osia, eikä niihin mallinneta mitään.

Valmis moduulikokoonpano paikoitetaan ennalta määrättyjen koordinaatistojen suhteen. Näin saadaan esimerkiksi putken laipan liitospinta paikoitettua oikein vastalaipan liitospinnan kanssa.

Viimeiseksi moduuleille luodaan NX:ssä Reference setit. Näiden perusteella moduulin osat ja kokoonpanot näkyvät määrättyllä tavalla eri tarkoituksissa. Esimerkiksi moottorikokoonpanossa moduulit näkyvät kevytmalleina. Näin muuten ison ja raskaan moottorikokoonpanon saa pyörimään sulavasti.

4.1 M0134-putkikokoonpano

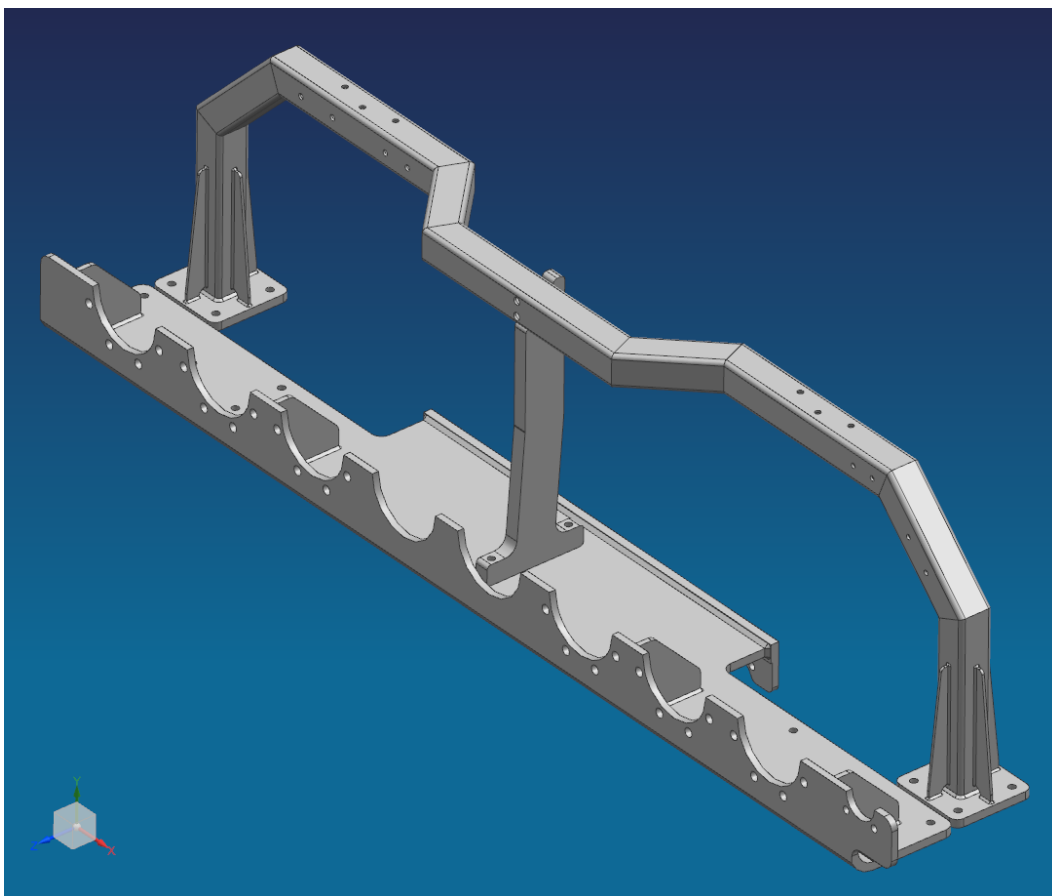
Moduulitason kokoonpanoon on tuotuna kaikki suunnitellut putket, pidikkeet ja tuki. Sen lisäksi on valittu oikeat ruuvit, mutterit ja tiivistet. Kuvassa 10 on uusi M0134-putkikokoonpano.



Kuva 10. M0134-putkikokoonpano.

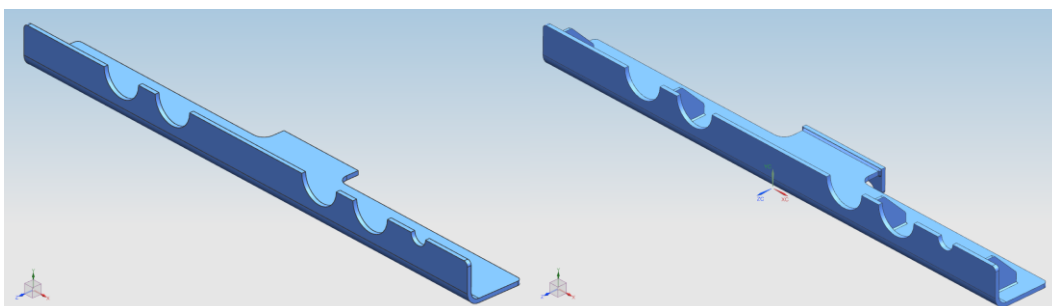
4.1.1 Tuki

Putkipäädyn optimoinnin seurauksena myös vanhasta tuesta poistetaan ylimääräisten laippojen ja ruuvien reiät. HT/LT -vesiputkien tukitangon havaittiin värähtelevän alle 100 Hz taajuudella, joten myös se haluttiin poistaa. Kuvassa 11 on vanha tuki ja tukitanko.



Kuva 11. Vanha tuki ja tukitanko.

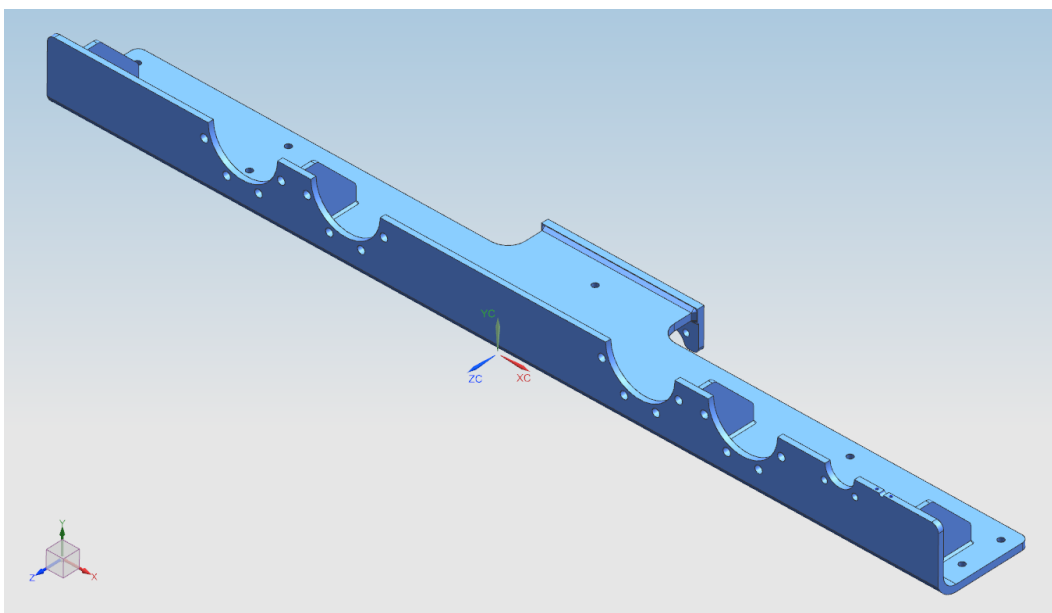
Valmistusta varten tuesta tehtiin kolme 3D-mallia: ohutlevyosa, hitsauskokoontapano ja koneistuskokoontapano. Ensimmäiseksi 20 mm ohutlevy leikataan haluttuun muotoon. Tämän jälkeen levy taivutetaan 90° kulmaan. Hitsauskokoontapanossa taivutettuun levyyn lisätään neljä etureunan tukea ja öljyputkien pidike. Kuvassa 12 on ohutlevyosa ja hitsauskokoontapano.



Kuva 12. Vasemmalla ohutlevyosa, oikealla hitsauskokoontapano.

Kolmannessa vaiheessa, eli koneistuskokoonpanossa, tehdään kaikki koneistukset. Tuen etureunasta ja öljyputkien pidikkeestä koneistetaan 4 mm, jotta pinnoista saadaan tasaiset. Laipallisille putkille koneistetaan ruuvien läpireiät. Kontrolli-ilma-putkelle koneistetaan ura ja sen kummallekin puolelle kierrereiät kannaketta varten.

Tuen pohjalle koneistetaan läpireiät moottorin alustaan kiinnitystä varten. Sen lisäksi tuesta määritettiin NX:n avulla massakeskipiste, jonka perusteella tuen pohjaan tehdään nostoreiät. Uuden tuen päämitat pysyivät lähes samoina vanhaan tukeen verrattuna. Kuvassa 13 on uusi tuki.



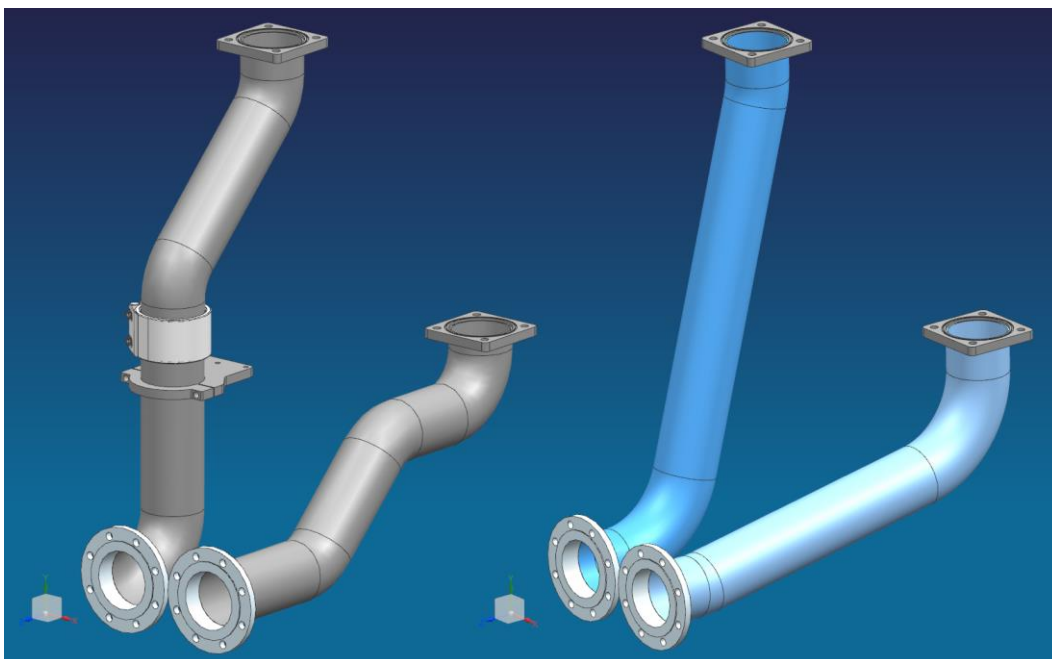
Kuva 13. Koneistuskokoonpano.

4.1.2 Vesiputket

Vanhat vesiputket valmistetaan 90° ja 45° standardikäyristä ja suorasta putkesta yhteen hitsaamalla. Sen lisäksi vanha sisäänmenovesiputki valmistetaan kahdesta eri putkesta, joiden välissä on Teekay-putkiliitin. Käytetyn liittimen etuna on kahden putken yhdistäminen ilman laippoja /6/. Poistovesiputket ovat tuettuina tukitankoon.

Uudelle tulovesiputkelle Teekay-liitintä pidettiin kalliina ja tarpeettomana, joten se poistettiin. Uudet vesiputket valmistetaan yhdestä putkesta, joka taivutetaan oike-

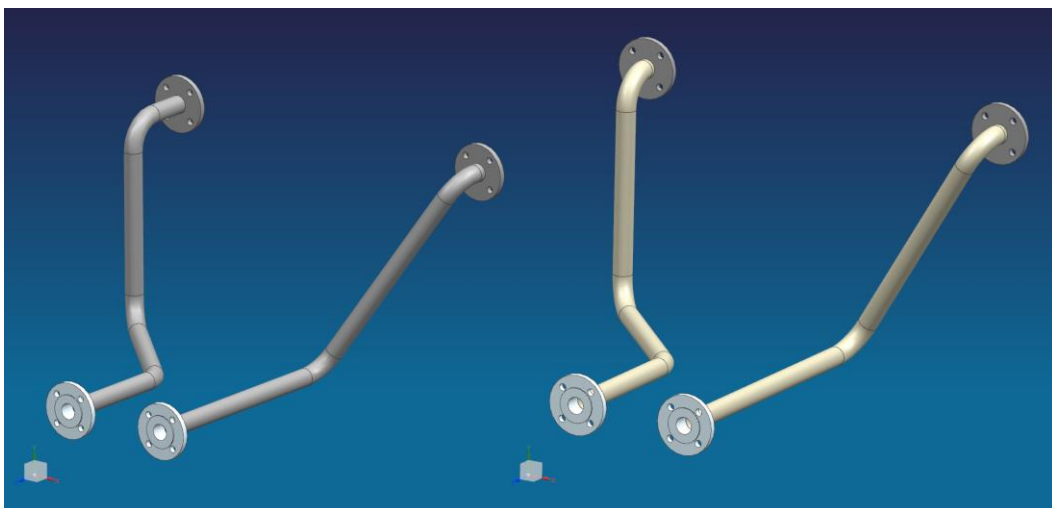
aan muotoon. Taivutetun putken etuna on edullisempi hinta, mutta putken taivutusohjeet rajoittavat suunnittelua. Taivutetuille putkille pidettiin tuentaa turhana, joten putkille ei suunniteltu pidikkeitä. Kuvassa 14 on vanhat ja uudet vesiputket.



Kuva 14. Vasemmalla vanhat vesiputket, oikealla uudet.

4.1.3 Öljyaltaan putket

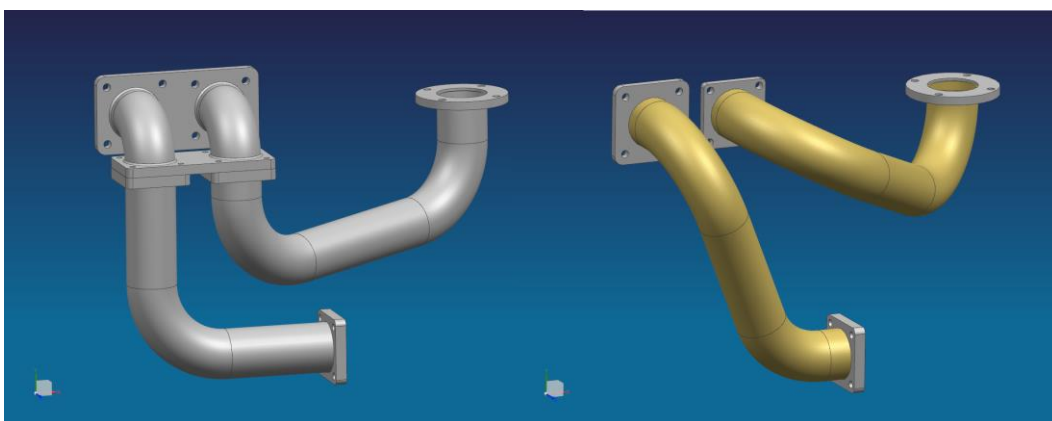
Suunnitteluvaiheen aikana W20V31SG-moottorin öljyallas ja öljyaltaan putki päivittyivät, minkä seurauksena voiteluöljyputkien reitteihin täytyi tehdä pieniä muutoksia. Samalla putkien taivutussäteet muutettiin vastaamaan suunnitteluohjetta. Kuvassa 15 on vanhat ja uudet voiteluöljyputket.



Kuva 15. Vasemmalla vanhat öljyaltaan putket, oikealla uudet.

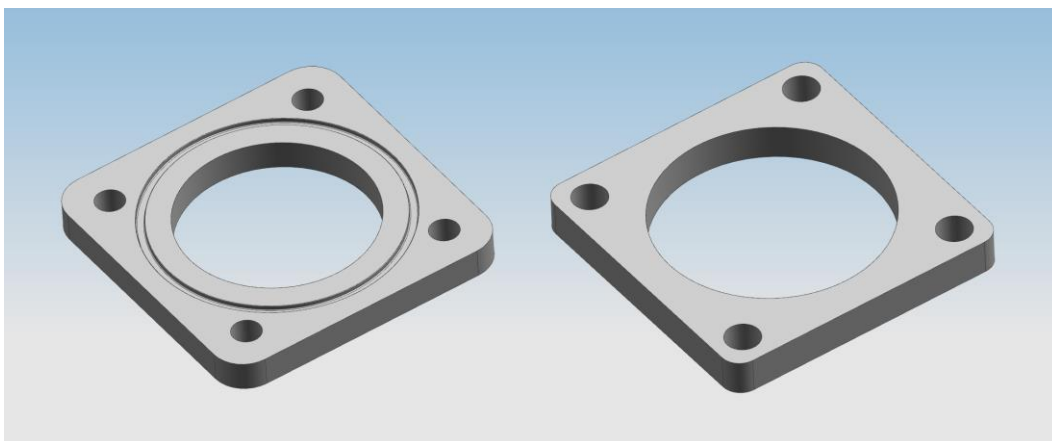
4.1.4 Voiteluöljypumpun putket

Voiteluöljyputkien osalta haluttiin poistaa kallis 90° kulmapala. Poiston seurauksena putkien reitit suunniteltiin uudestaan. Suunnitteluohje ja tulovesiputket jättivät voiteluöljyputkille vain yhden mahdollisen reitin. Kuvassa 16 on vanhat ja uudet voiteluöljyputket.



Kuva 16. Vasemmalla vanhat voiteluöljypumpun putket, oikealla uudet.

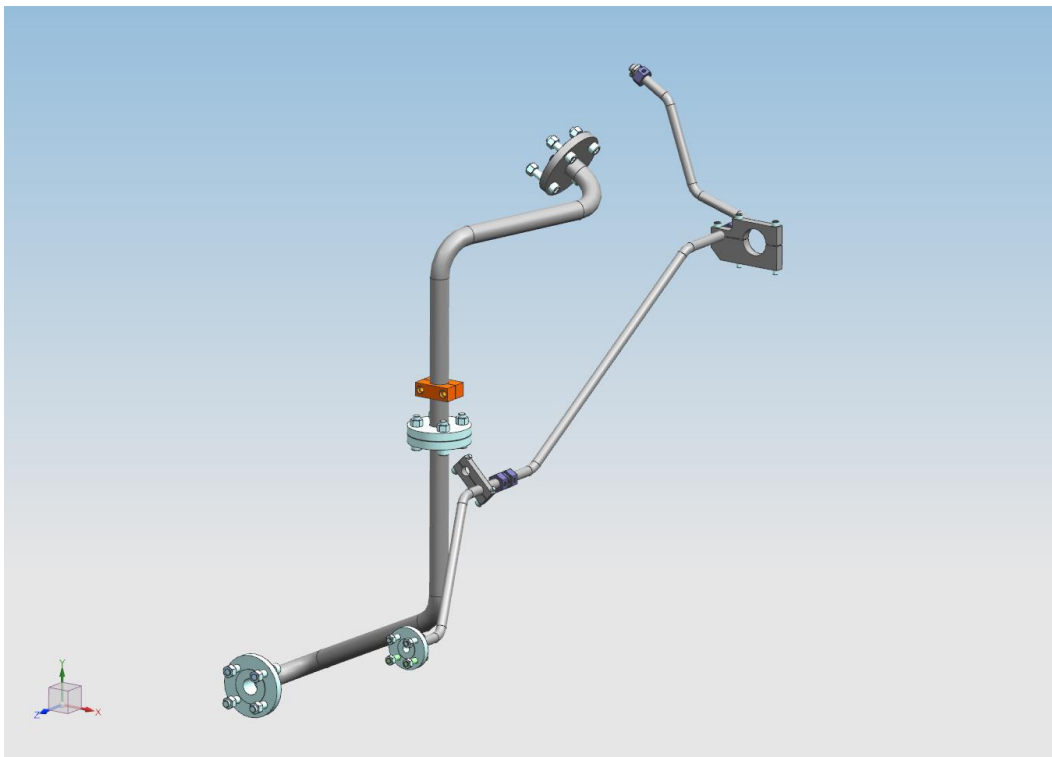
Voiteluöljypumpun liitinpinnan ruuvikehä on tilan säästämiseksi suunniteltu normaalia pienemmäksi. Tämän seurauksena ei putkien laippoina voi käyttää standardilaippoja, vaan oli suunniteltava uudet (**Kuva 17.**). Toinen laippa on tasainen liitinpinnaltaan. Toiseen laippaan koneistetaan o-rengasura, joka on vastaavan kokoinen kuin 90° kulmapalan ura.



Kuva 17. O-rengasurallinen laippa vasemmalla ja tasainen laippa oikealla.

4.1.5 Ilmaputket

Vanha käynnistysilmaputki on sijoitettuna voiteluöljyputkien viereen ja se valmistetaan kahdesta eri putkesta, jotka liitetään yhteen laipoilla. Kontrolli-ilmaputki valmistetaan kolmesta putken pätkästä, jotka liitetään yhteen liittimillä. Käynnistys- ja kontrolli-ilmaputket ovat tuettuna tukitankoon. Kuvassa 18 on vanhat ilmaputket.



Kuva 18. Vanha käynnistys- ja kontrolli-ilmaputki.

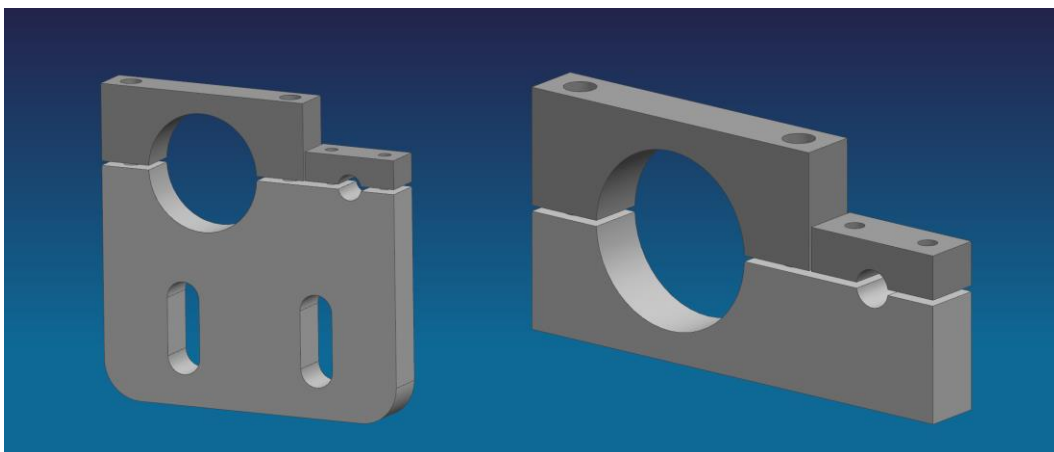
Uusien ilmaputkien koot muutettiin vastaamaan loppulinjoja. Uusi käynnistysilmaputki valmistetaan DN 50 -putkesta ja kontrolli-ilmaputki 12 mm putkesta. Putkikoon muutoksen seurauksena suunniteltiin käynnistysputkelle uusi laippa. Kontrolli-ilmaputken laippa korvattiin Ermeto-putkiliittimellä.

Käynnistysilmaputki siirrettiin öljyputkien vierestä vesiputkien viereen ja se valmistetaan jatkossa vain yhdestä putkesta. Kontrolli-ilmaputken paikka pysyi lähes samana. Todennäköisesti vanhaan putkeen verrattuna myös uusi kontrolli-ilmaputki valmistetaan useammasta pätkästä, mutta suunnitteluvaiheessa ei päästy niin pitkälle. Uusien ilmaputkien reitit mukailevat moottorin alustan muotoja. Kuvassa 19 on uusi käynnistys- ja kontrolli-ilmaputki.



Kuva 19. Uusi käynnistys- ja kontrolli-ilmaputki.

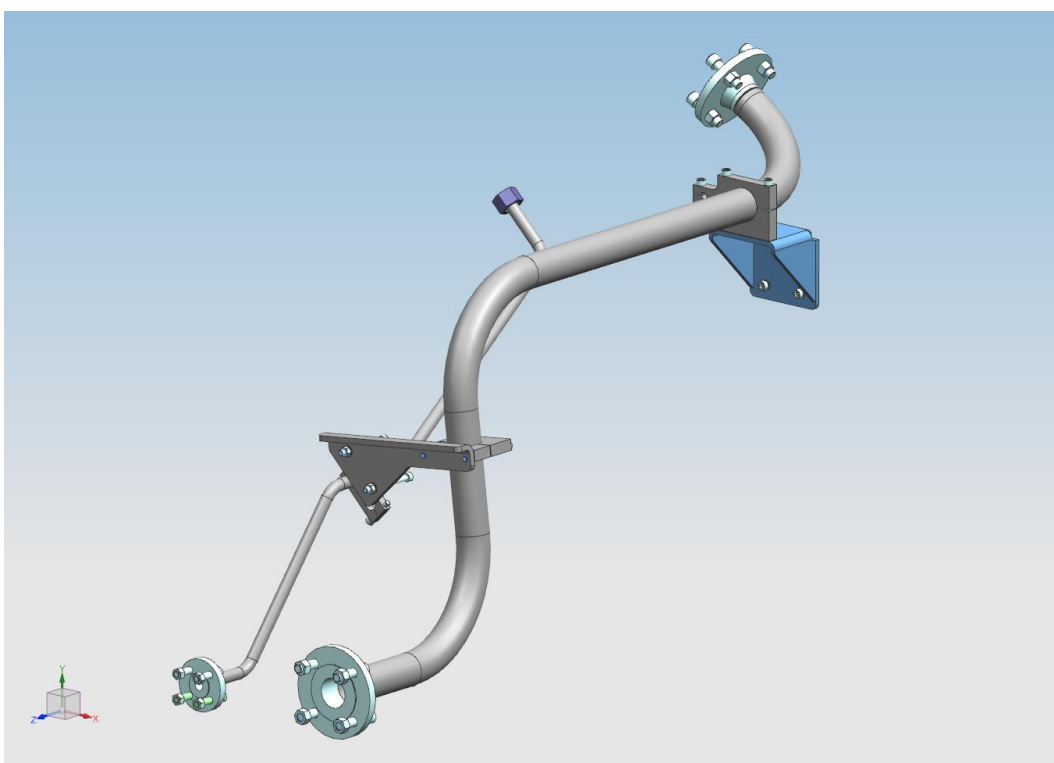
Koska ilmaputket ovat niin pitkät, täytyy niille suunnitella myös pidikkeet (**Kuva 20.**). Moottorin alustan pohjaan kiinnittyville pidikkeille haluttiin tehdä säätövara, kuvassa vasemmalla. Näin mahdollisista alustan ja putkien epätarkkuuksista riippumatta putket saadaan asennettua. Alustan reunaan kiinnitetään kuvan oikeanpuoleinen pidike.



Kuva 20. Ilmaputkien pidikkeet.

4.2 M0169-kaasuputket

Moduuli koostuu pääkaasuputkesta ja esikammio-kaasuputkesta. Vanhat kaasuputket valmistetaan yksiseinämaisinä ja ovat tuettuina tukitankoon. Kuvassa 21 on vanha esikammio- ja pääkaasuputki.

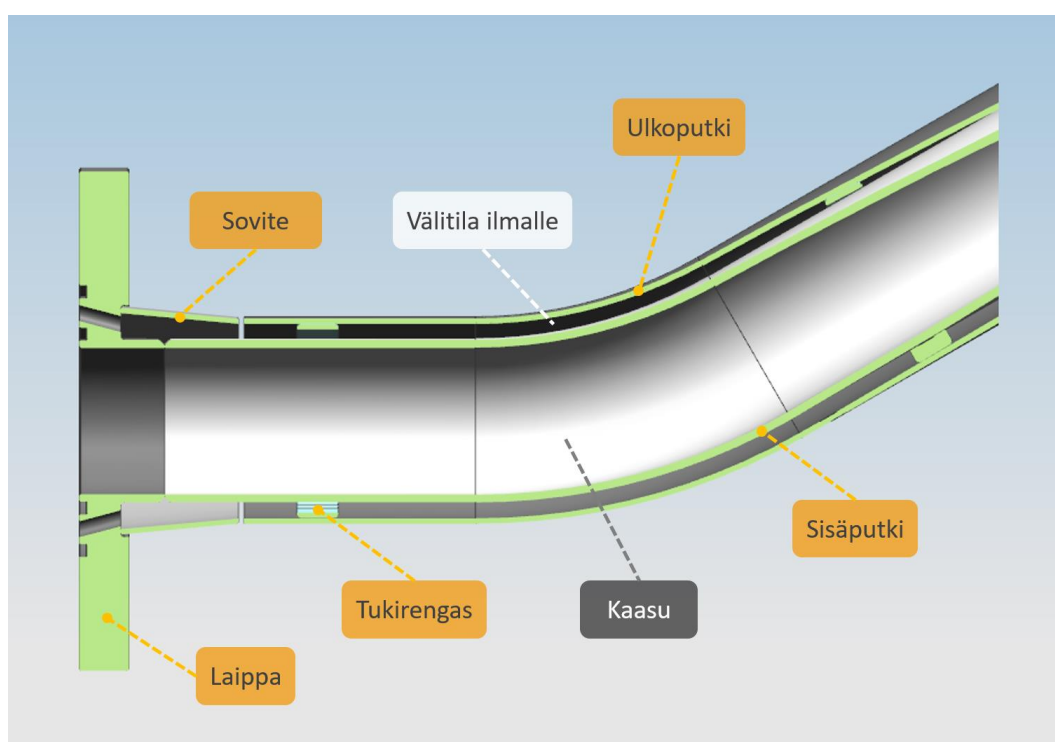


Kuva 21. Vanha esikammio- ja pääkaasuputki.

Kaasuputkien osalta suunnittelussa jäätin konseptivaiheeseen, joten opinnäytetyössä esitellään kaasuputkien konseptit, mutta ei moduulikokoonpanoa. Työ kaasuputkien parissa jatkuu opinnäytetyön jälkeenkin.

4.2.1 Tuplaseinämäinen kaasuputki

Tuplaseinämäinen kaasuputki koostuu sisä- ja ulkoputkesta (**Kuva 22.**). Sisäputkessa virtaa kaasu, välitila taas on ilman virtaukselle. Sisäputken vuotaessa, kaasu virtaa välitilaan, josta se havaitaan ja kaasunsyöttö katkaistaan.



Kuva 22. Tuplaseinämäisen kaasuputken rakenne.

Kaasuputkien tuplaseinäisyys valmistetaan taivuttamalla ensiksi sekä sisä- että ulkoputki erikseen, jonka jälkeen sisäputkeen hitsataan tukirenkaita tukemaan ulkoputkea. Sen jälkeen sisäputki hitsataan kiinni laippoihin. Ulkoputki leikataan kahtia putken taivutusten suuntaisesti ja hitsataan sisäputkeen kiinni. Viimeiseksi ulkoputki, sovitteet ja laipat hitsataan yhteen.

4.2.2 Pääkaasuputki

Merimoottoreille löytyy pääkaasuputki jo tuplaseinämäisenä ja loppukaasulinjan osalta se otetaan käyttöön myös W20V31SG-voimalaitusmoottorissa. Putkipäädyn pääkaasuputken suunnittelussa pyrittiin hyödyntämään merimoottoreiden jo olemassa olevaa tuplaseinämäistä pääkaasulinjaa. Putken toiseen päähän on jo valmiina o-rengasurallinen laippa, mutta putken toiseen päähän suunniteltiin vasta-laippa. Kuvassa 23 on uusi konseptivaiheessa oleva tuplaseinämäinen pääkaasuputki.



Kuva 23. Tuplaseinämäinen pääkaasuputki.

4.2.3 Esikammiokaasuputki

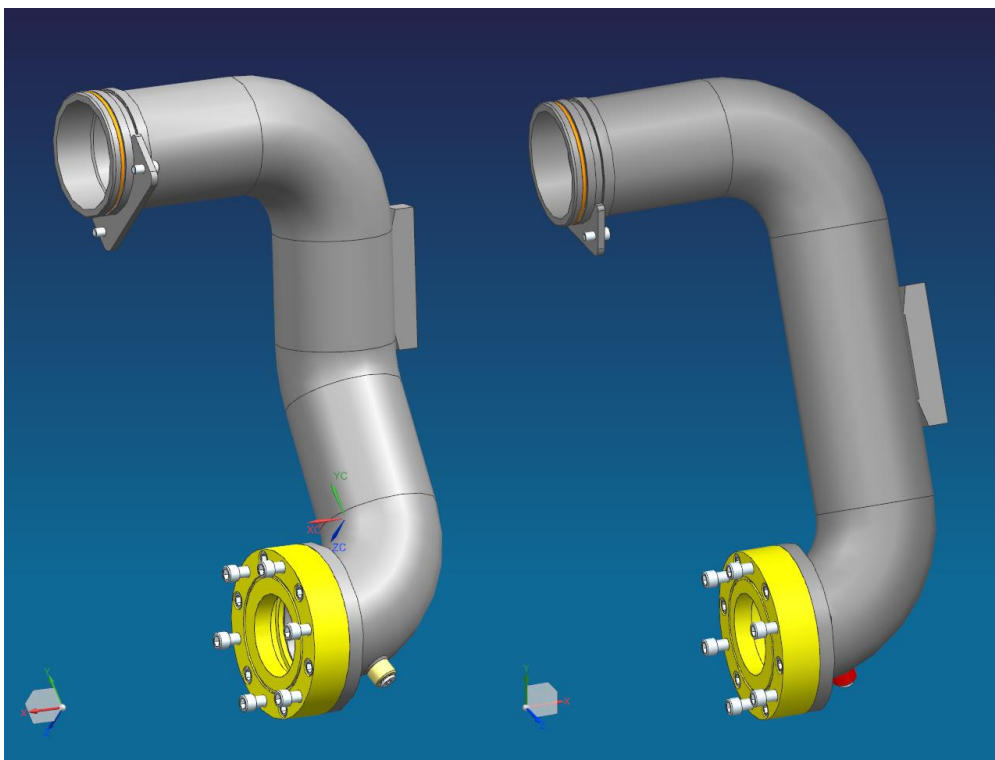
Esikammiokaasulinja on vielä Wärtsilän osalta konseptivaiheessa. Sen lisäksi putkien kokoihin saattaa tulla vielä muutoksia. Näiden seurauksena ei myöskään opinäytetyössä päästy valmiiseen lopputulokseen. Kuvassa 24 on uusi konseptivaiheessa oleva tuplaseinämäinen esikammiokaasuputki.



Kuva 24. Tuplaseinämäinen esikammiokaasuputki.

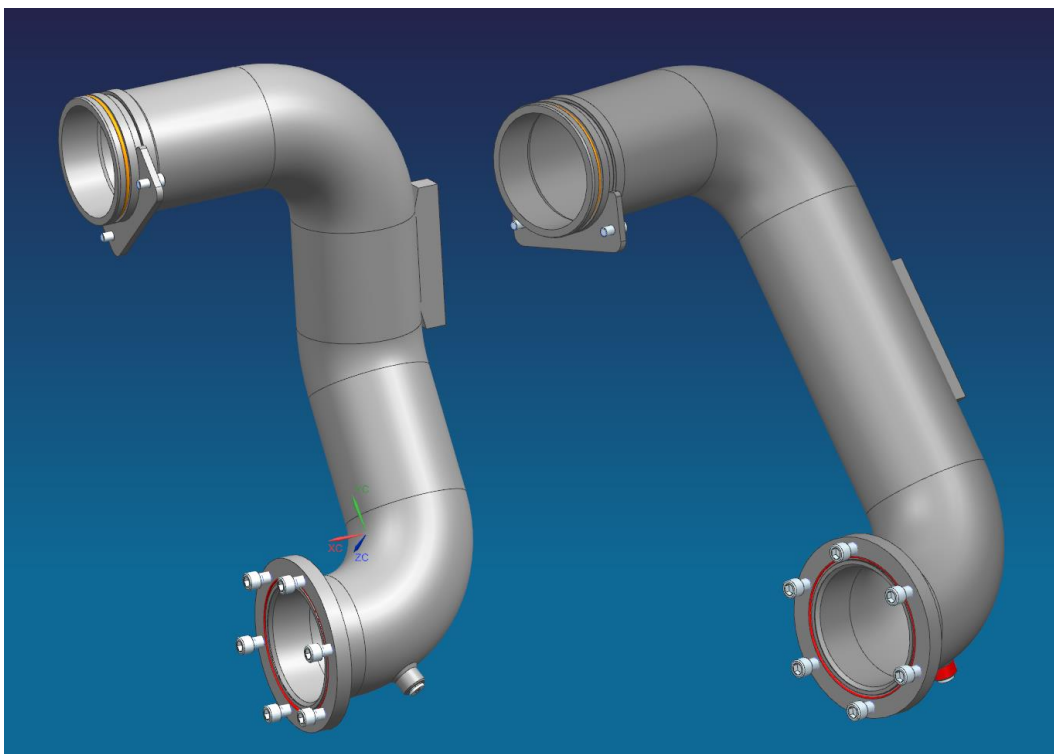
4.3 M0096 HT- ja M0097 LT-vesiputket

Kuvassa 25 on vanhat M0096 HT- ja M0097 LT-vesiputket. Vanhoista HT- ja LT-vesiputkista haluttiin kustannussyistä poistaa takaiskuventtiili, joka on kuvassa keltaisella.



Kuva 25. Vanhat vesiputket, vasemmalla M0096 HT ja oikealla M0097 LT.

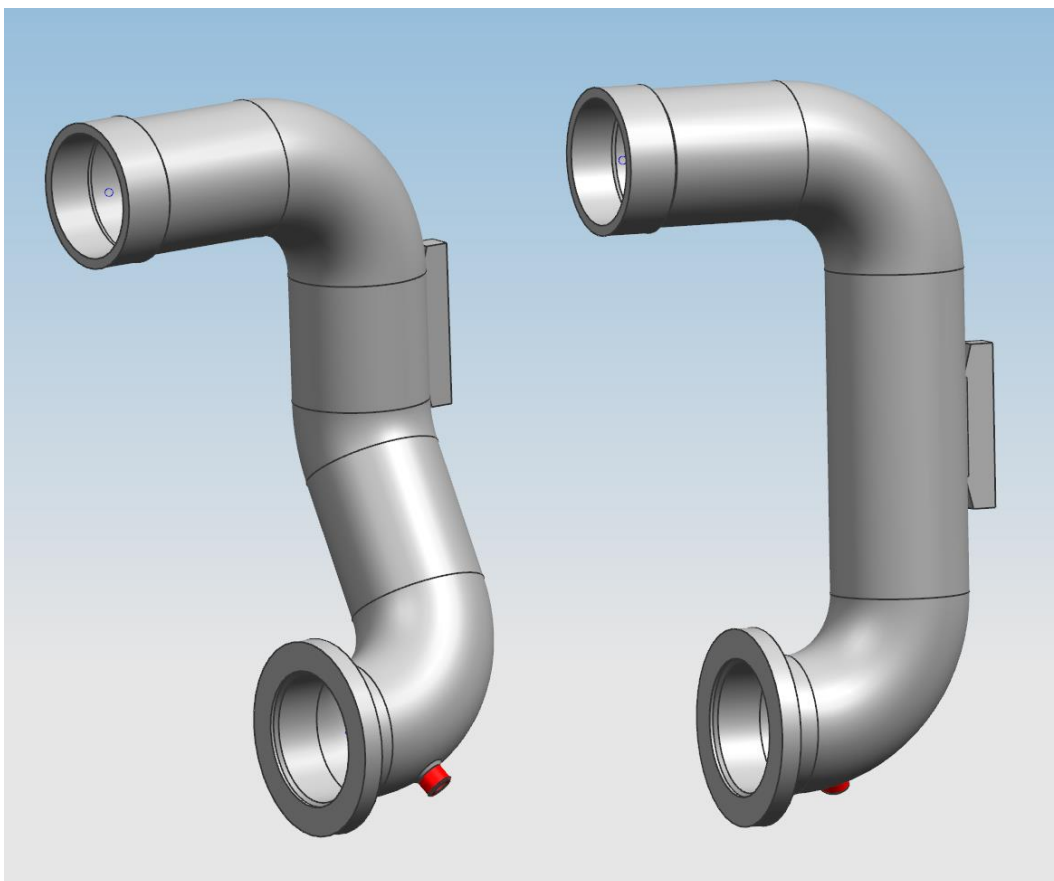
Venttiilin poiston seurauksena vesiputkia jatkettiin venttiilin pituuden verran. Pii-
rustusten tekoa ja valmistamista varten vesiputkista tehtiin kolme kokoonpanoa.
Ensimmäiseksi vesiputket hitsataan, jonka jälkeen hitsauskokoontenille tehdään
tarvittavat koneistukset. Viimeiseksi on HT- ja LT-vesiputkien moduulikokoonpa-
not, joihin on tuotuna koneistuskokoonpanot, o-renkaat ja ruuvit (**Kuva 26.**).



Kuva 26. Valmiit M0096 HT ja M0097 LT -moduulikokoonpanot.

4.3.1 Hitsatut kokoonpanot

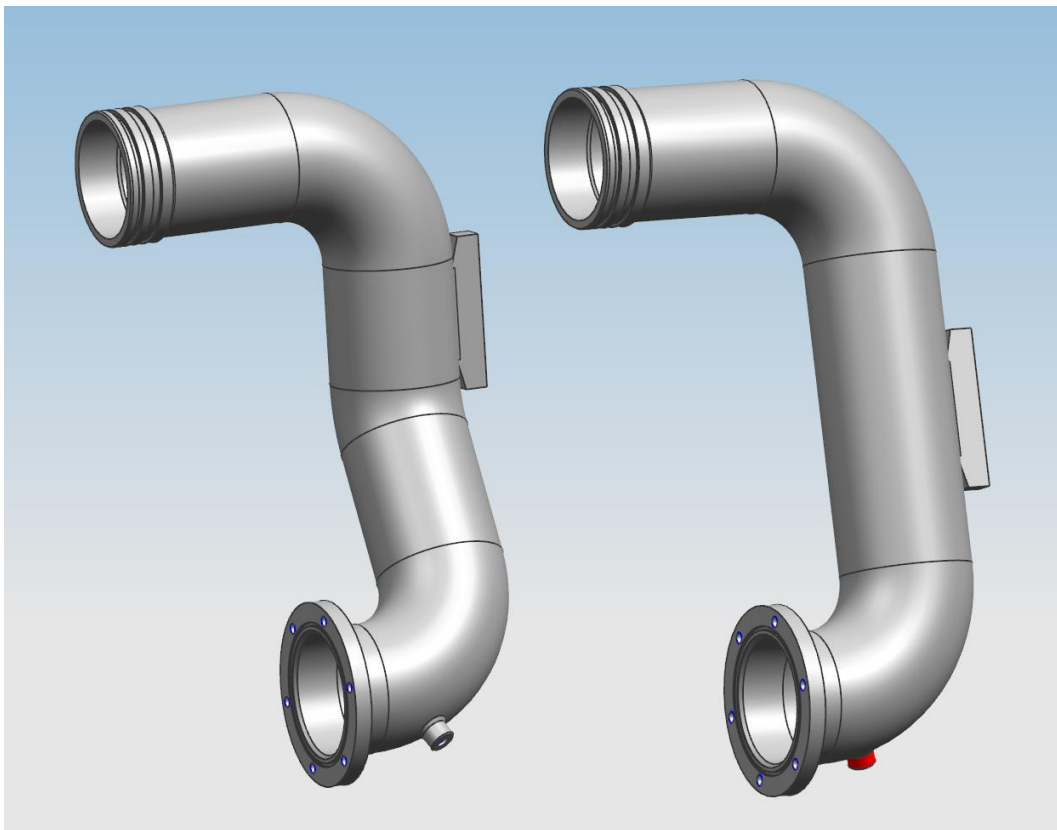
Kuvan 27 kokoonpanossa on kaikki hitsatut komponentit. Vesiputkien valmistamista yhdestä taivutetusta putkesta tutkittiin, mutta valmistaminen ei ole mahdollista taivutustenvälisen etäisyyden takia. HT-vesiputki valmistetaan hitsaamalla suoraa putkea ja 90° sekä 30° käyriä yhteen. LT-vesiputki valmistetaan suorasta putkesta ja 90° käyristä.



Kuva 27. Hitsauskokoontimet, oikealla HT- ja vasemmalla LT-vesiputki.

4.3.2 Koneistetut kokoonpanot

Koneistuskokoonpanossa on koneistettuna kaikki tarvittavat pinnat (**Kuva 28**). Putkien kumpaankin päähän koneistetaan o-rengasurat, sen lisäksi koneistetaan urat pidikkeille ja kierteet nostamista varten. HT- ja LT-vesiputkille on tarkat toleranssit. Jotta vaadittuun tarkkuuteen päästään, on putket koneistettava vasta hitsauksen jälkeen.



Kuva 28. Koneistuskokoonpanot, oikealla HT- ja vasemmalla LT-vesiputki.

4.4 Moottorin alustan muutokset

Moottorin alustan suunnittelusta ja siihen tehtävistä muutoksista vastaa Energy Solutions. Tuen, ilmaputkien ja kaasuputkien osalta alustaan täytyy tehdä muutoksia. Kaasu- ja ilmaputkien jäädessä kesken, ei ES:ään otettu yhteyttä opinnäytetyön aikana.

Detaljisuunnittelun aikana ilmaputkille suunniteltiin pidikkeet. Sen lisäksi myös kaasuputket tulevat tarvitsemaan alustan sivulevyyn kiinnittyvät pidikkeet. Kun putket valmistuvat, tehdään ES:lle ehdotelma tarvittavista putkien kiinnityspisteistä.

5 TEKNISET PIIRUSTUKSET

3D-mallien valmistuttua siirryttiin teknisten piirustusten tekoon (LIITTEET 4-22). Piirustuksissa ilmoitetaan kaikki tarvittava tieto, jotta valmistaminen on mahdollista. Tällaista tietoa ovat muun muassa mitat ja toleranssit, koneistukset, hitsit ja materiaalit. /7-12/

5.1 Toleranssit

Toleranssien tehtävä on antaa kappaleen mitoille sallittu liikkumavara. Yleensä toleransseja käytetään tarkentamaan yleistoleranssia. Osan toimivuuden kannalta epäoleellisille mitoille annetaan löysemmät toleranssit. Mitä tarkempia toleransseja käytetään, sitä kalliimmaksi myös valmistaminen tulee. Toleransseja antaessa on siis syytä miettiä, mitkä mitat ovat tärkeitä ja mitkä eivät. Sen lisäksi myös osan valmistustapa vaikuttaa toleransseihin. Esimerkiksi termisellä leikkauksella valmistetuille ohutlevyille on epätarkemmat toleranssit verrattuna koneistettuihin kappaleisiin.

5.2 Piirustusohjeet

Tekniset piirustukset tehdään vastaamaan Wärtsilän piirustuskäytäntöjä. Näin piirustukset ovat yhtenäisiä myös muiden piirustusten kanssa. Komponentin valmistusmenetelmät määrittelevät piirustuksen sisältöä. Sen lisäksi vaikuttaa, onko kyseessä pelkän komponentin piirustus, vai esimerkiksi moduulitason piirustus.

Useimmille kokoonpanoille ja osille tarvitaan vain yksi piirustus. Mikäli osan tai kokoonpanon valmistamiseksi käytetään useampaa valmistusmenetelmää, tarvitaan myös useampi piirustus. Sen lisäksi osat tai kokoonpanot ovat osana moduulipiirustusta. Esimerkiksi tuen valmistamiseksi tarvitaan kolme piirustusta eri valmistusmenetelmien takia; leikkaus ja taivutus, hitsaus sekä koneistus.

Putkien piirustusten osalta suunnitteluohje on muuttunut, joten piirustukset täytyy tehdä eri tavalla kuin aikaisemmin. Uusien ohjeiden mukaan putkikokoonpanossa esitetään kuvannot sekä kokoonpanosta että pelkästä putkesta. Sen lisäksi on oltava

isometrinen kuvanto, johon osoitetaan putkien taivutusten kohdat sekä osaluettelossa olevat osat. Mikäli putkelle on pidike, pitää sen sijainti olla mitoitettuna. Myös putken koko vaikuttaa tarvittaviin mittoihin.

Putkien piirustuksiin luotiin NX:ssä Pipe Bending Table -työkalulla koordinaattitaulukko, josta ilmenee kaikkien taivutusten sijainnit, käytetyt taivutussäteet ja putken pituus. Koneistettavien ja hitsattavien osien kohdalla piirustukseen lisätään toleranssitaulukko. Sen lisäksi piirustuksessa on yleensä maininta laatuohjeista, määluuksesta tai testaamisesta.

5.3 Muutosilmoitus

Kun koko moduulin kaikki 3D-mallit ja piirustukset saatiin valmiiksi, oli muutosilmoituksen vuoro. Muutosilmoitus, eli Change Notice, tehdään informoimaan muutoksista oikeita tahoja, kuten hankintaa. Näin uudet osat pystytään valmistamaan ja lopulta ottaa käyttöön moottorissa. Change Notice tehdään Teamcenterin puolella ja siihen lisätään kaikki uudet ja muutetut tiedostot. Sen lisäksi CN:ssä kerrotaan kaikki tehdyt muutokset ja syy muutosten tekoon.

Kun Change Notice hyväksytään, lukkiutuvat kaikki siihen liitetyt tiedostot. Mikäli osia tai piirustuksia pitää hyväksymisen jälkeen vielä muokata, täytyy niille tehdä uusi revisio ja uusi Change Notice.

6 VALMISTUS

Jotta osien valmistaminen on mahdollista, täytyy osille määrittää materiaalit. Sen lisäksi piirustuksissa ilmoitetaan valmistusmenetelmä ja mahdollinen jälkikäsittely.

Putkipäädyn optimointi tehtiin kustannusten näkökulmasta. Tämän vuoksi myös materiaalivalinnoissa otettiin kyseinen vaatimus huomioon. Wärtsilä on määritellyt suositellut materiaalit ohutlevyille ja putkille ja suosituksia myös noudatettiin. Näin ollen materiaalien saatavuus ympäri maailman on taattu, sekä kustannukset pysyvät matalina.

Putkipäädyn eri osille on myös eri valmistusmenetelmät. Putkien osalta valmistus pyritään tekemään taivuttamalla, joka on myös kustannustehokkain ratkaisu. Tämä ei ole kaikissa tapauksissa mahdollista, tällöin putket valmistetaan standardikäyristä ja suorasta putkesta yhteen hitsaamalla.

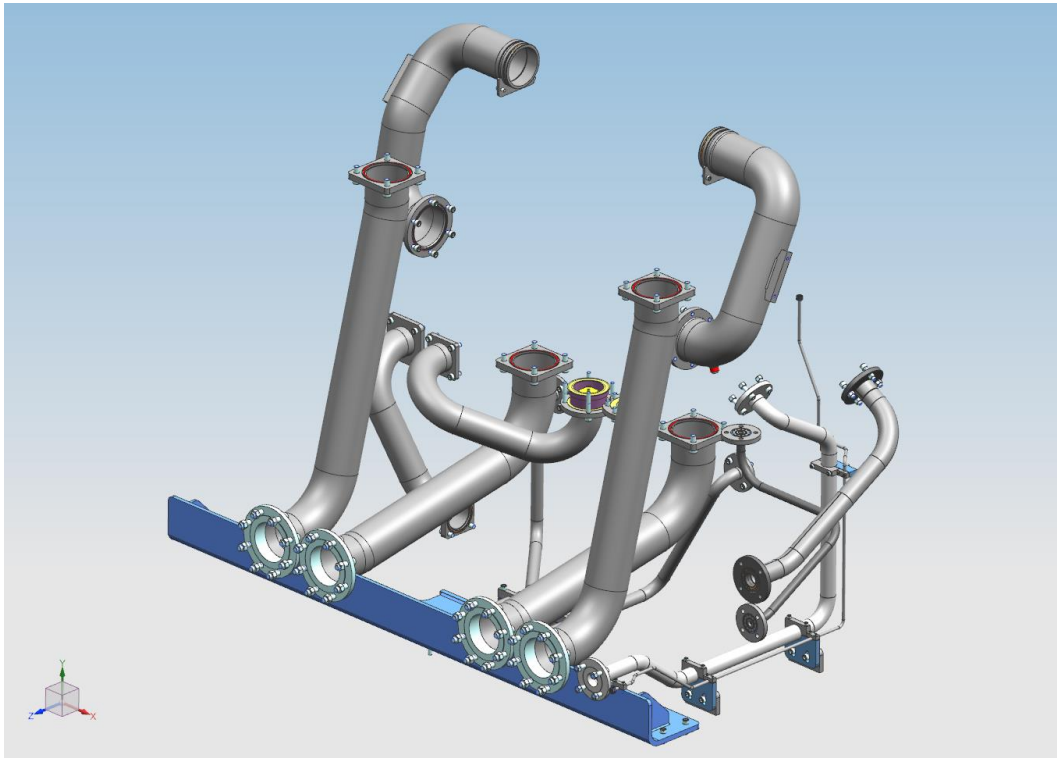
Ohutlevyjen piirustuksista luodaan DXF-tiedosto, jonka perusteella saadaan levyjen geometria leikkausta varten. Suunnitelluille ohutlevyille käytetty valmistusmenetelmä on terminen leikkaus tai vesileikkaus /13-14/. Sen lisäksi ohutlevyt voidaan tarvittaessa taivuttaa.

Putkien osalta jälkikäsittelynä voi olla puhdistus, kuten hitsausylijäämien poisto. Joillekin putkille tehdään myös koeponnistus, eli putket paineistetaan määrättyllä paineella. Näin selvitetään putken toimivuus käytännössä.

Maalauksen osalta päädyttiin muuttamaan nykyistä käytäntöä, jossa putkipääty maalataan ennen moottoriin asennusta. Koska putkipäädystä ei ole maalauksen kannalta vaikeita kohtia, on järkevämpää suorittaa maalaus moottorin maalauksen yhteydessä.

7 LOPPUTULOS

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin aikaiseksi useimpien osien kohdalla valmis 3D-malli ja piirustukset (**Kuva 29.**). Kaasu- ja ilmaputkien osalta jäätin osittain suunnitteluvaiheeseen, joten myöskään piirustuksia ei tehty.



Kuva 29. Lähes valmis 3D-malli.

Vaikka putkipääty jäi kesken opinnäytetyön osalta, ei tehty työ mene hukkaan. Putkipäädyn jatkokehitys jatkuu opinnäytetyön jälkeenkin. Kun putkipääty saadaan valmiiksi, otetaan se käyttöön W20V31SG-voimalaitosmoottorissa.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella putkipääty W20V31SG-voimalaitosmoottoriin. Uuden putkipäädyn on tarkoitus olla yksinkertaisempi ja edullisempi kuin käytössä oleva putkipääty.

Alun perin opinnäytetyön tavoitteena oli edetä konsepteista detaljisuunnitteluun ja viimeiseksi teknisten piirustusten tekoon. Opinnäytetyön edetessä muuttuvat vaatimukset putkille pakottivat työn uudelleenrajaamista. Hyväksytyjen konseptien osalta siirryttiin detaljisuunnitteluun ja lopulta piirustusten tekoon. Ilma- ja kaasuputkien osalta konseptointia jatkettiin opinnäytetyön loppuun asti, mutta valmiiseen 3D-malliin ei päästy.

Ajallisesti ylivoimaisesti eniten aikaa käytettiin konseptien tekoon, jota kuvastaa myös tehtyjen konseptien lukumäärä. Vaikka opinnäytetyön osalta ei päästy täysin valmiiseen tuotteeseen, voi opinnäytetyötä pitää onnistuneena kokonaisuutena. Opinnäytetyö oli hyvä esimerkki oikean elämän suunnittelusta, jossa alun suunnitelmat ja vaatimukset eroavat lopullisesta tuotteesta.

Työssä käytettiin NX- ja Teamcenter-ohjelmistoja, jotka olivat tuttuja jo koulun kursseilta ja kesätöistä. Ohjelmistoihin ei siis tarvinnut perehtyä, vaan voitiin siirtyä suoraan opinnäytetyön tekoon. Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja työhön sisältyi paljon erilaisten osien suunnittelua.

LÄHTEET

- /1/ Tietoa Wärtsilästä, Wärtsilä lyhyesti. Viitattu 4.5.2017. <http://www.wartsila.com/fi/wartsila>
- /2/ Tämä on Wärtsilä, Marine Solutions -liiketoimintaympäristö. Viitattu 4.5.2017. <http://www.wartsilareports.com/fi-FI/2016/ar/tama-on-wartsila/marine-solutions/liiketoimintaymparisto/>
- /3/ Tämä on Wärtsilä, Energy Solutions -liiketoiminnan strategia. Viitattu 4.5.2017. <http://www.wartsilareports.com/fi-FI/2016/ar/tama-on-wartsila/energy-solutions/strategia/>
- /4/ Tämä on Wärtsilä, Services-liiketoimintaympäristö. Viitattu 4.5.2017. <http://www.wartsilareports.com/fi-FI/2016/ar/tama-on-wartsila/services/liiketoimintaymparisto/>
- /5/ Design Guides. Design Guide for Pipes. 2016.
- /6/ Teekay Putkiliittimet. Viitattu 17.5.2017. <http://www.teca.fi/tuotteet/putkiliittimet/teekay-putkiliittimet>
- /7/ Pere, A. 2012. Koneenpiirustus 1 & 2. 11. painos. Espoo. Kirpe OY.
- /8/ ISO 1302:2002 Geometrical Product Specifications (GPS) — Indication of surface texture in technical product documentation.
- /9/ ISO 13715:2017 Technical product documentation — Edges of undefined shape — Indication and dimensioning.
- /10/ SFS-EN ISO 5459:2011 Geometrical product specifications (GPS). Geometrical tolerancing. Datums and datum systems.
- /11/ SFS-EN ISO 9013:2017 Thermal cutting. Classification of thermal cuts. Geometrical product specification and quality tolerances.

/12/ SFS-EN ISO 13920:1996 Welding. General tolerances for welded constructions. Dimensions for lengths and angles. Shape and position.

/13/ Terminen leikkaus, Wikipedia. Viitattu 13.5.2017. https://fi.wikipedia.org/wiki/Terminen_leikkaus

/14/ Vesisuihkuleikkaus, Wikipedia. Viitattu 13.5.2017. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Vesisuihkuleikkaus>

LIITE 1

Vaatimuslista

Aika: 5.1.2017 12:00 – 14:00

Paikka: CR Otto + Skype

Osallistujat: -

Muutokset:

Kaasuputket:

Pääkaasuputki tuplaseinämäiseksi.

Esikammiokaasuputken siirto vesiputkien viereen.

Öljyputket:

Kulmapalan poisto.

Vesiputket:

Takaiskuventtiilien poisto.

Teekay-liittimien poisto.

Esilämmittäjältä lähtevän vesiputken poisto.

Vesiputkien pidikkeen poisto.

Ilmaputket:

Kontrolli-ilmaputken sijainti muutettavissa.

Käynnistysilmaputki yhdestä putkesta, putken kooksi DN 50.

Tuki:

Tukitangon poisto.

LIITE 2

Vaatimuslista 2

Aika: 12.4.2017 09:00 – 11:00

Paikka: Skype

Osallistujat: -

Muutokset:

Kaasuputket:

Pääkaasuputken sijainnin jatkokehitys.

Esikammiokaasuputki tuplaseinämäiseksi.

Ilmaputket:

Kontrolli-ilmaputken laippa vaihdetaan Ermeto-liittimeen ja putki 12 millimetriseksi. Sijainnin jatkokehitys.

LIITE 3

Vaatimuslista 3

Aika: 2.5.2017 10:00 – 11:30

Paikka: Skype

Osallistujat: -

Muutokset:

Kaasuputket:

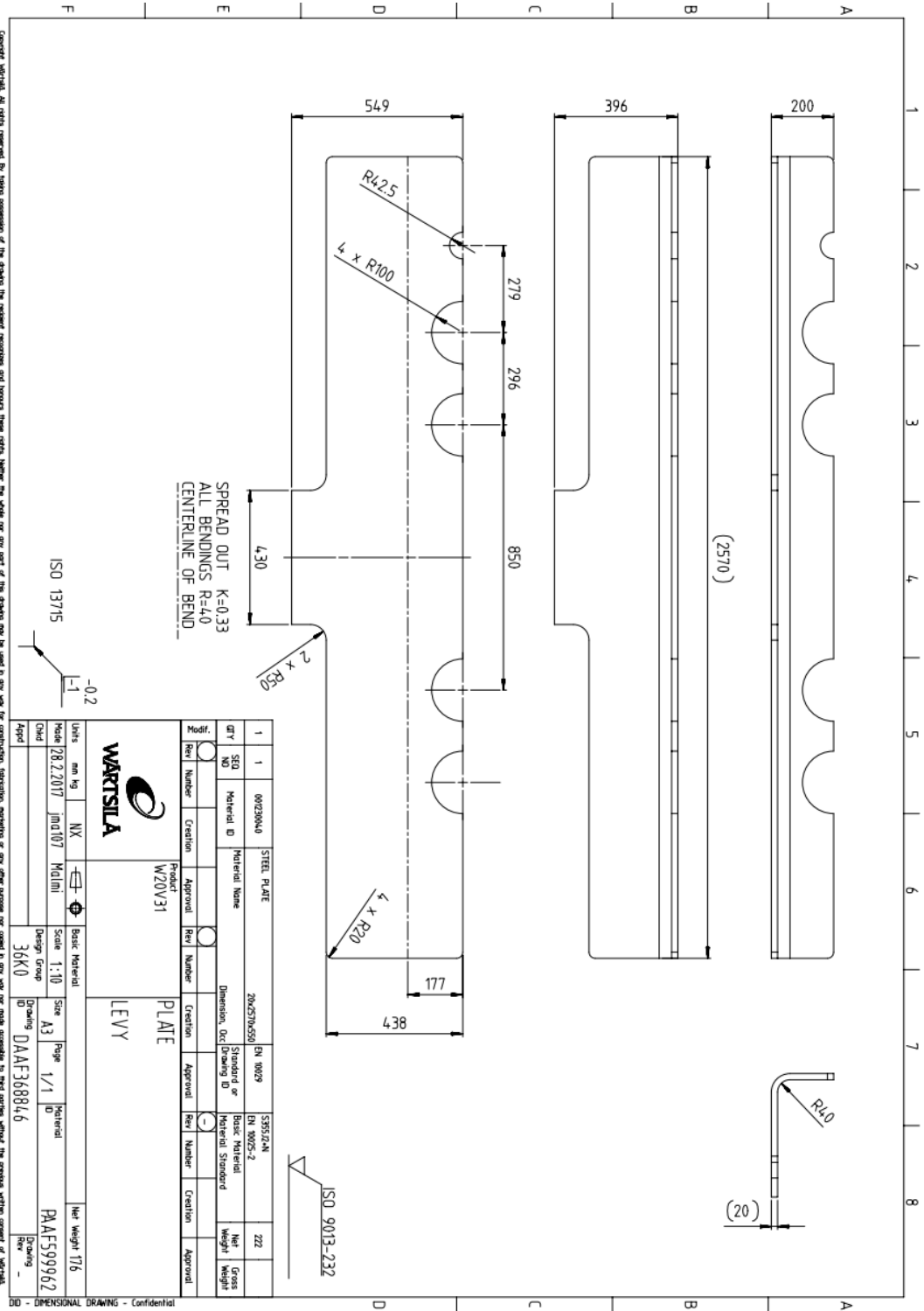
Adapteripala kaasuputkille.

Kaasuputkien sijainnit apulaitemoduulille sopiviksi.

Ilmaputket:

Kontrolli-ilmaputken sijainti apulaitemoduulille sopivaksi.

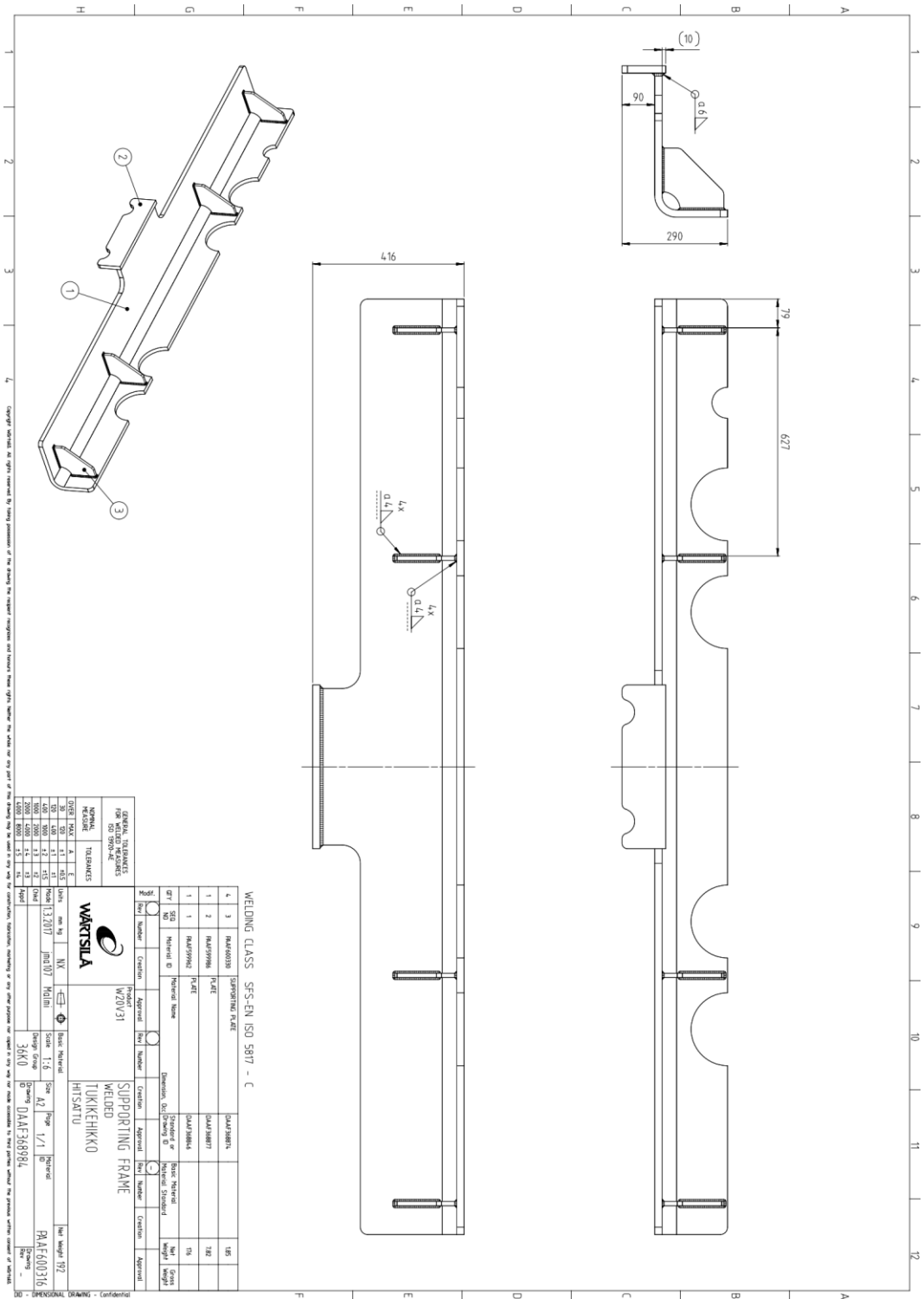
LIITE 4



Copyright Wartsila. All rights reserved. By using possession of the drawing the recipient recognizes and honors their rights. Neither the whole nor any part of the drawing may be used in any way for construction, fabrication, marketing or any other purpose nor copied in any way nor made accessible to third parties without the previous written consent of Wartsila.

D0 - DIMENSIONAL DRAWING - Confidential

LIITE 5



WELDING CLASS SFS-EN ISO 5817 - C

4	3	RAUHOINNIN	SUPPORTING FRAME	QAATIMBIELI	158
1	2	RAUHOINNIN	RAITE	QAATIMBIELI	158
1	1	RAUHOINNIN	RAITE	QAATIMBIELI	158

DTY	NO	Material B	Material Base	Dimension, Drawing Q	Standard or Material Standard	Base Material	Material Standard	Welding	Welding
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

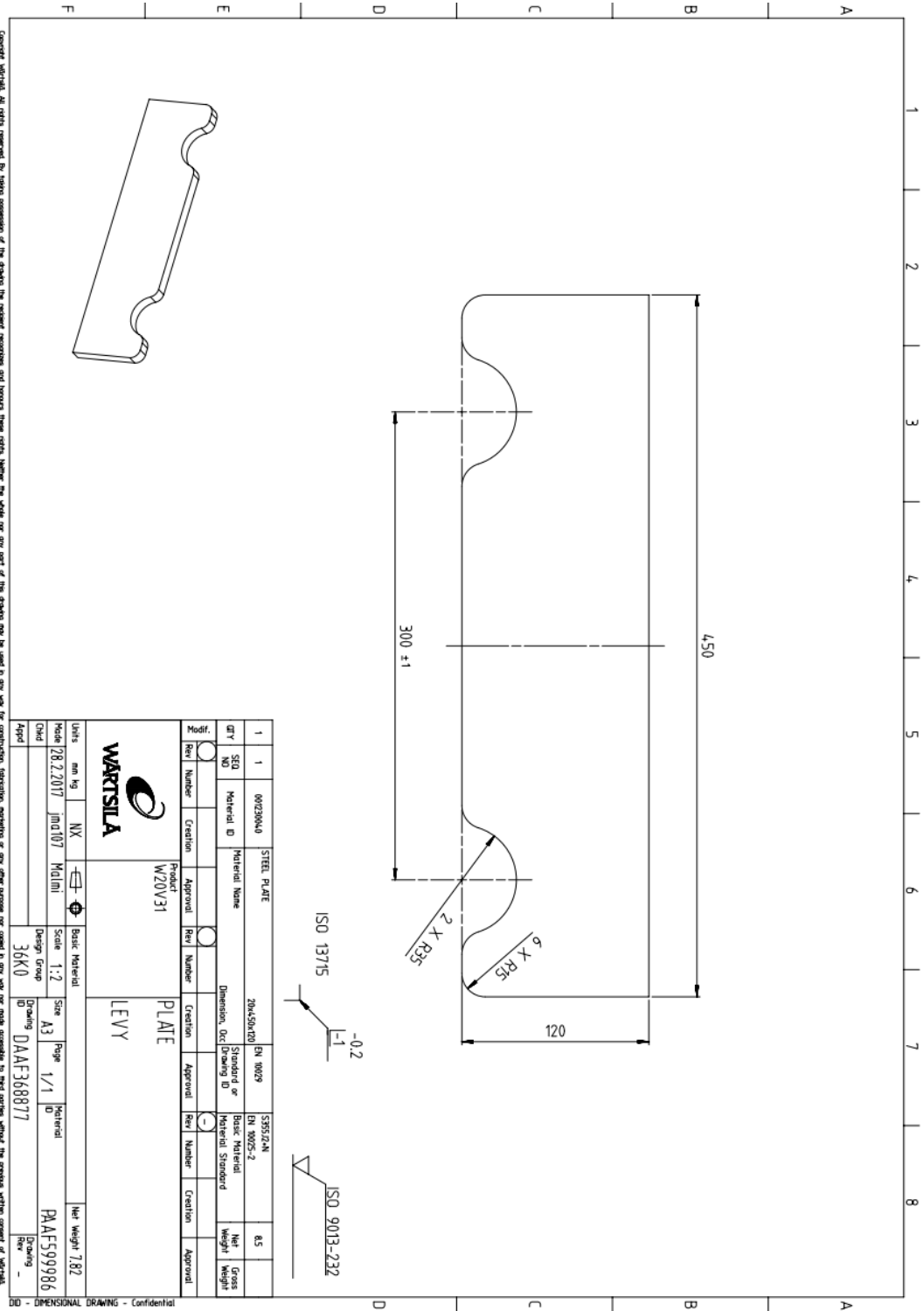
WÄRTSILA
W20V31
SUPPORTING FRAME
WELDED
TUUKKEHKKO
HITSATU

Scale	1:1	Sheet	1/1	Material	RAAF60316
Design Group	3AKO	Design	DAAF3689894	Material	RAAF60316

PERSONAL DRAWING - Confidential

Copyright Wartsila. All rights reserved. By taking possession of the drawing the recipient acknowledges and warrants that they are using the drawing for any part of the design and are not to use the drawing for any other purpose or to copy it in any way for distribution, reproduction, marketing or any other purpose or to use it in any way for which the original author of the drawing is liable.

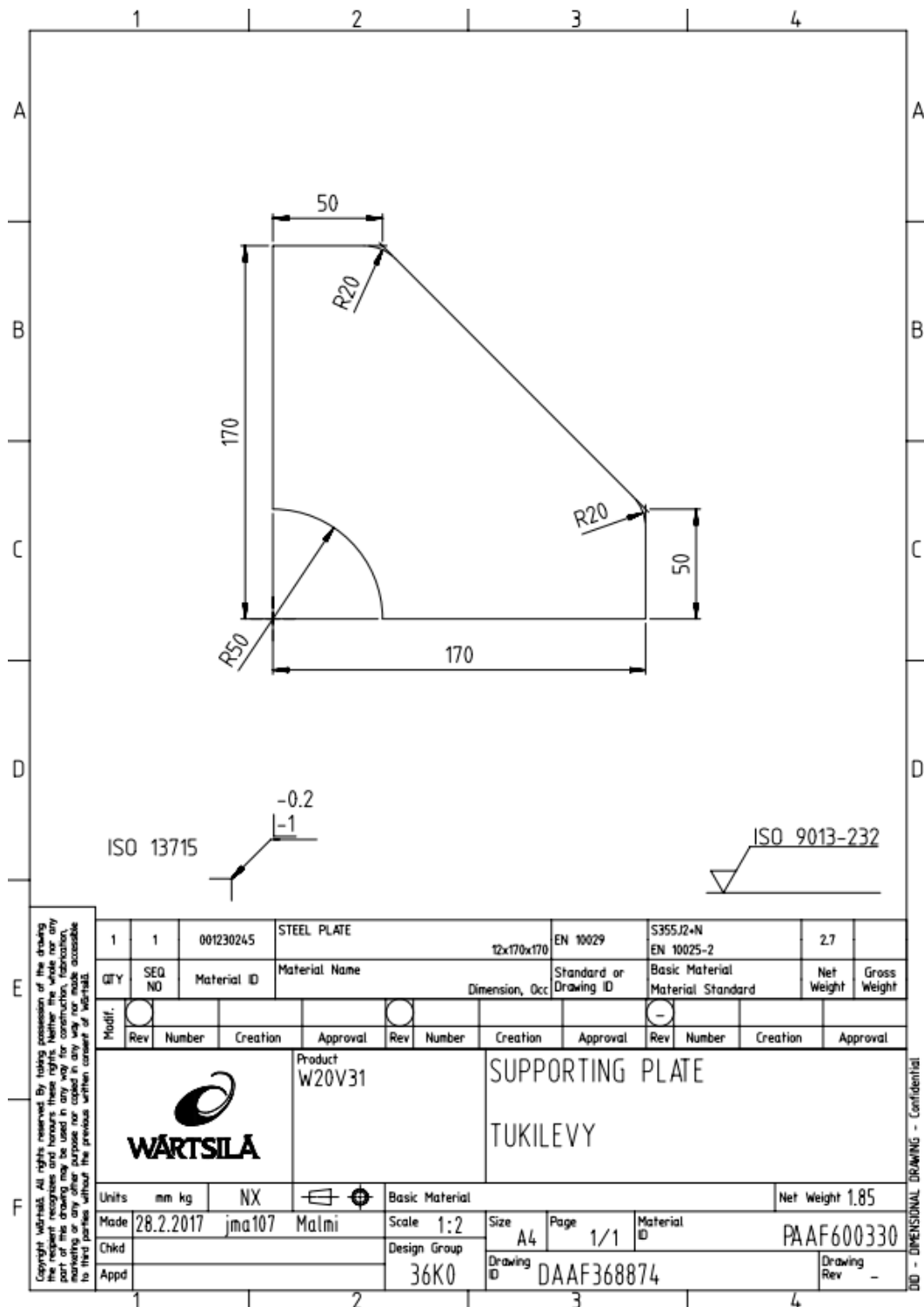
LIITE 7



1	1	00123004	STEEL PLATE	20x450x300	EN 10029	S355Zn	8.5
QTY	SEO NO	Material ID	Material Name	Dimension, Dwg	Standard or Drawing ID	Basic Material	Net Weight
						Material Standard	Gross Weight
Modif.	Rev. Number	Creation	Approval	Rev. Number	Creation	Approval	Approval
				Project: W20V31 Part: PLATE LEVY			
Units	mm kg	NX	Basic Material	Scale	1:2	Size	A3
Model	28.2.2017	ima107	Malmi	Design Group	36K0	Page	1/1
Chid				Drawing ID	DAAF368877	Material	PAAF599986
				Net Weight	7.82		
				Gross Weight			

Copyright Wartsila. All rights reserved. By taking possession of this drawing the recipient recognizes and honors their rights. Neither the whole nor any part of this drawing may be used in any way for construction, fabrication, marketing or any other purpose nor copied in any way nor made accessible to third parties without the previous written consent of Wartsila.

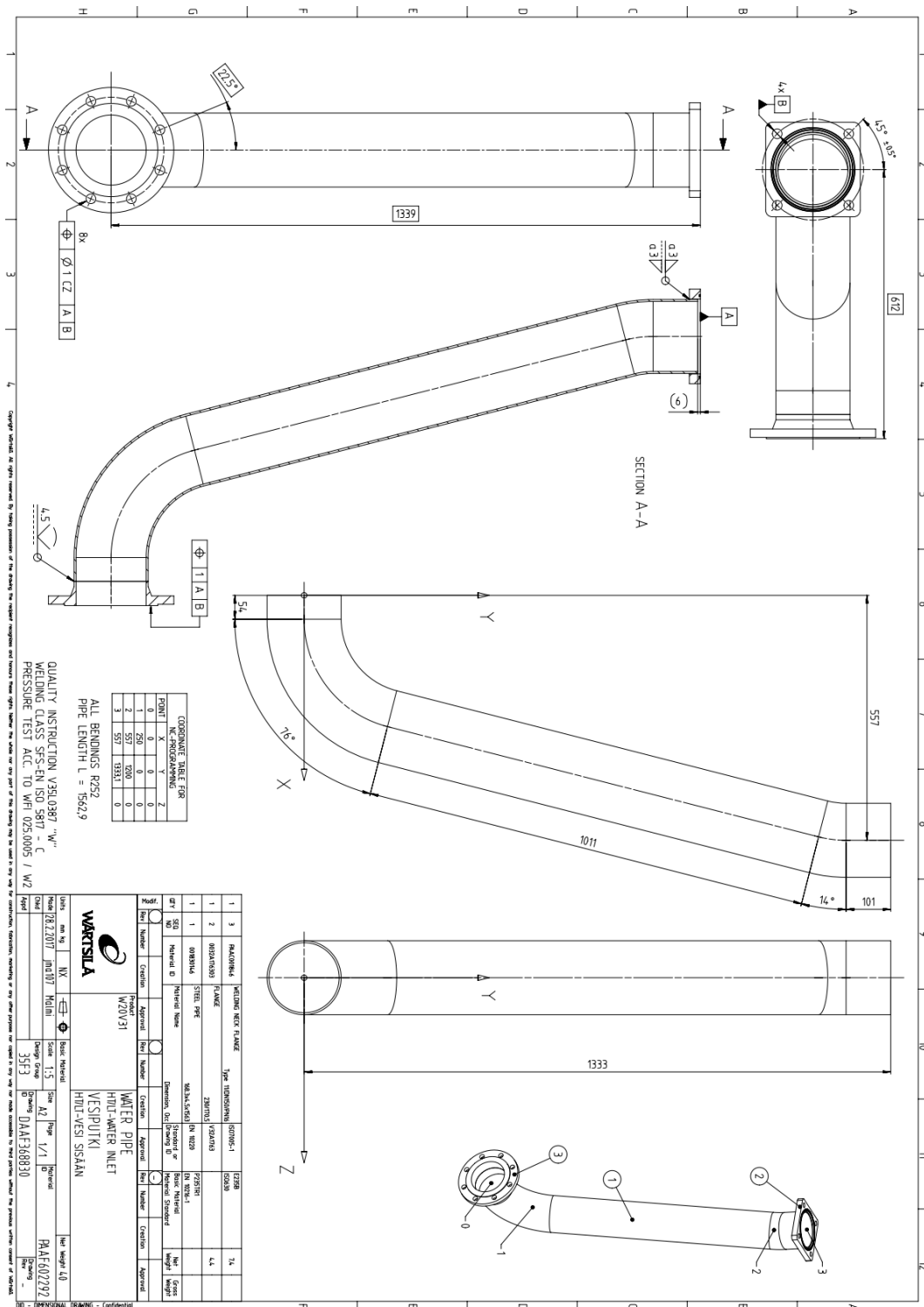
LIITE 8



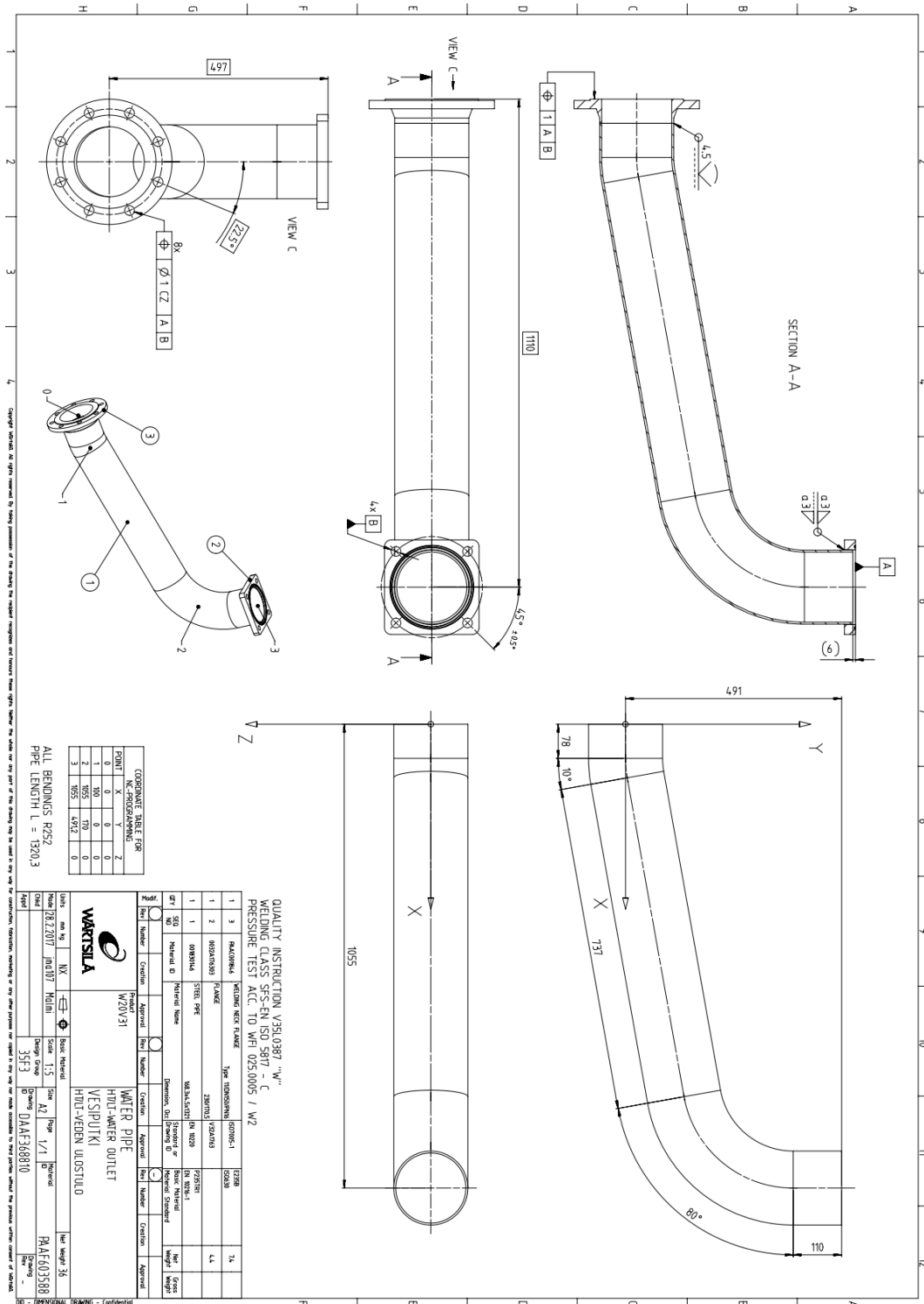
Copyright Wärtsilä. All rights reserved. By taking possession of the drawing the recipient recognizes and honors these rights. Neither the whole nor any part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any other means, without the prior written consent of Wärtsilä.	1	1	001230245	STEEL PLATE	12x170x170	EN 10029	S355J2+N EN 10025-2	2.7					
	QTY	SEQ NO	Material ID	Material Name	Dimension, Occ	Standard or Drawing ID	Basic Material Material Standard	Net Weight	Gross Weight				
	Modif.	Rev	Number	Creation	Approval	Rev	Number	Creation	Approval	Rev	Number	Creation	Approval
					Product	SUPPORTING PLATE							
					W20V31	TUKILEVY							
	Units	mm	kg	NX	Basic Material				Net Weight 1.85				
	Made	28.2.2017	jma107	Malmi	Scale	1:2	Size	A4	Page	1/1	Material ID	PAAF600330	
	Chkd				Design Group				Drawing ID		DAAF368874		
	Appd				36K0				Drawing Rev		-		

DD - DIMENSIONAL DRAWING - Confidential

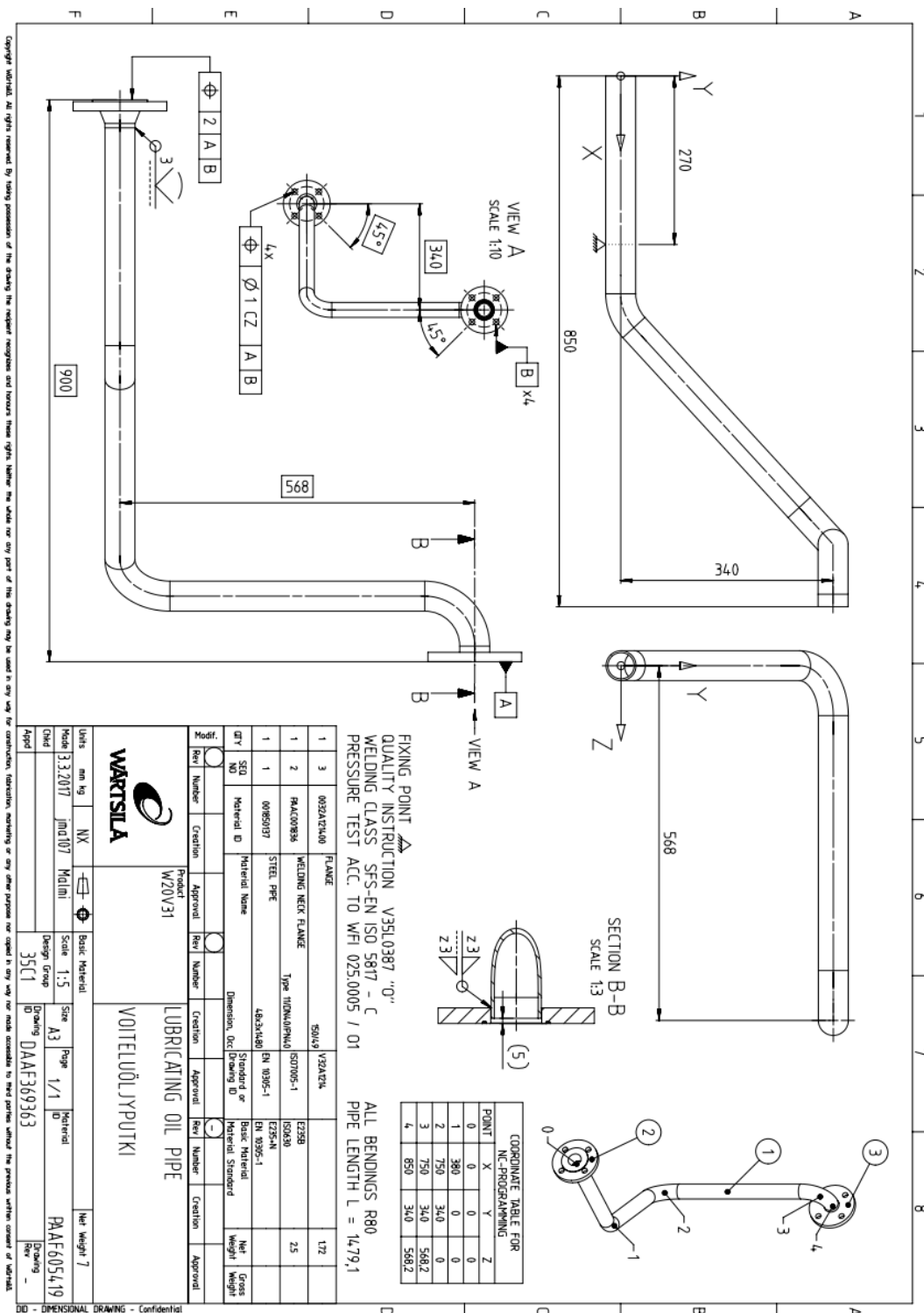
LIITE 9



LIITE 10

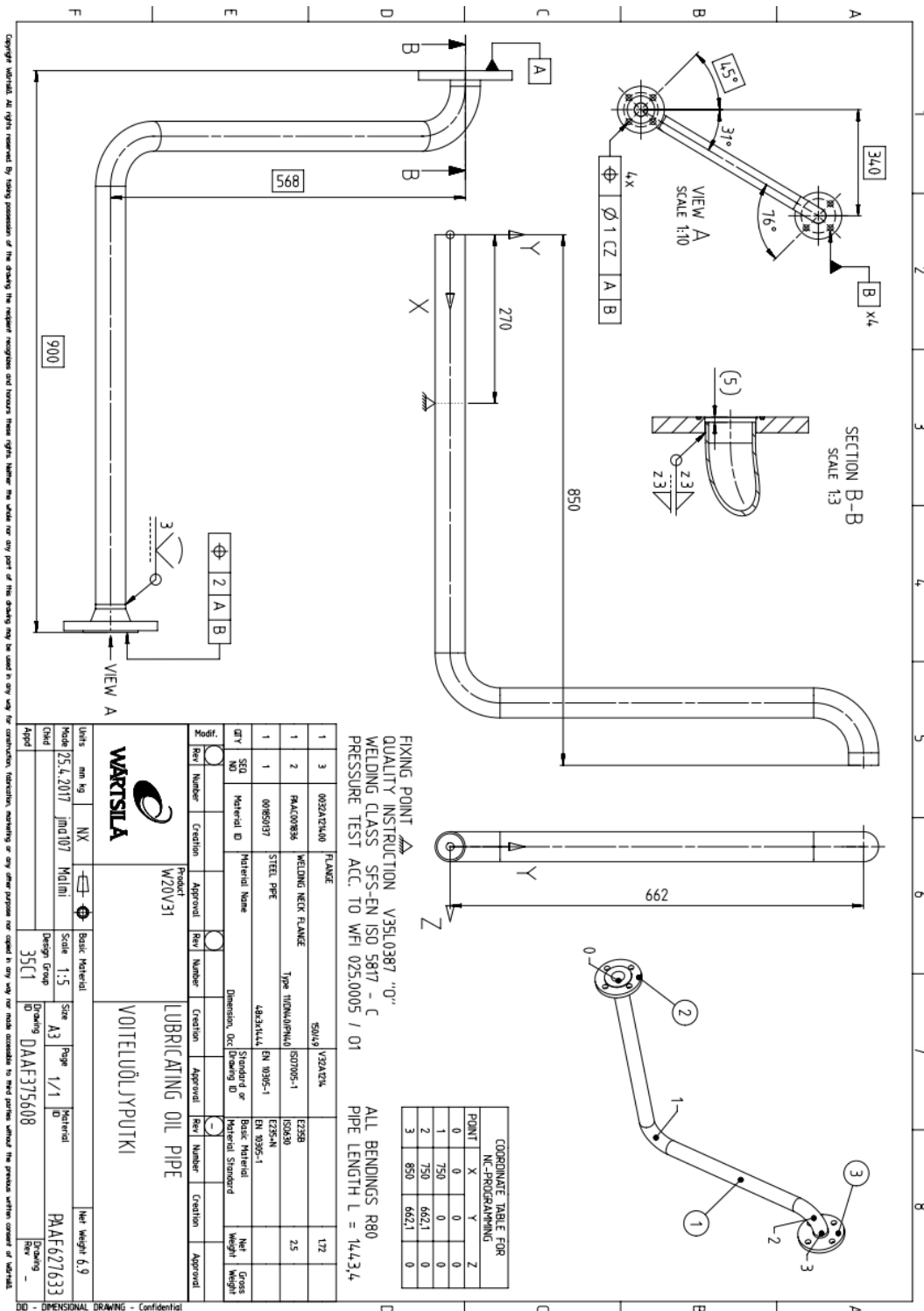


LIITE 11

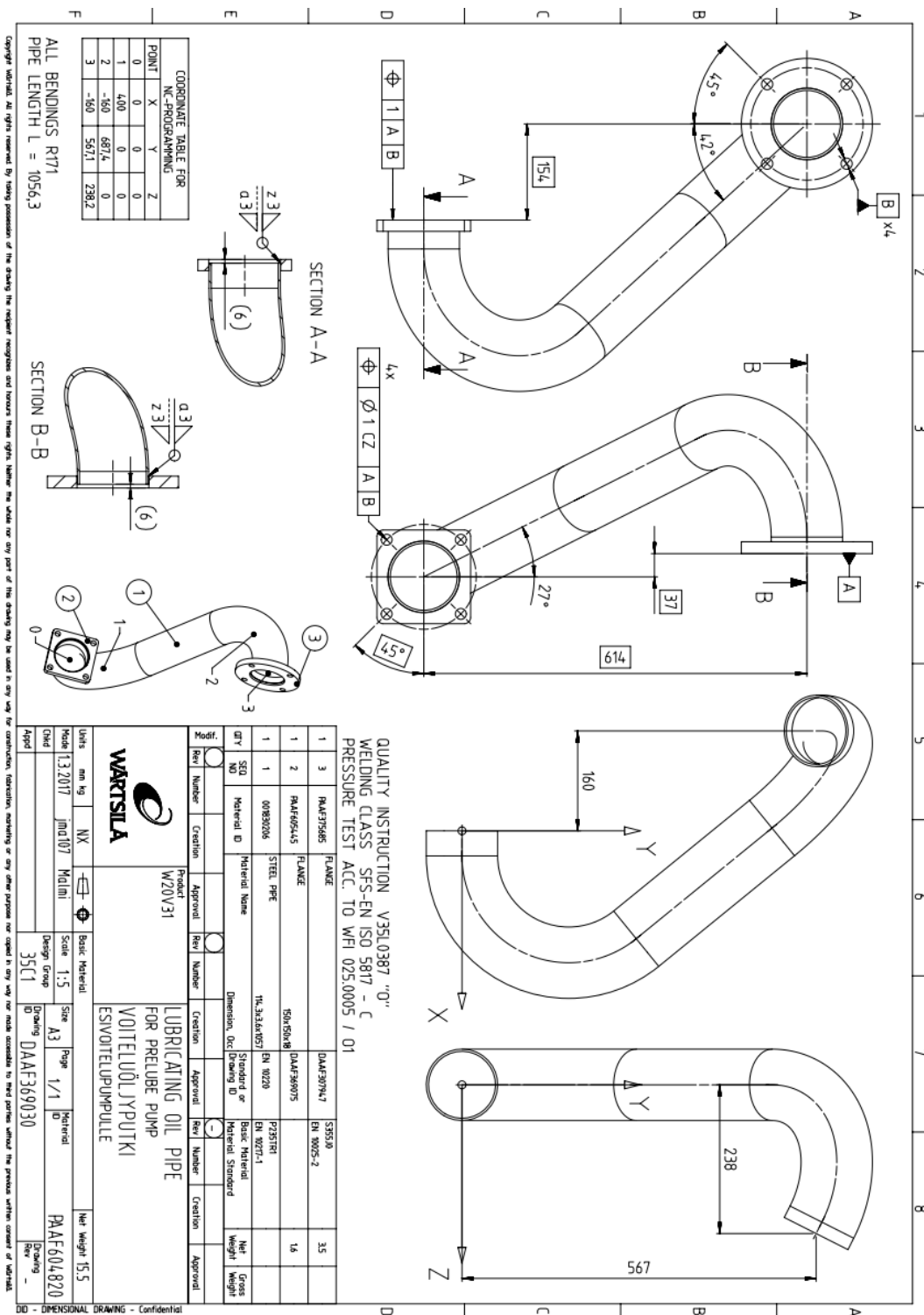


Copyright reserved. All rights reserved. By issuing possession of the drawing the recipient recognizes and assumes their rights. Neither the whole nor any part of this drawing may be used in any way for construction, fabrication, marketing or any other purpose not agreed in any way nor made accessible to third parties without the previous written consent of Wartsila.

LIITE 12

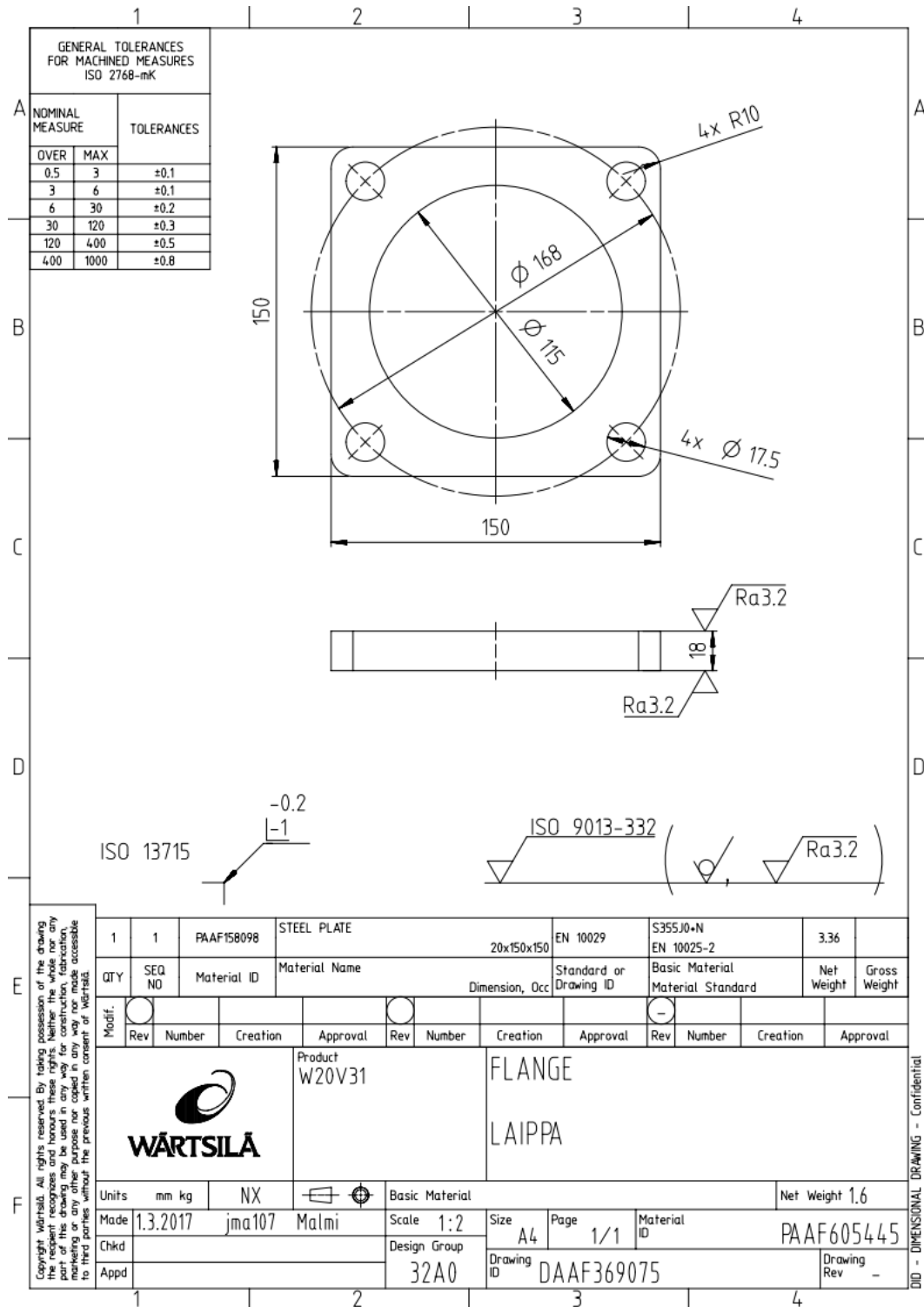


LIITE 13

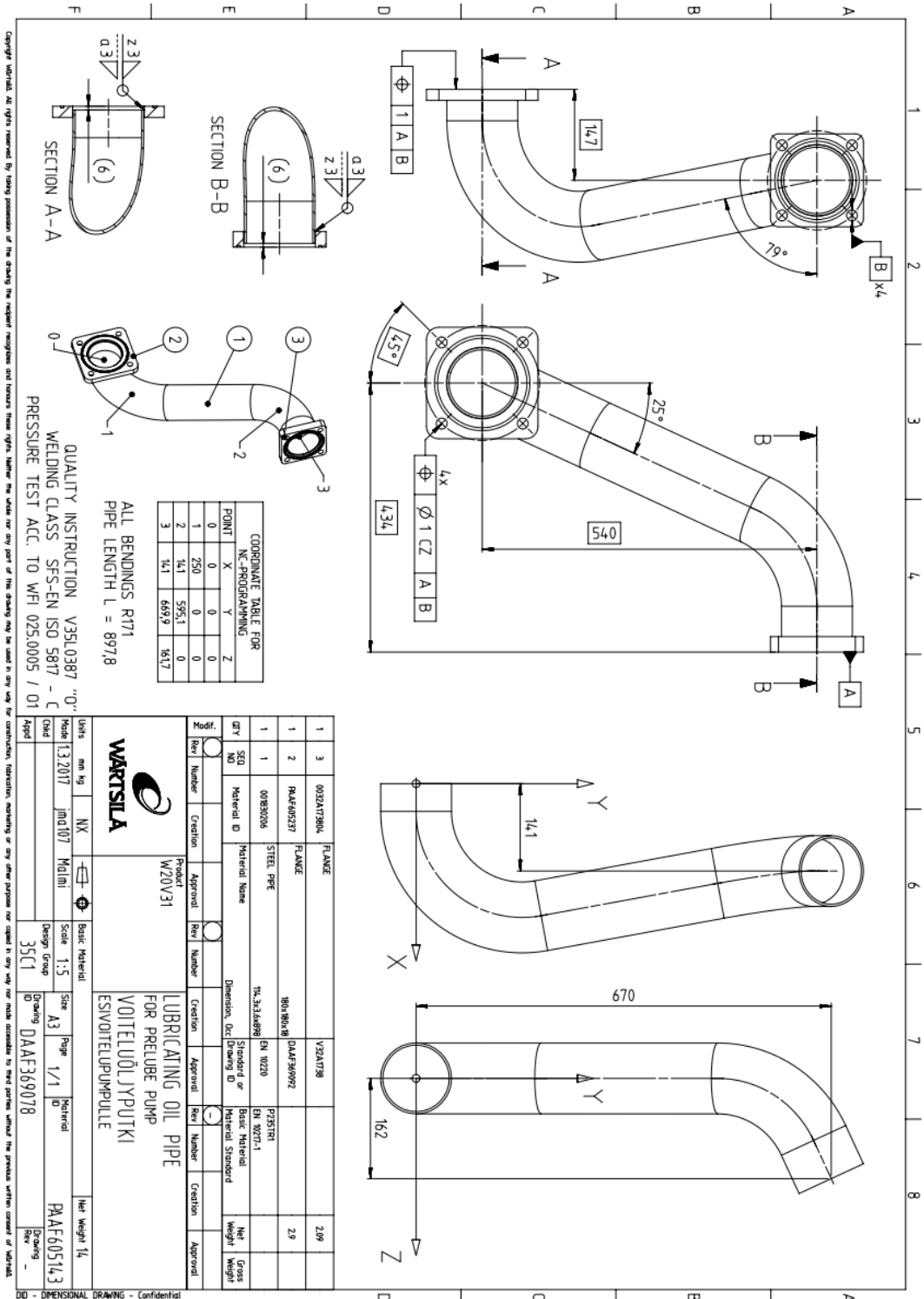


ID - DIMENSIONAL DRAWING - Confidential

LIITE 14

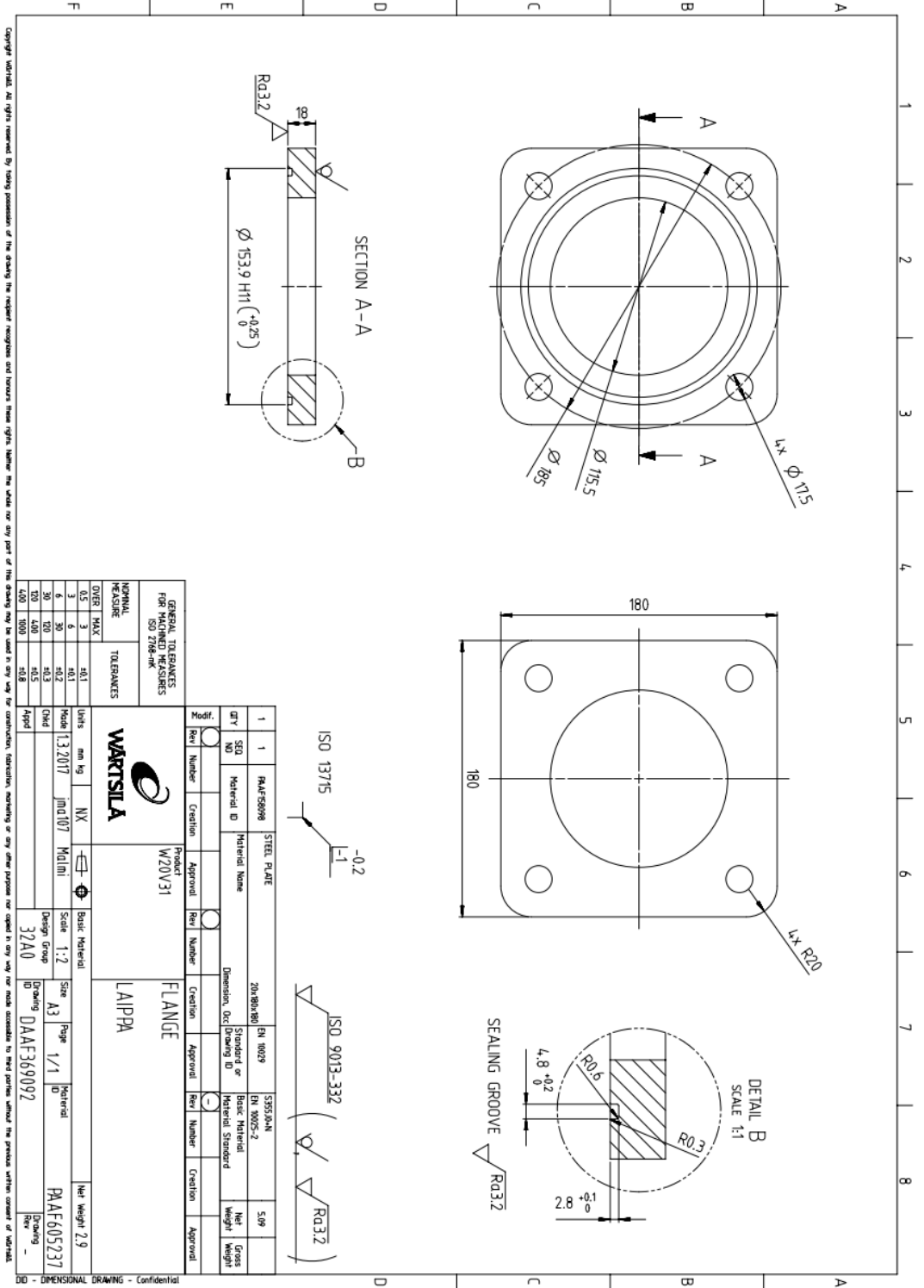


LIITE 15



Copyright Material. All rights reserved. By using possession of the drawing the recipient recognizes and assumes their rights. Neither the whole nor any part of this drawing may be used in any way for construction, fabrication, assembly or any other purpose not stated in any way nor made according to their parties without the previous written consent of Hitachi.

LIITE 16



Copyright reserved. All rights reserved. By using possession of the drawing the recipient recognizes and insures their rights. Neither the whole nor any part of the drawing may be used in any way for construction, fabrication, assembly or any other purpose not stated in any way nor made according to third parties without the previous written consent of the holder.

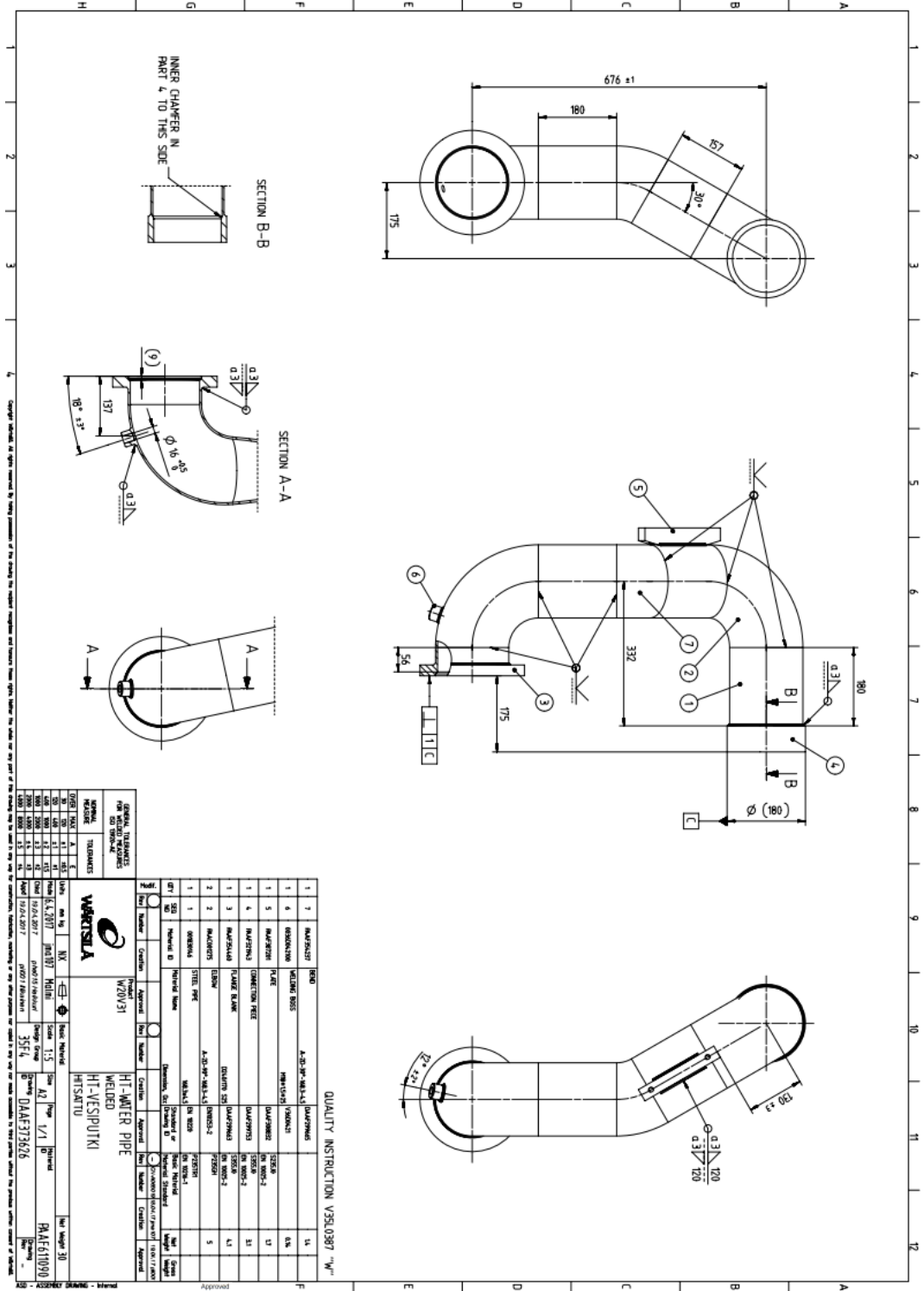
GENERAL TOLERANCES FOR MACHINE MEASURES ISO 2768-MK		TOLERANCES	
ORDER	MAX	MIN	
0.5	3	±0.1	
3	6	±0.1	
6	30	±0.2	
30	120	±0.3	
120	480	±0.5	
480	1000	±0.8	

1	1	PAAF5098	STEEL PLATE	20x180x180	EN 10029	S355J0+N	509
QTY	ISO NO	Material ID	Material Name	Dimension, Desc	Standard or Material Standard	Basic Material	Net Gross Weight
Rev	Number	Creation	Approval	Rev	Number	Creation	Approval
Modif.		Product Code		Drawing ID		Drawing Rev	
		W20V31		DAAF369092		PAAF605231	
		LAIPPA		32A0		2.9	

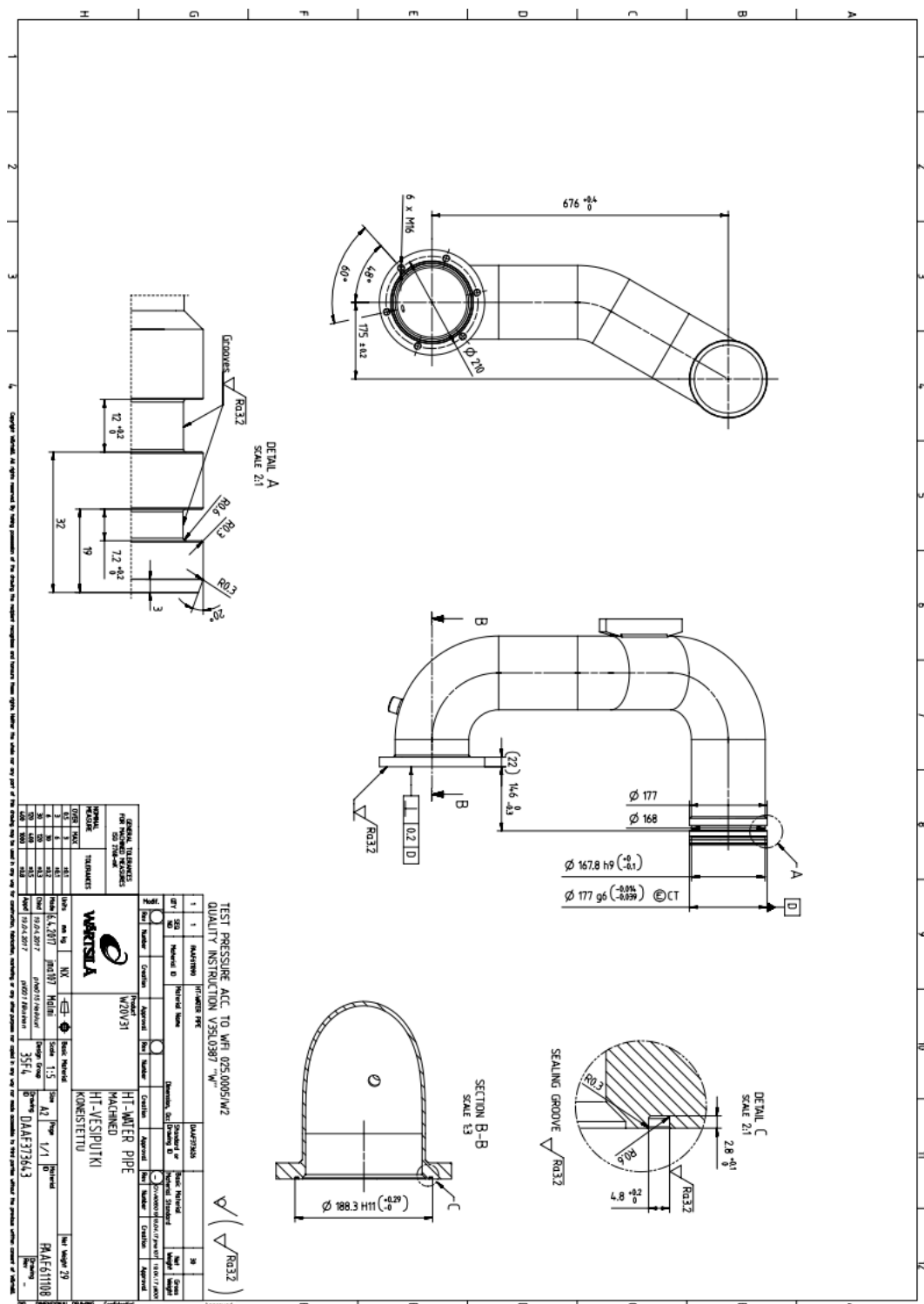
Units	mm kg	NX	Basic Material	Size	A3	Page	1/1	Material	PAAF605231
Model	1.3.2017	MD107	Scale	1:2					
Design Group			Design Group						
Appr									

WARTSILA	
ISO 13715	-0.2
ISO 9013-332	(R0.32)

LIITE 17

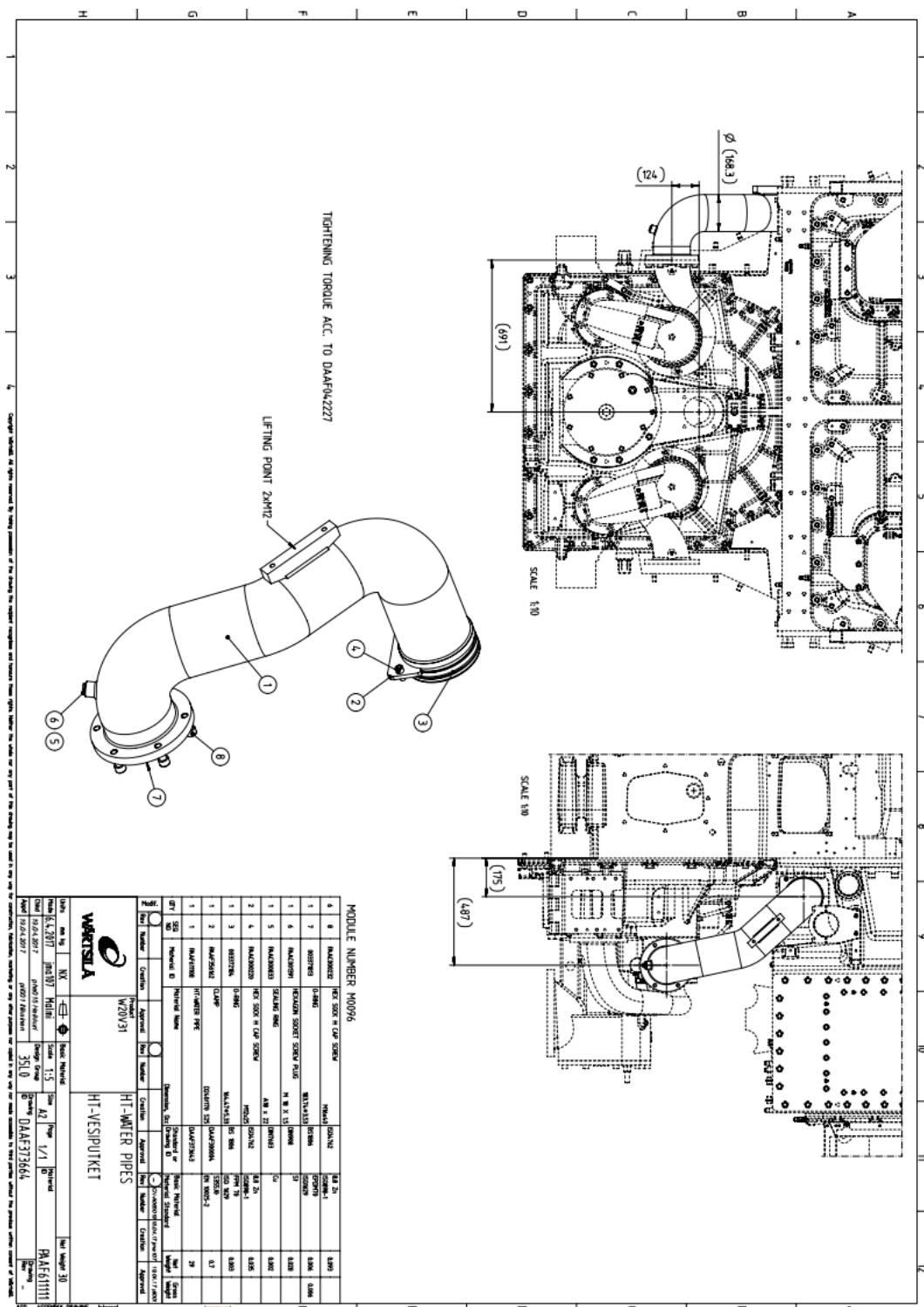


LIITE 18

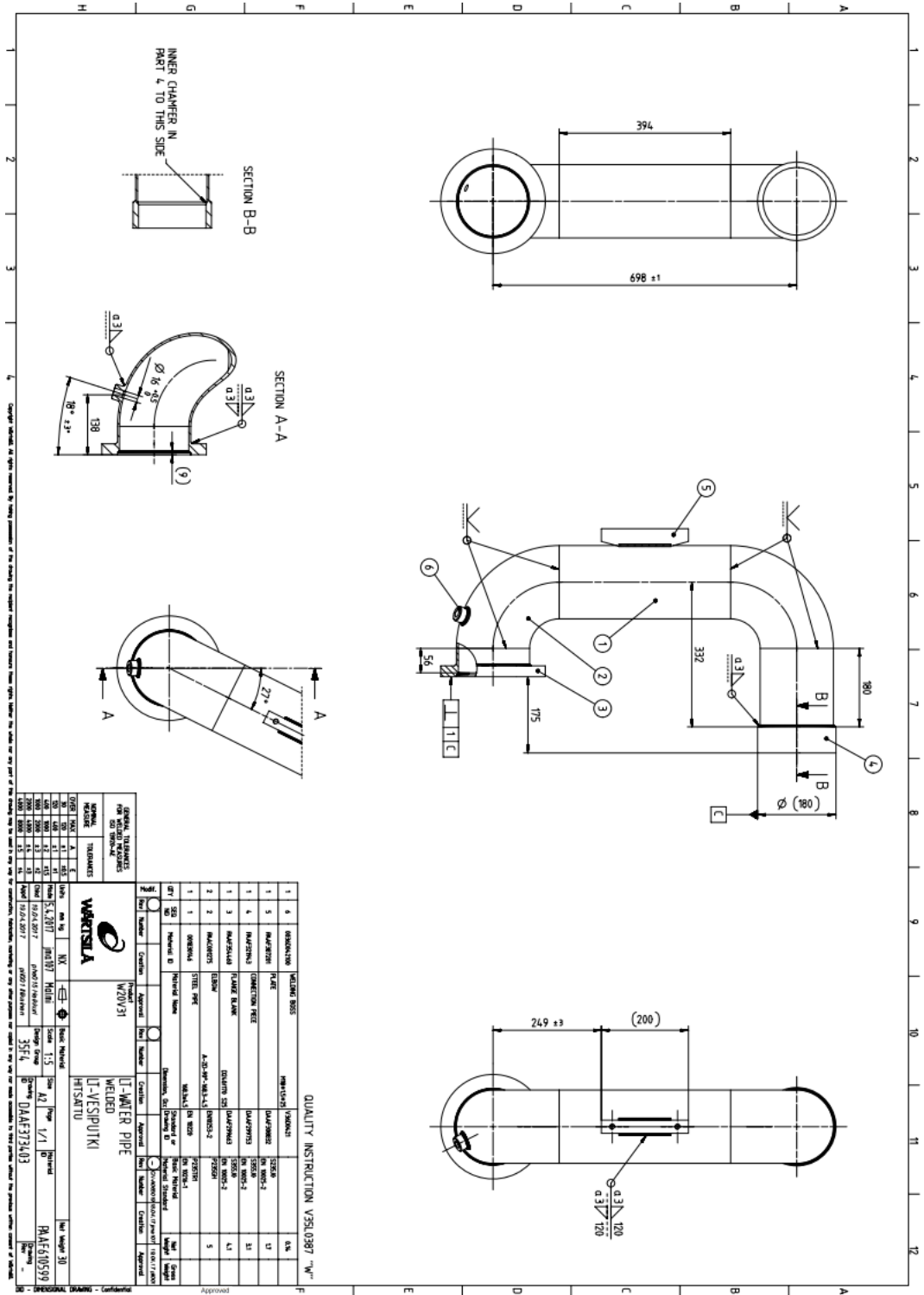


Copyright reserved. All rights reserved. No part of this document may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written permission of Wartsila.

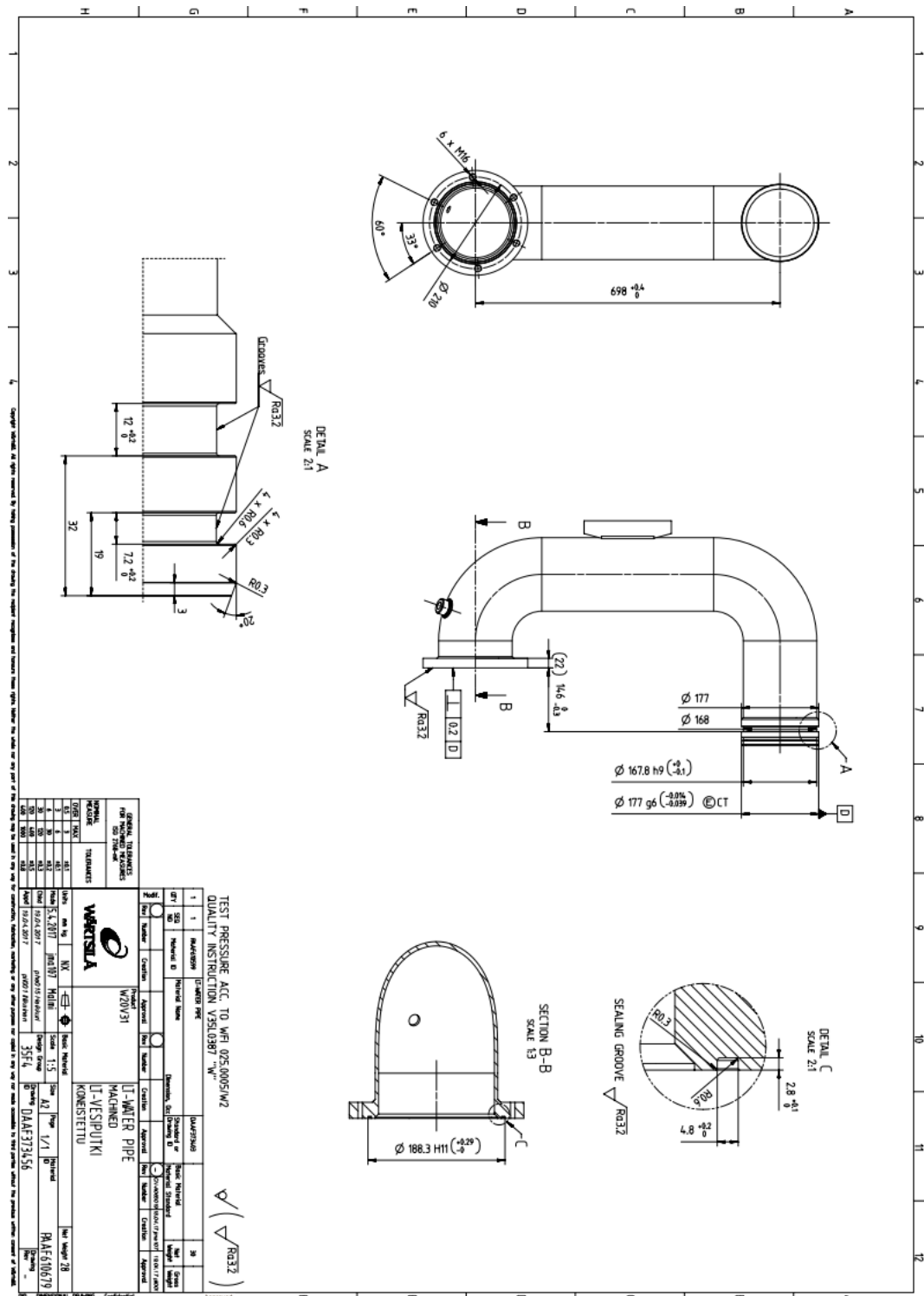
LIITE 19



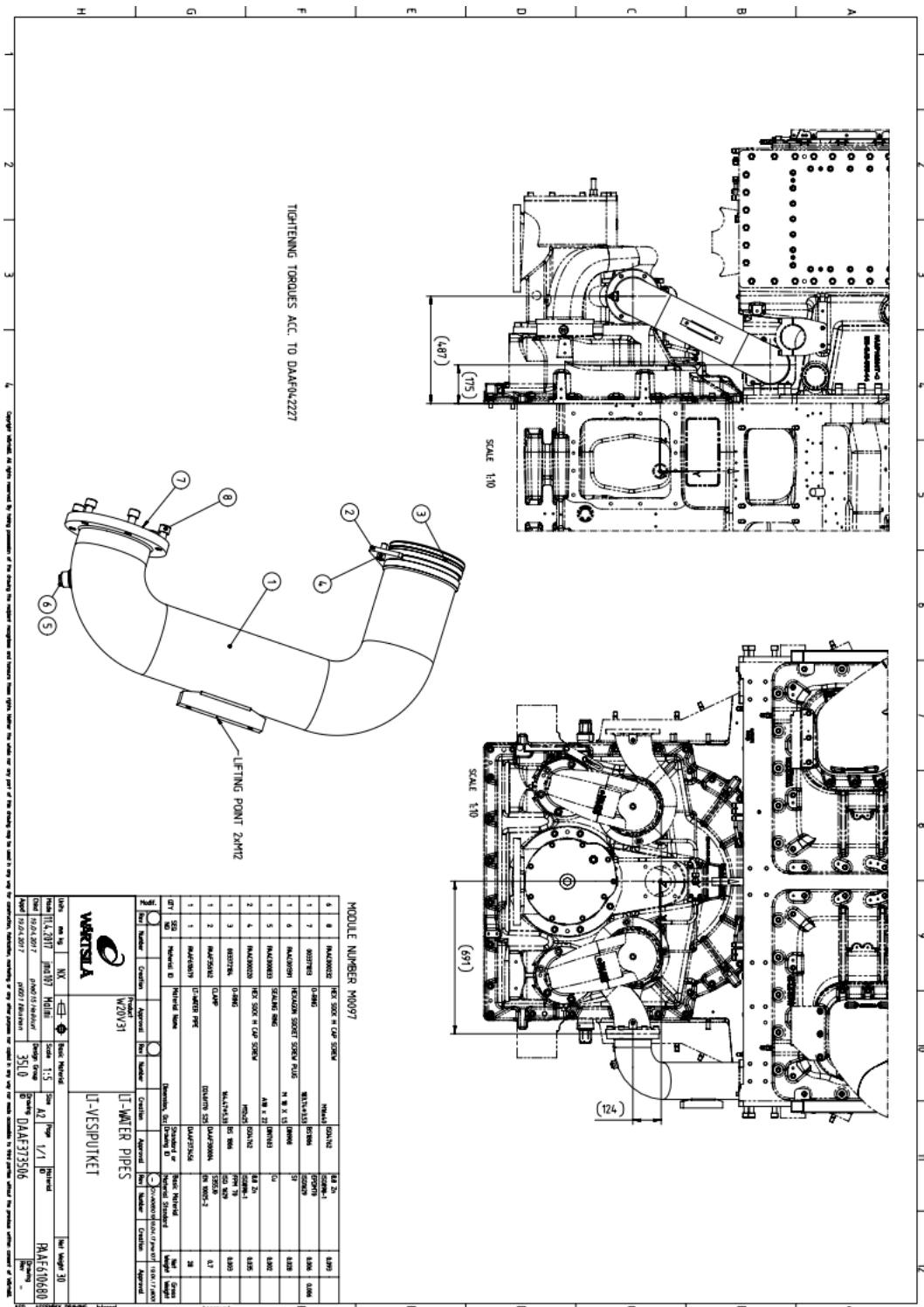
LIITE 20



LIITE 21



LIITE 22



APPROVED DRAWING - Internal