



Høgskulen på Vestlandet

Bacheloroppgave Maskin

ING3039

Predefinert informasjon

Startdato:	30-04-2019 16:10	Termin:	2019 VÅR
Sluttdato:	08-05-2019 14:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Bacheloroppgave med muntlig presentasjon/eksaminasjon		
SIS-kode:	203 ING3039 1 PRO-1 2019 VÅR Haugesund		
Intern sensor:	(Anonymisert)		

Deltaker

Kandidatnr.: 105

Informasjon fra deltaker

Tittel *: Utvikling av oljehåndteringssystem for fabrikktesting av industriell varmpumpe
Engelsk tittel *: Developing of an oil handling system for factory testing of an industrial heat pump
Egenerklæring *: Ja **Inneholder besvarelsen Nei**
konfidensiell materiale?:

Jeg bekrefter at jeg har Ja
registrert oppgavetittelen
på norsk og engelsk i
StudentWeb og vet at
denne vil stå på
vitnemålet mitt *:

Gruppe

Gruppenavn: (Anonymisert)
Gruppenummer: 4
Andre medlemmer i gruppen: 125

Jeg godkjenner avtalen om publisering av bacheloroppgaven min *

Ja



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Utvikling av oljehåndteringssystem for
fabrikktesting av industriell varmepumpe

Developing of an oil handling system for factory
testing of an industrial heat pump

**Seline Solstad Halleland &
Anne Grethe Stange**

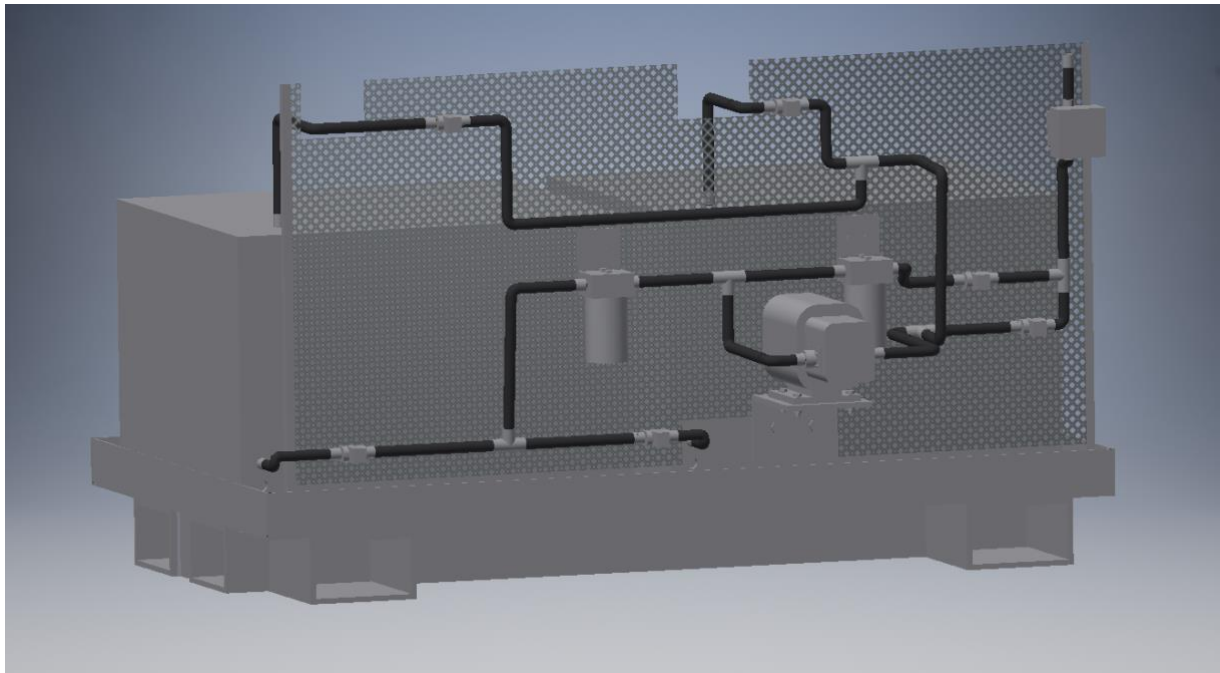
Ingeniør, maskin

Høgskulen på Vestlandet, avd. Haugesund

07.05.19

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 10.

Utvikling av oljehåndteringssystem for fabrikktesting av industriell varmepumpe



Bacheloroppgave utført ved Høgskulen på Vestlandet, avd. Haugesund – Ingeniørfag

Studieretning: Maskin, marin konstruksjonsteknikk

Av: Anne Grethe Stange
Seline Solstad Halleland

Kandidatnummer 125
Kandidatnummer 105

Haugesund

Vår 2019

BACHELORPROSJEKT

Studentenes navn: Seline Solstad Halleland &
Anne Grethe Stange

Linje & studieretning Bachelor i Ingeniørfag, maskin
Marin konstruksjonsteknikk

Oppgavens tittel: *Utvikling av oljehåndteringssystem for
fabrikktesting av industriell varmpumpe*

Oppgavetekst:

Bedriften Olvondo Technology AS produserer industrielle varmpumper, kalt "SPP Highlift". Før varmpumpen sendes til kunden skal det foretas en kvalitetssjekk vha. en spinttest. For å kunne utføre testen må motoren fylles med olje til smøring av lager, og kjøling/reising av mekaniske komponenter. Etter endt test skal oljesumpen i motoren tømmes før transport, grunnet bl.a. faren for oljelekkasjer. Den første oljen har også en spylefunksjon, som renser nylig maskinerte deler. Bedriften ønsker et oljehåndteringssystem som kan oppbevare, levere og filtrere oljen til gjenbruk ved flere komponenter.

Innledningsvis skal bedriften og varmpumpens system beskrives. Deretter diskuteres fordeler og ulemper ved dagens løsning, krav fra bedrift, og ulike konsepter skisseres. Forslagene diskuteres metodisk og det velges en endelig løsning på bakgrunn av funksjon, kvalitet og økonomi. Løsningen konstrueres, beregnes og dokumenteres med en sammenstillingsmodell, en stykkliste og produksjonstegninger vha. Autodesk Inventor og ANSYS. Arbeidet skal innarbeides i en oversiktlig rapport, og løsningen drøftes.

Endelig oppgave gitt: 01.03 2019

Innleveringsfrist: Onsdag 8.mai 2019 kl. 12.00

Intern veileder Runald Meyer, HVL

Ekstern veileder *Tor-Martin Tveit, tor-martin.tveit@olvondotech.com
Morten Hope, moh@olvondotech.com
Olvondo Technology AS*

**Godkjent av
studieansvarlig:**
Dato:

J. C. W. Lange
30/4 - 19

Oppgavens tittel		Rapportnummer
Utvikling av oljehåndteringssystem for fabrikktesting av industriell varmpumpe		
Utført av Seline Solstad Halleland Anne Grethe Stange		
Linje Maskin, marin konstruksjonsteknikk	Studieretning Ingeniør	
Gradering Åpen	Innlevert dato 07.05.2019	Veiledere Runald Meyer, Høgskulen på Vestlandet Tor-Martin Tveit, Olvondo Technology Morten Hope, Olvondo Technology

Ekstrakt

Ved denne bacheloroppgaven ble det utviklet et oljehåndteringssystem for fabrikktesting av industrielle varmpumper. En må tilføre 200 liter mineralolje for å kunne teste varmpumpen. For å være mer miljøvennlige og kostnadseffektive vil bedriften ha et system som kan levere, hente ut, oppbevare og rense oljen, slik at samme olje kan gjenbrukes. I rapporten fremstilles et utviklet oljehåndteringssystem som oppfyller kundens krav og ønsker. Produksjons- og bestillingstegninger er vedlagt. Prosjektet ble gjennomført i samarbeid med Olvondo Technology AS.

Forord

Avhandlingen inngår i emnet «ING 3039 Bacheloroppgave Maskin». Den er et avsluttende arbeid for en treårig utdanning som maskiningeniør, med retning innenfor marin konstruksjonsteknikk ved Høgskulen på Vestlandet avd. Haugesund. Emnet består av denne rapporten, et produkt og til slutt en muntlig presentasjon, som tilsammen utgjør 20 stp.

Studentenes oppgave er å kontakte en bedrift og sammen etablere en problemstilling. Oppgavestillingen skal reflektere studentenes studieretning, og den skal kunne løses ved bruk av tilegnede kunnskaper. En får tildelt en intern veileder fra studiested, og en ekstern veileder fra bedriften. Gruppen har tatt utgangspunkt i emner som «Maskinkonstruksjon» og «Undervannsteknologi og hydrauliske systemer» for å løse oppgaven.


Oppgaven er i samarbeid med bedriften Olvondo Technology AS, og omhandler konstruksjon av et oljehåndteringssystem for spinnest av industrielle varmepumper. Prosjektet har vært både lærerikt, utfordrende og givende.

Vi vil takke vår interne veileder Runald Meyer, og eksterne veiledere Tor-Martin Tveit og Morten Hope, som har hjulpet oss underveis og med tilbakemeldinger ved prosjektet. Takk for deres tilgjengelighet og innspill gjennom prosessen.

Høgskulen på Vestlandet, Haugesund mai 2018



Anne Grethe Stange



Seline Solstad Halleland

Gradering: *Offentlig*

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Figurliste	iv
Tabelliste	v
Sammendrag	vi
1 Innledning	1
1.1 Kort om Olvondo Technology AS.....	1
1.2 Bakgrunn for oppgaven	1
1.3 Formål ved prosjektet.....	1
1.4 Generelt om konvensjonelle varmepumper	2
1.5 Industriell høytemperatursvarmepumpe.....	2
1.6 SPP Highlift Heat Pump.....	2
2 Kravspesifikasjon til systemet	5
3 Funksjonsanalyse	6
4 Løsningsprosess	7
4.1 Fremgangsmåte	7
4.2 Hjelpemidler	7
4.2.1 AutoCAD Mechanical	7
4.2.2 Autodesk Inventor	7
4.2.3 ANSYS	7
5 Løsningsanalyse og vurdering	8
5.1 Ulike forslag til flytskjema.....	8
5.1.1 Konsept 1	9
5.1.2 Konsept 2	12
5.1.3 Konsept 3	15
5.2 Oppsummering av konseptene	17
5.2.1 Konsept 1	18
5.2.2 Konsept 2	18
5.2.3 Konsept 3	18
5.3 Ulike komponenter.....	19
5.3.1 Tank/Oljeresservoar	19
5.3.2 Hydraulisk pumpe.....	20
5.3.3 Ventiler	22
5.3.4 Oljefilter.....	23
5.3.5 Slinger	23
5.3.6 Koblinger/fittings.....	23
5.3.7 Instrumenter	23
5.4 Skid	24

5.4.1 Oppsamlingskar	24
5.4.2 Rist	24
5.4.3 Ulike forslag til skid	25
6 Beregning og dimensjonering	27
6.1 Fritt-legeme diagram	27
6.2 Dimensjonering av skid	28
6.3 Oversikt over bolter, muttere og washere	31
6.3.1 Bolter	31
6.3.2 Muttere	31
6.3.3 Washere	32
7 Konseptrealisering	33
7.1 Reell oversikt	33
7.2 Oljehåndteringssystemet	34
7.3 Produksjons- og bestillingstegninger	35
8 Endelig vurdering	64
8.1 ANSYS-analyse	64
9 Konklusjon	68
Bibliografi	69
Vedleggsliste	71

Figurliste

Figur 1 Prinsippskisse varmepumpe, NDLA.....	2
Figur 2 SPP Highlift Heat Pump prinsipp, Olvondo Tech.	2
Figur 3 Ideell og reell stirlingprosess, Olvondo Tech.....	3
Figur 4 SPP Highlift Heat Pump, Olvondo Tech.	4
Figur 5 Funksjonsanalyse	6
Figur 6 Konsept 1 Inn mot oljesump.....	9
Figur 7 Konsept 1 Ut fra oljesump.....	10
Figur 8 Konsept 1 Selvstendig filtrering	10
Figur 9 Konsept 1 Fra tank B til tank A.....	11
Figur 10 Konsept 1 Normalt stengt	11
Figur 11 Konsept 2 Inn mot oljesump	12
Figur 12 Konsept 2 Ut fra oljesump	13
Figur 13 Konsept 2 Selvstendig filtrering	13
Figur 14 Konsept 2 Fra tank B til tank A.....	14
Figur 15 Konsept 2 Normalt stengt	14
Figur 16 Konsept 3 Inn mot oljesump	15
Figur 17 Konsept 3 Ut fra oljesump.....	16
Figur 18 Konsept 3 Selvstendig filtrering	16
Figur 19 Konsept 3 Fra tank B til tank A.....	17
Figur 20 Konsept 3 Normalt stengt	17
Figur 21 Tank, Metallteknikk AS	19
Figur 22 Prinsipp gerotorpumpe, Parker.....	21
Figur 23 Konsept 1 Skid	25
Figur 24 Konsept 2 Skid	26
Figur 25 Fritt-legeme-diagram	27
Figur 26 Dimensjonering av hulprofiler	28

Figur 27 Analyse av tyngdepunkt	29
Figur 28 Dimensjonering av oppsamlingskar	30
Figur 29 Reell oversikt over komponenter, med koblinger	33
Figur 30 Oljehåndteringssystem vinkel 1	34
Figur 31 Oljehåndteringssystem vinkel 2	34
Figur 32 Oljehåndteringssystem vinkel 3	35
Figur 33 Total deformation skid	64
Figur 34 Directional deformation skid	65
Figur 35 Normal stress skid	65
Figur 36 Total deformation pump support	66
Figur 37 Directional deformation pump support	66
Figur 38 Normal stress pump support	67

Tabelliste

Tabell 1 Konsept 1	18
Tabell 2 Konsept 2	18
Tabell 3 Konsept 3	18
Tabell 4 Oversikt over bolter	31
Tabell 5 Oversikt over muttere	31
Tabell 6 Oversikt over washere	32

Sammendrag

Oppgaven omhandler utvikling av et oljehåndteringssystem for fabrikktesting av industrielle varmpumper, og er skrevet i samarbeid med Olvondo Technology AS. Fabrikktestingen innebærer en kvalitetssjekk av varmpumpen, før utsending til kunder. For å kunne utføre testingen må 200 liter mineralolje tilføres varmpumpen. Bedriften ønsker et system som kan levere, hente ut, og oppbevare oljen, samt rense den, slik at oljen kan anvendes ved flere tester. Målet med oppgaven er å utvikle et system som oppfyller kravene, og som samtidig er brukervennlig.

En detaljert framstilling av det utviklede oljehåndteringssystemet blir presentert i rapporten, som imøtekommer bedriftens krav og ønsker. Systemet består av en bærekonstruksjon (skid), to tanker, et oppsamlingskar for eventuelle lekkasjer, og nødvendige komponenter med tilhørende koblinger. Produksjons- og bestillingstegninger er vedlagt i kap. 7.

1 Innledning

Innledningen gir en oversikt over bedriften Olvondo Technology AS, bakgrunnen for oppgaven, formålet ved prosjektet, teknisk bakgrunn om varmepumpeteknologi, og bedriftens industrielle varmepumpe kalt “SPP Highlift Heat Pump”.

1.1 Kort om Olvondo Technology AS

Olvondo Technology produserer SPP Highlift varmepumper, og SPP HeatPower motorer, som er basert på Stirlingprosessen. Verkstedet er plassert på Bømlo på Vestlandet. Bedriften startet opp først under navnet Single-Phase Power i 2012. Senere kjøpte Olvondo Industries og LOS gruppen opp bedriften, og Olvondo Technology AS ble etablert i 2016. Året senere ble selskapet en del av Westcon Group AS. (1)

1.2 Bakgrunn for oppgaven

Varmepumper er det foretrukne alternativet for miljøvennlig oppvarming til ulike formål. (2) Pumpene klassifiseres som teknologi innenfor fornybar energi. Dette er grunnet bruken av enten varme fra omgivelser eller andre varmekilder, som elektriske motorer, i stedet for bruk av fossilt brensel. (3)

Olvondo Technology AS produserer høytemperatursvarmepumper til industriell bruk på Rubbestadneset. En ønsker å kunne teste varmepumpene før en transporterer produktet til kunden, for å spare kostnader da eventuelle feil kan oppstå. Per i dag har ikke bedriften en løsning, og pumpene må testes hos kunden.

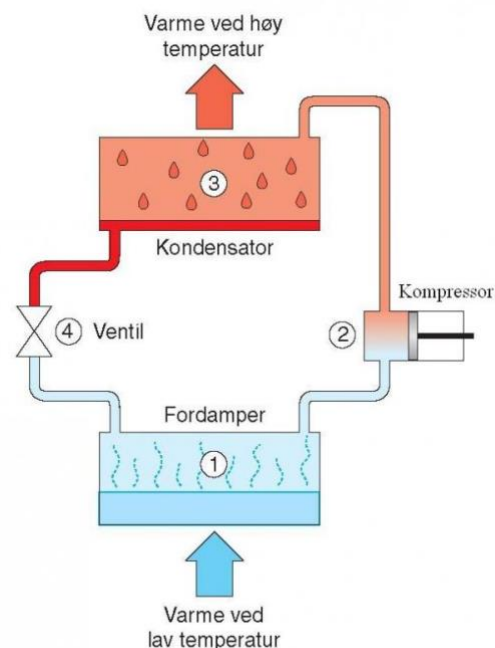
1.3 Formål ved prosjektet

Formålet ved denne oppgaven er å utvikle et oljehåndteringssystem for Olvondos SPP Highlift varmepumper. For å kunne kjøre spinnest på pumpen, må en tilføre olje i systemet for å hindre slitasje på metalliske komponenter. Den fungerer også som kjølingsmedium for delene. I tillegg har oljen i første runde en rensfunksjon, som fjerner metallstøv forårsaket av maskinering. Etter utført testing er det ønskelig å rense, deretter oppbevare oljen i en tank for videre testing ved verkstedet.

1.4 Generelt om konvensjonelle varmpumper

En varmpumpe er et system som overfører varme fra et lavere til et høyere temperaturnivå. (4)

Bruksområdene er mange, bl.a. oppvarming av bolig, kjøle-/frysenskap, oppvarming av vann til ulike formål, og ikke minst ofte brukt i produksjonsindustrien. Varmepumpen benytter fenomener som fordampning og kondensering, som øker trykk/temperatur og deretter avgis som varme/kulde. (5)



Figur 1 Prinsipp-skisse varmpumpe, NDLA

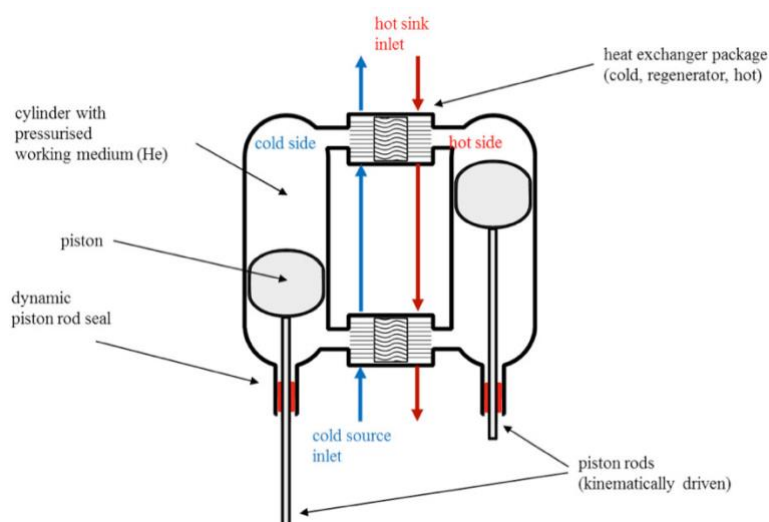
1.5 Industriell høytemperatursvarmpumpe

Industrielle høytemperatursvarmpumper kan nyttes om en behøver høyere utnyttelsestemperatur. Hele prosessen foregår i gassfase og ved varmeveksling, i motsetning til tradisjonelle varmpumper hvor arbeidsmediet kokes og kondenseres. En kan altså få mer utbytte av energien ved høytemperatursvarmpumper i forhold til andre konvensjonelle. Disse pumpene kan nytte spillvann for å gjenvinne energi. Industrielle varmpumper reduserer også klimautslipp betraktelig, og er derfor et ettertraktet alternativ ved produksjonsindustrien. (6)

(7)

1.6 SPP Highlift Heat Pump

Olvondo produserer «SPP Highlift Heat Pump» som tar i bruk den reverserte Stirlingprosessen. (8) En Stirlingmotor opererer ved syklisk ekspansjon og komprimering av et arbeidsmedium, ved ulike temperaturnivåer. Resultatet blir en omdannelse av varmeenergi til mekanisk arbeid. (9)



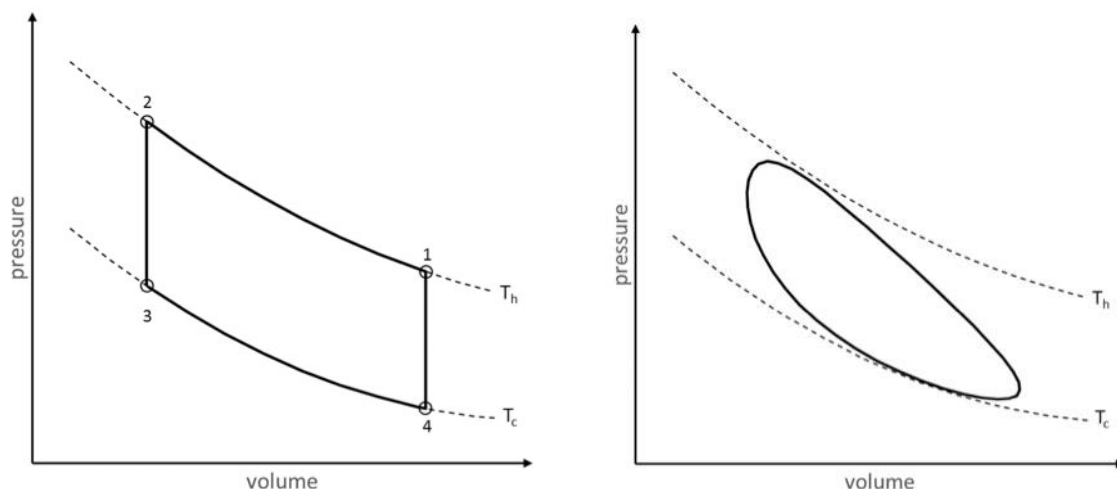
Figur 2 SPP Highlift Heat Pump prinsipp, Olvondo Tech.

SPP Highlift varmpumpen blir derimot drevet av en elektrisk motor. Den mekaniske energien nyttes til rotasjon av veivakselen, som igjen beveger stemplene. Stemplene øker/senker trykk og temperatur syklisk. Komprimeringen og ekspansjonen fører til varmeveksling mellom varm og kald side. Det trengs imidlertid to varmeveksler-pakker som overfører den avgitte energien. Pakkene inneholder en kald varmeveksler som henter varme, en varm varmeveksler som leverer, og et varmelager (regenerator) i midten, som vist på figur. På tvers av varmevekslerne er det plassert rør som inneholder vann. Ved overflatekontakt overføres energien. (8)

En regenerator har som funksjon i å lagre energien, og hindre at varmen frigis til omgivelser.

En kan ta i bruk ulike konfigurasjoner ved Stirling-prosessen, f.eks. alfa, beta og gamma. SPP Highlift bruker alfakonfigurasjon. Den har to kraftstempler, et plassert i en varm sylinder (varm side), og den andre i en kald sylinder (kald side). Arbeidsmediet, her helium, er drevet mellom stemplene. Ofte brukt er en v-formasjon (90 grader) mellom stemplene forbundet på samme punkt på en veivaksel. Den kalde sylindren er plassert inne i en lavtemperatursvarmeveksler, og den varme sylindren er i en høytemperatursvarmeveksler. Ved den ideelle Stirling prosessen gjennomgår heliumet fire hovedstadier. Første stadiet er en isoterm kompresjon på den varme siden. Andre delen av prosessen er kjøling med konstant volum fra varm side til kald side ved at gassen tvinges gjennom regeneratoren. Tredje delen av prosessen er en isoterm ekspansjon på kald side. Siste delen er oppvarming med konstant volum, ved at gassen tvinges gjennom regeneratoren. (9)

Figurene nedenfor forklarer forskjellen mellom ideell og reell Stirlingprosess. (8)



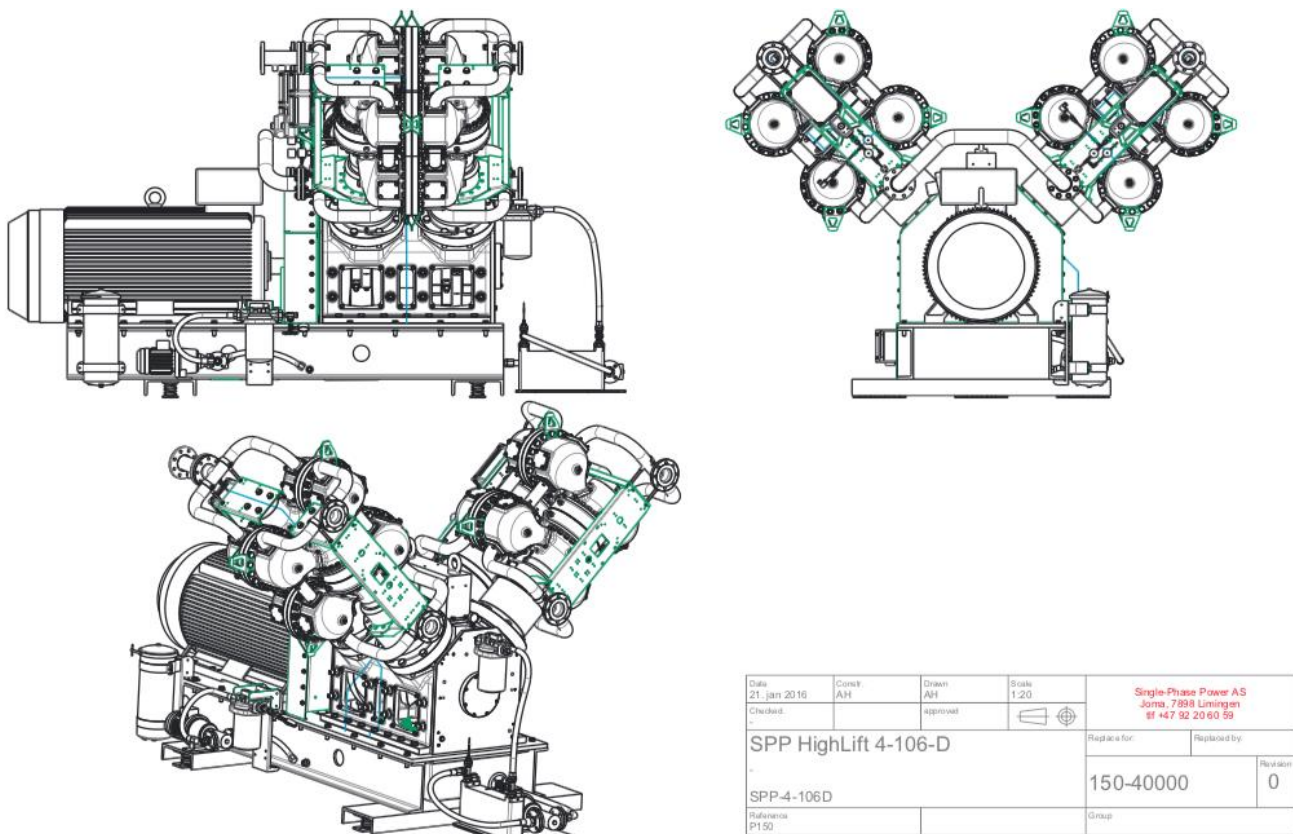
Figur 3 Ideell og reell stirlingprosess, Olvondo Tech.

Ved «SPP Highlift Heat Pump» nyttes helium som arbeidsmedium, og motoren bruker mindre enn 2 kg. Gassen nyttes grunnet den er luktfri, ikke-eksplosiv/-brennbar/-giftig, miljøvennlig og utmerket til transport av energi. (8)

GWP¹-/ og ODP²-verdiene i helium er lik null. (10)

GWP forteller om gassen har en påvirkning på drivhuseffekten, mens ODP-verdien har med evnen til en gass å bryte ned ozonlaget. (11) (12)

Utslippet av CO₂ fra dampgeneratoren i «SPP Highlift Heat Pump» er minimale i forhold til generering av damp ved andre metoder.



Figur 4 SPP Highlift Heat Pump, Olvondo Tech.

¹ Global Warming Potential

² Ozone Depletion Potential

Emnekode: ING3039

Innlevert dato: 07.05.19

Kandidatnr.: Seline Solstad Halleland (105) & Anne Grethe Stange (125)

2 Kravspesifikasjon til systemet

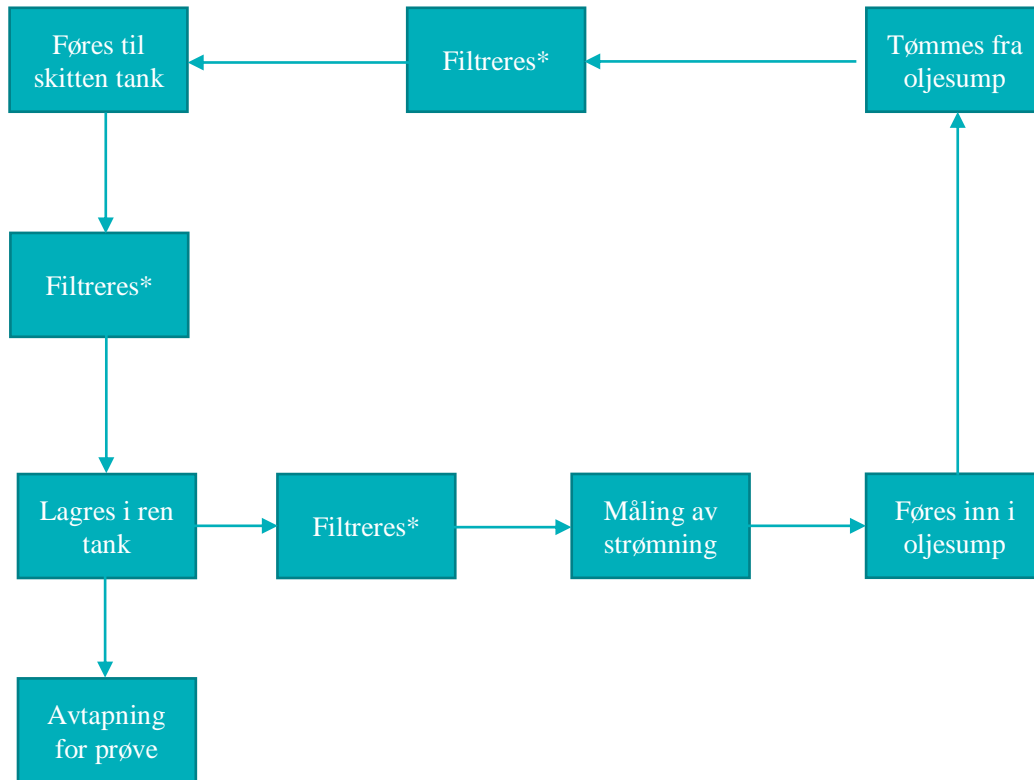
Oljehåndteringssystemet blir designet etter krav fra bedriften. Kravspesifikasjonene som legger grunnlag for løsningsforslagene er:

- Systemet skal kunne levere 200 liter olje til den industrielle høytemperatursvarmepumpen. Videre skal systemet stenges av, varmepumpen skal spinntestes, og etter endt test skal oljesumpen tømmes
- Håndteringssystemet skal være utstyrt med to tanker. En tank som rommer 200 liter for brukt/skitten olje, og en på 400 liter som skal inneholde ren/ferdig filtrert olje og som er klar til bruk
- Oljen som skal tas i bruk er av typen Mobil 1 FSx1 5W50 (mineralolje)
- Systemet skal være utstyrt med filter som sørger for at forurensningsnivå i form av partikler holder seg under en bestemt grense
- Ventilene skal være styrte grunnet brukervennlighet
- En «flowcounter»/strømningsmåler skal være montert i systemet, for å kunne kontrollere mengden olje inn/ut av varmepumpen
- Skid og oppbevaringstanker skal konstrueres/bestilles i konstruksjonsstål av typen S355 (svart stål)
- Konstruksjonen skal kunne fraktes vha. standard lastebildimensjoner

3 Funksjonsanalyse

Funksjonsanalysen består av primær- og sekundære funksjoner. Ved systemet er primærfunksjonen å frakte oljen ut og inn av varmpumpen/tank. Sekundærfunksjonen er rensing av oljen. En pumpe må monteres for å kunne frakte oljen mellom komponentene.

*Filtreringsfunksjonen vil variere etter de ulike konseptene



Figur 5 Funksjonsanalyse

4 Løsningsprosess

4.1 Fremgangsmåte

Først innhentes generell informasjon om industrielle varmepumper, og kunnskap om SPP Highlift Heat Pump tilegnes. Deretter blir oppgavestillingen diskutert, og en får satt ulike krav av bedrift. Begrensninger blir satt, for å forenkle konstruksjonsprosessen. Videre blir ulike løsninger for flytskjema og tanker med skid skissert, vha. AutoCAD eller for hånd. Etter endelig valgt løsning av tank/skid designes delene i Autodesk Inventor, og styrkeberegninger utføres i ANSYS.

4.2 Hjelpemidler

4.2.1 AutoCAD Mechanical

AutoCAD³ er en designprogramvare som brukes av arkitekter, ingeniører og konstruksjonseksperter tar i bruk for å lage presise 2D og 3D tegninger. AutoCAD Mechanical er nærmere spesifisert for mekanisk konstruksjon. (13)

4.2.2 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor tilbyr profesjonell tredimensjonal mekanisk design, dokumentasjon og ulike simuleringsverktøy. Programvaren konkurrerer med andre DAK⁴-systemer som SolidWorks, Solid Edge og Pro/ENGINEER. (14)

4.2.3 ANSYS

ANSYS er et programsystem for 3D design og strukturanalyse. En kan modellere i Inventor, og eksportere dem til ANSYS for analyse. Ved hjelp av programvaren kan en utføre nøyaktige styrkeberegninger på de mekaniske delene. (15)

³ Computer-Aided Design

⁴ Dataassistert konstruksjon

Emnekode: ING3039

Innlevert dato: 07.05.19

Kandidatnr.: Seline Solstad Halleland (105) & Anne Grethe Stange (125)

5 Løsningsanalyse og vurdering

Neste steg i prosessen er å drøfte ulike konsepter som kan tilfredsstillende kundens krav til produktet, ift. funksjon, kvalitet og økonomi. Inspirasjon hentes fra ulike kilder, for eksempel oppslagsverk, fagpersonell og Internett. Videre diskuteres ulike løsninger, der mange raskt blir utelukket. De mest aktuelle forslagene for flytskjema blir designet i AutoCAD.

5.1 Ulike forslag til flytskjema

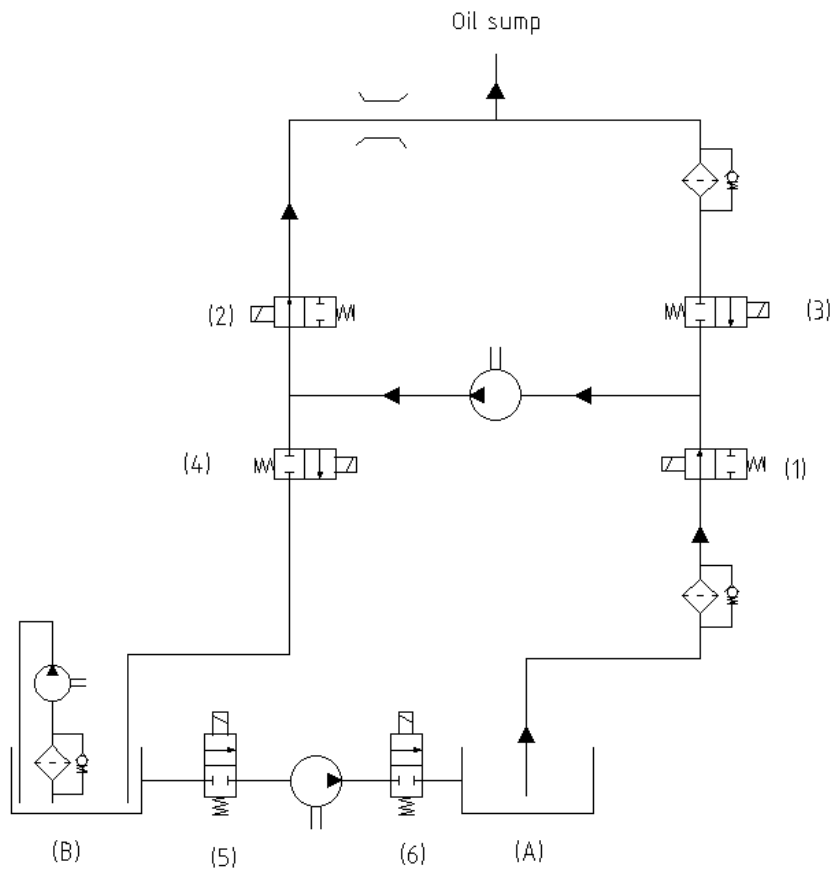
Flytskjema beskriver prosessen skjematisk vha. forenklete symboler for mekaniske komponenter (16) Felles for alle forslagene er at det nyttes ventiler før og etter pumper, mtp. vedlikehold. Pumpen kan avkobles ved å stenge ventilene rundt, for å hindre oljelekkasje. Filtre er plassert før oljen strømmer gjennom mekaniske komponenter, både på vei inn og ut av varmpumpen, for å unngå tekniske problemer eller ødeleggelse.

5.1.1 Konsept 1

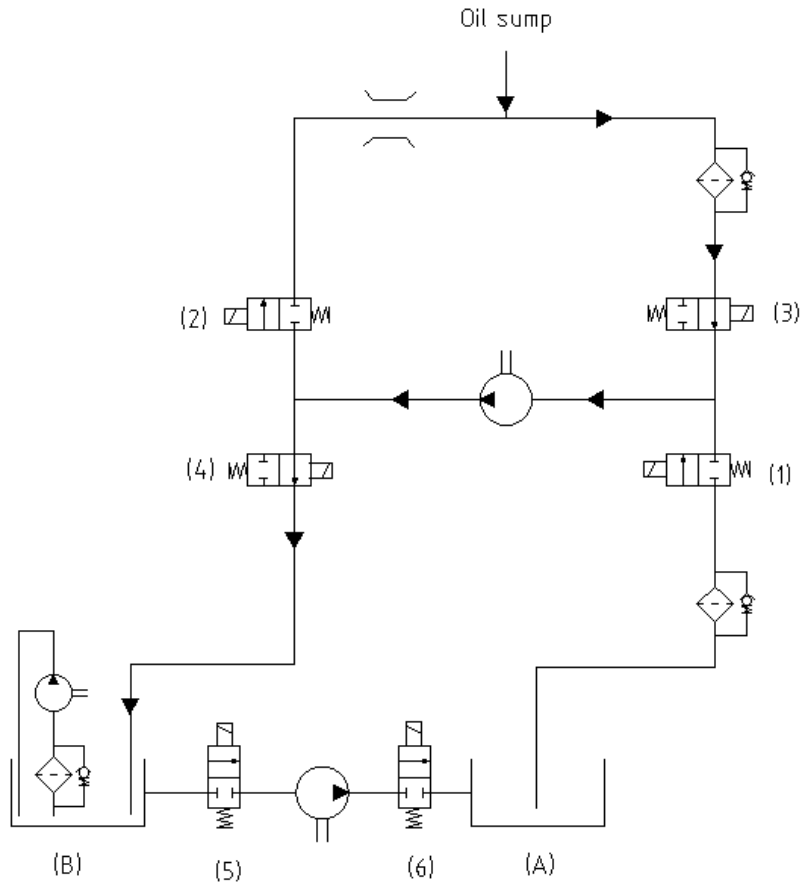
Ventilene styrer strømningsretningen, vha. ulike kombinasjoner av åpne- og lukkeposisjoner.

Det benyttes to tanker, der tank A alltid inneholder ren olje som er klar til bruk. Tank B inneholder derimot nylig brukt og dermed “skitten” olje. Denne tanken har et eget, selvstendig rensesystem. Når den brukte oljen er filtrert og renses, pumpes den videre til den rene karet.

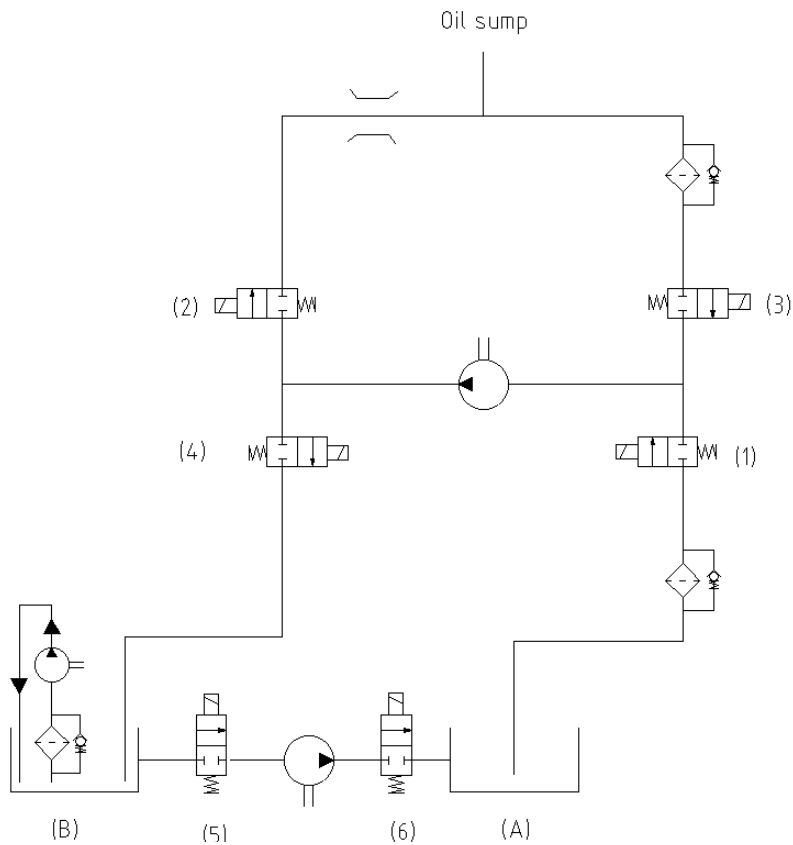
Ulempen er mange komponenter, med totalt tre pumper, noe som fører til at løsningen kan bli unødvendig kostbar.



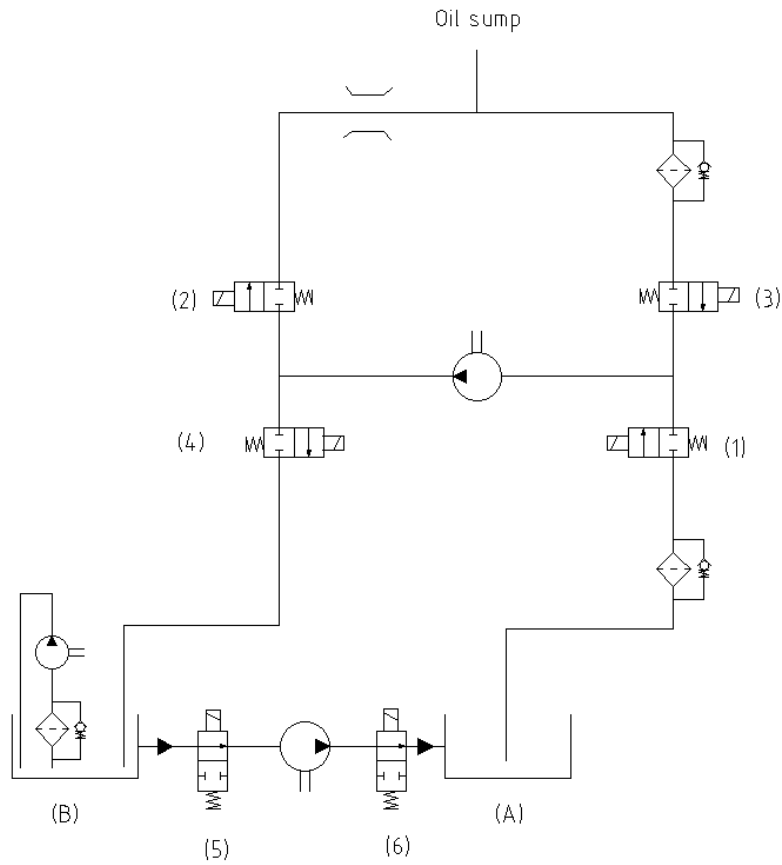
Figur 6 Konsept 1 Inn mot oljesump



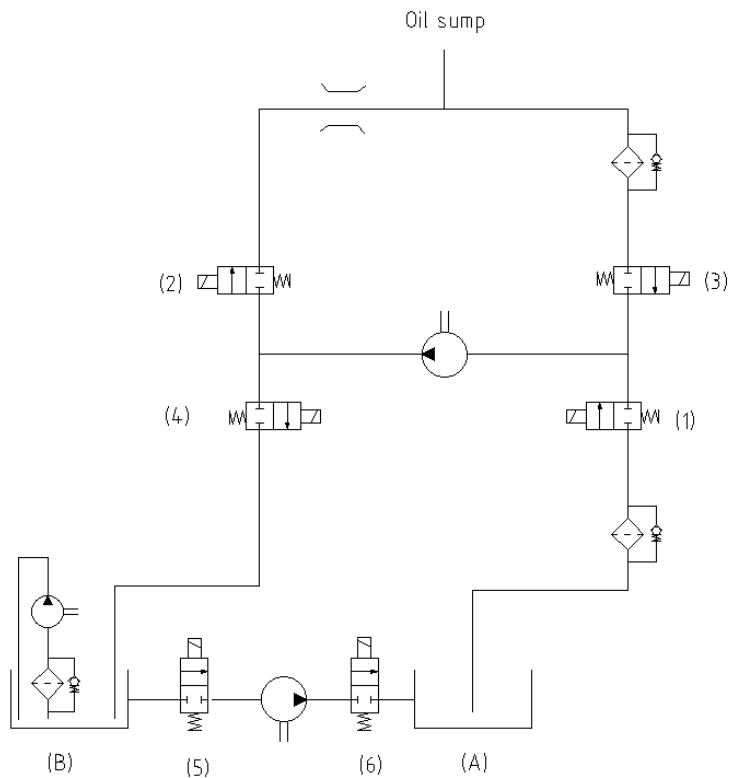
Figur 7 Konsept 1 Ut fra oljesump



Figur 8 Konsept 1 Selvstendig filtrering



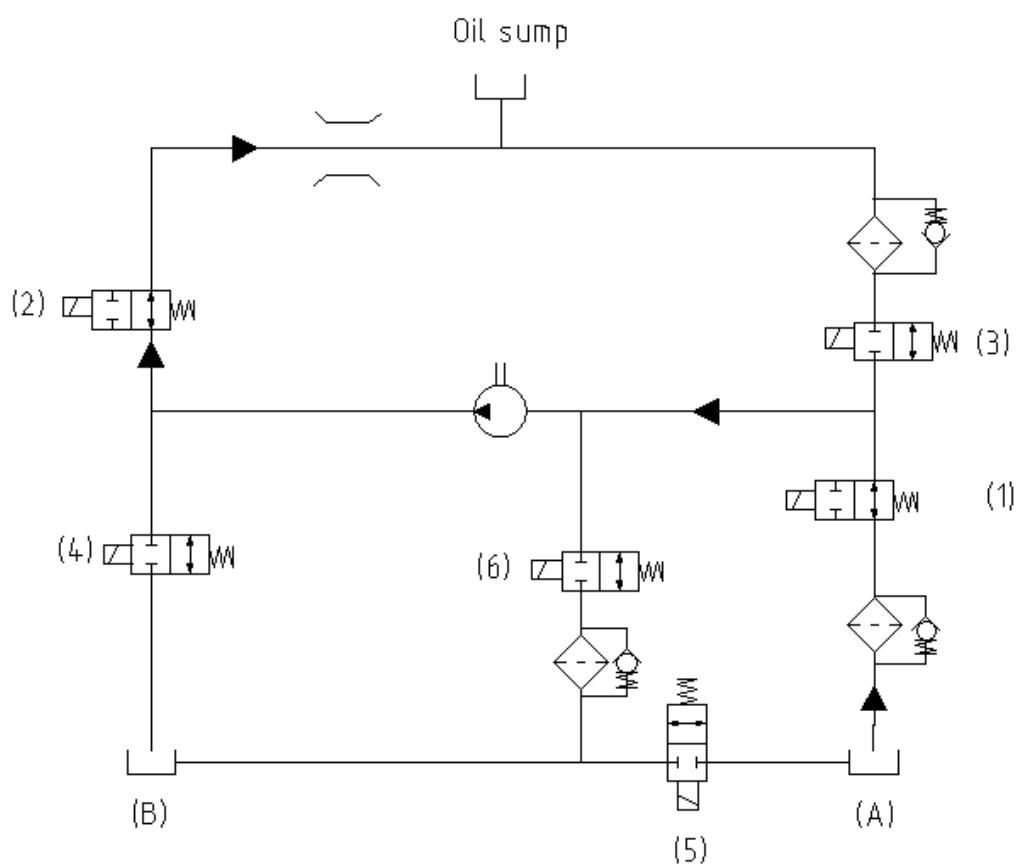
Figur 9 Konsept 1 Fra tank B til tank A



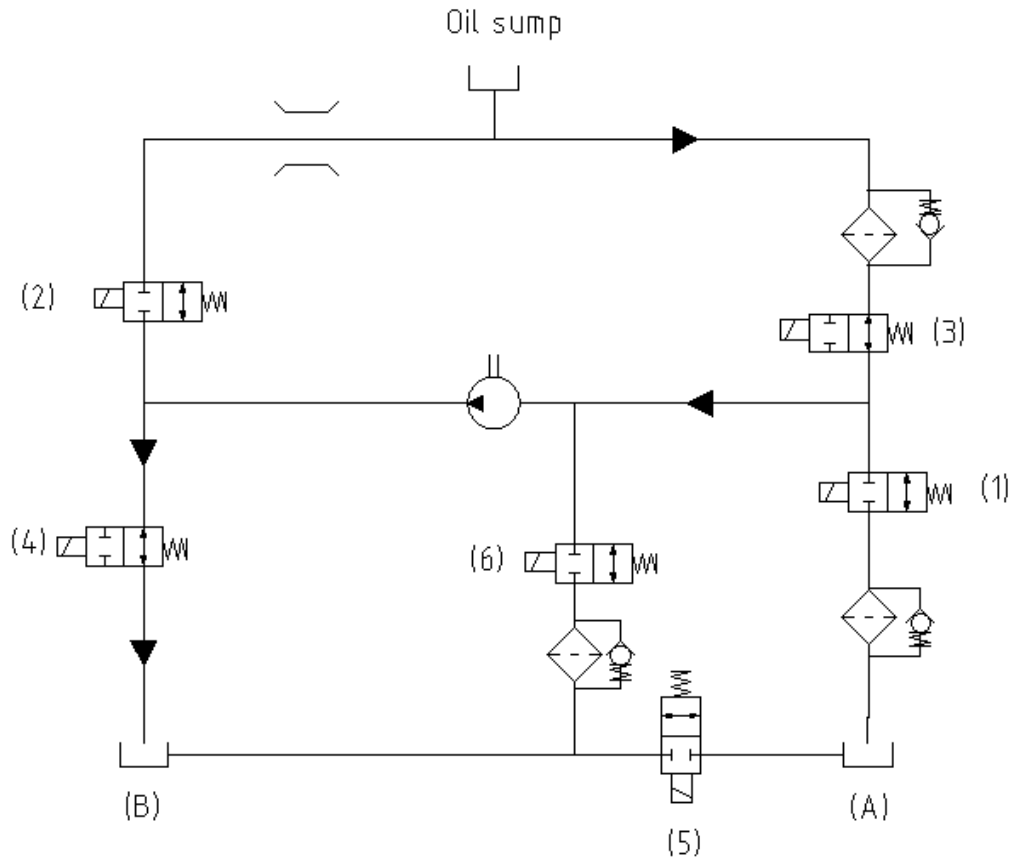
Figur 10 Konsept 1 Normalt stengt

5.1.2 Konsept 2

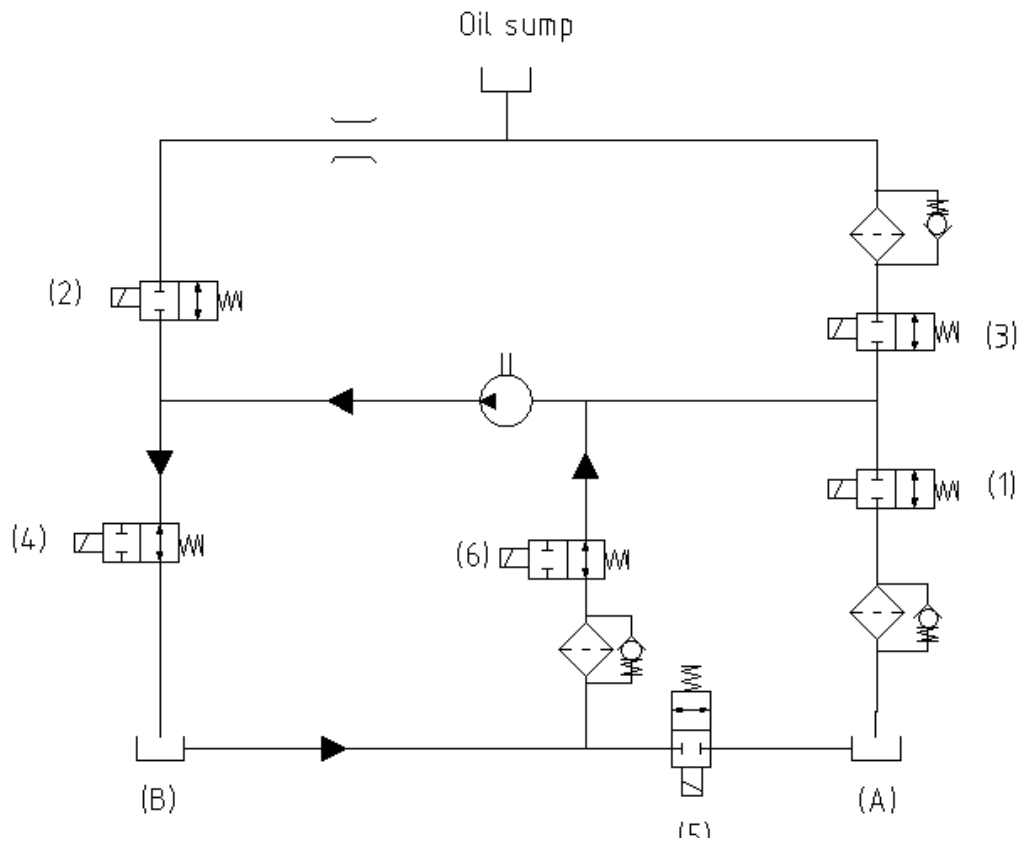
Forslaget er en forenklet versjon av konsept 1 med bruk av kun én pumpe. Ventilene er normalt stengt og solenoidstyrte. «Ventilparet» (1) og (2) åpnes når oljen skal leveres fra tank A til varmpumpen. Motsatt åpnes ventilar (3) og (4) når oljesumpen skal tømmes etter endt spinttest. En kan kjøre selvstendig filtrering ved å åpne ventilene (4) og (6). Når oljen er ferdig filtrert i tank B, åpnes ventil (5), og oljen renner vha. høydeforskjell/tyngdekraft videre til tank. Fordelen ved systemet er flere filtreringsmuligheter og bare én pumpe. Ulempen er bruk av tyngdekraftkonseptet. Oljen er seigtflytende og det kan i praksis ta lang tid å fylle tank A.



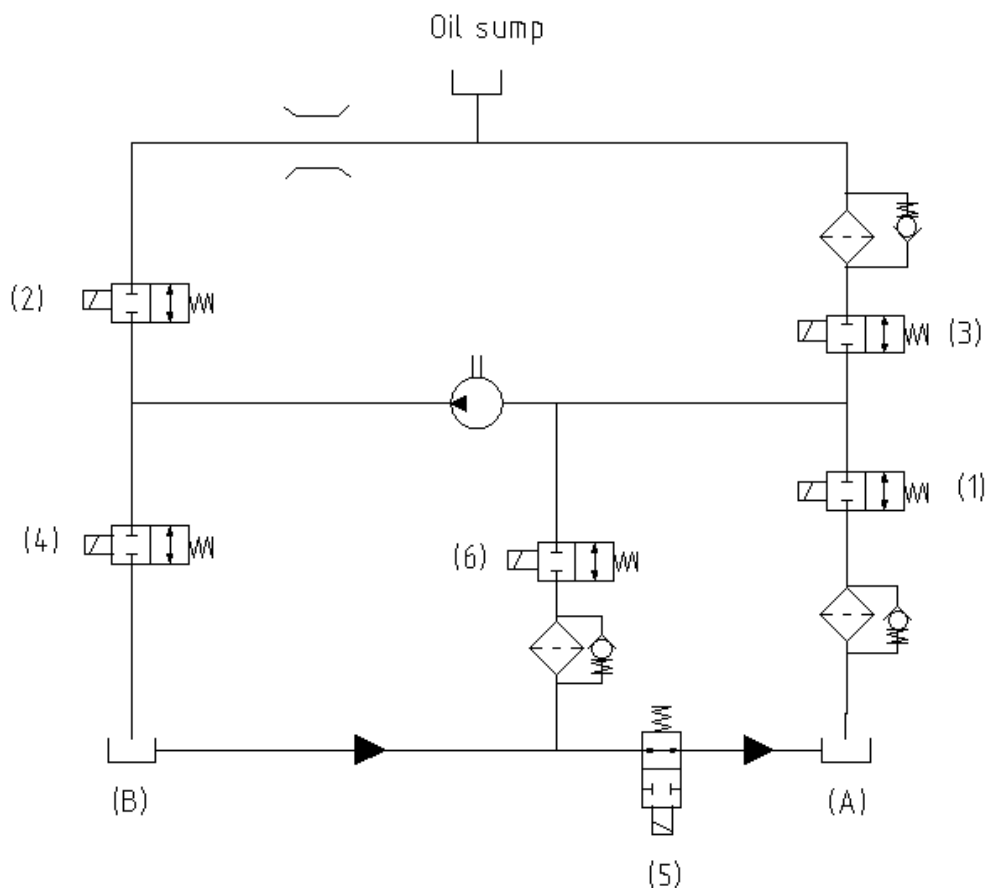
Figur 11 Konsept 2 Inn mot oljesump



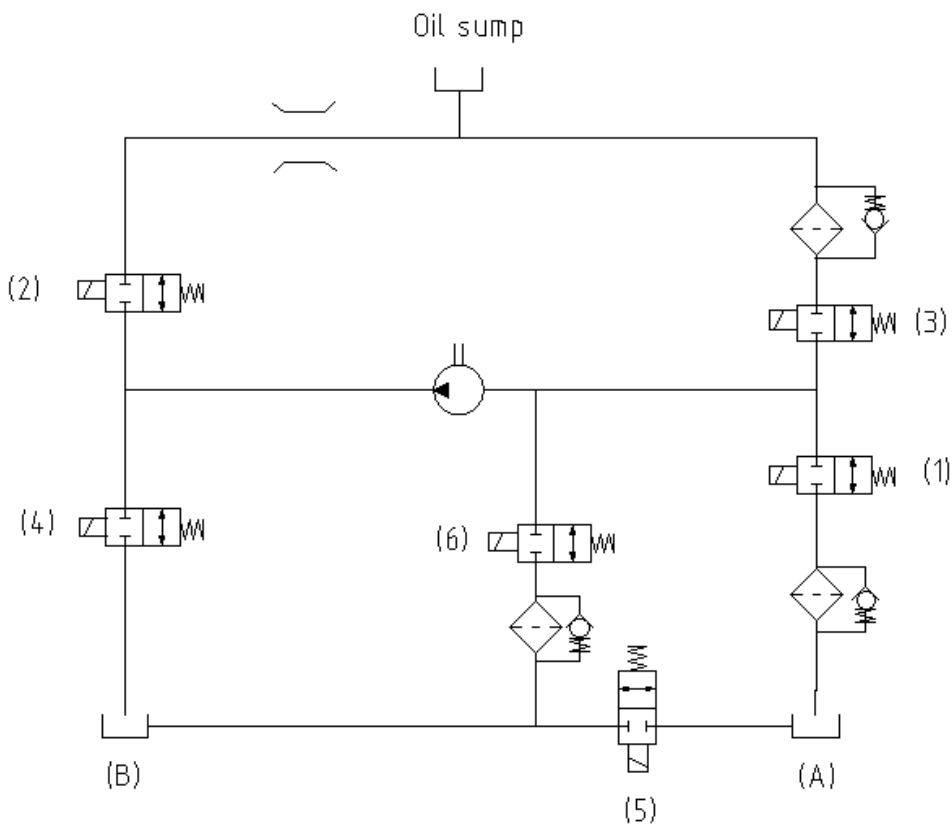
Figur 12 Konsept 2 Ut fra oljesump



Figur 13 Konsept 2 Selvstendig filtrering



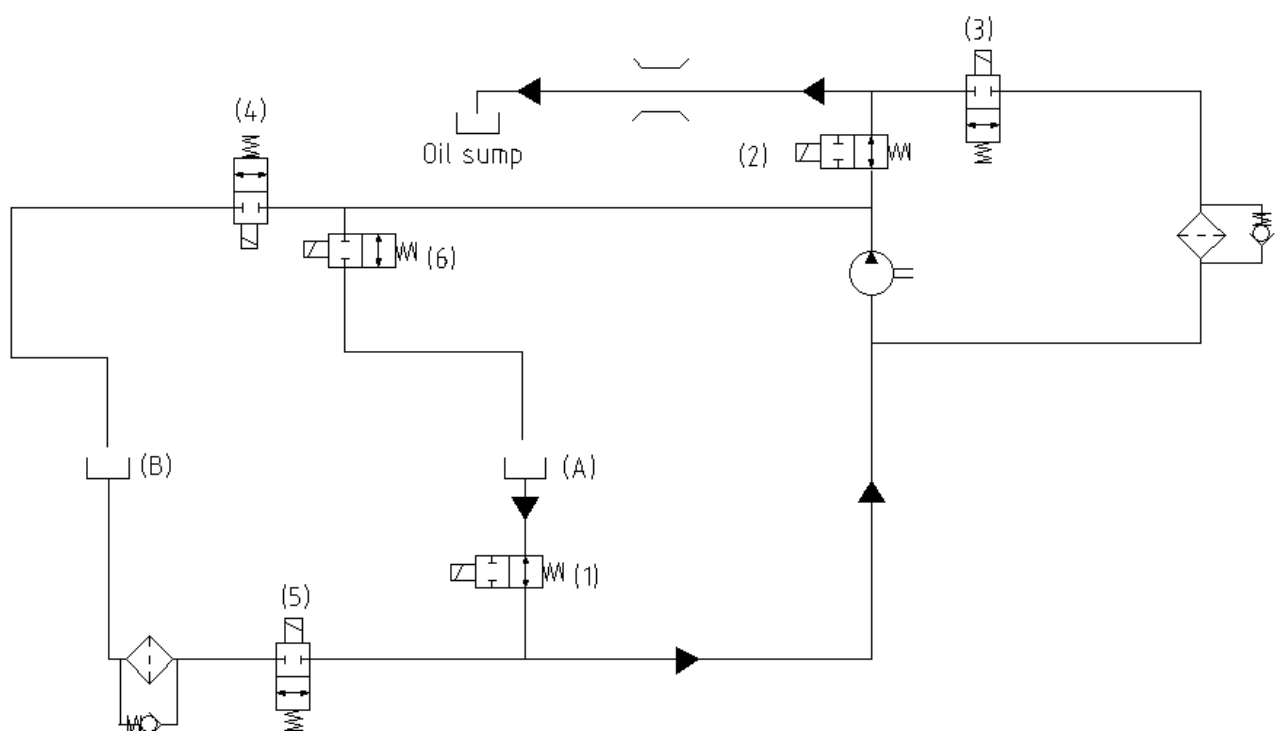
Figur 14 Konsept 2 Fra tank B til tank A



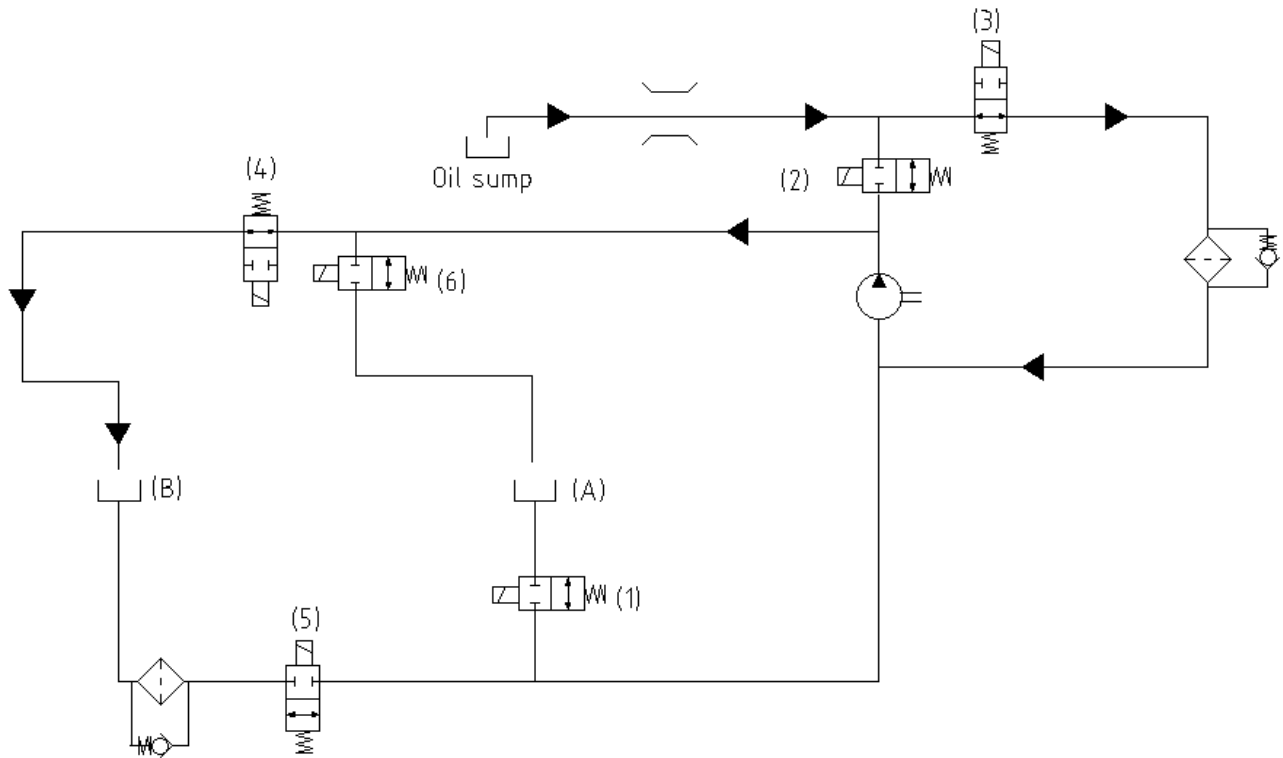
Figur 15 Konsept 2 Normalt stengt

5.1.3 Konsept 3

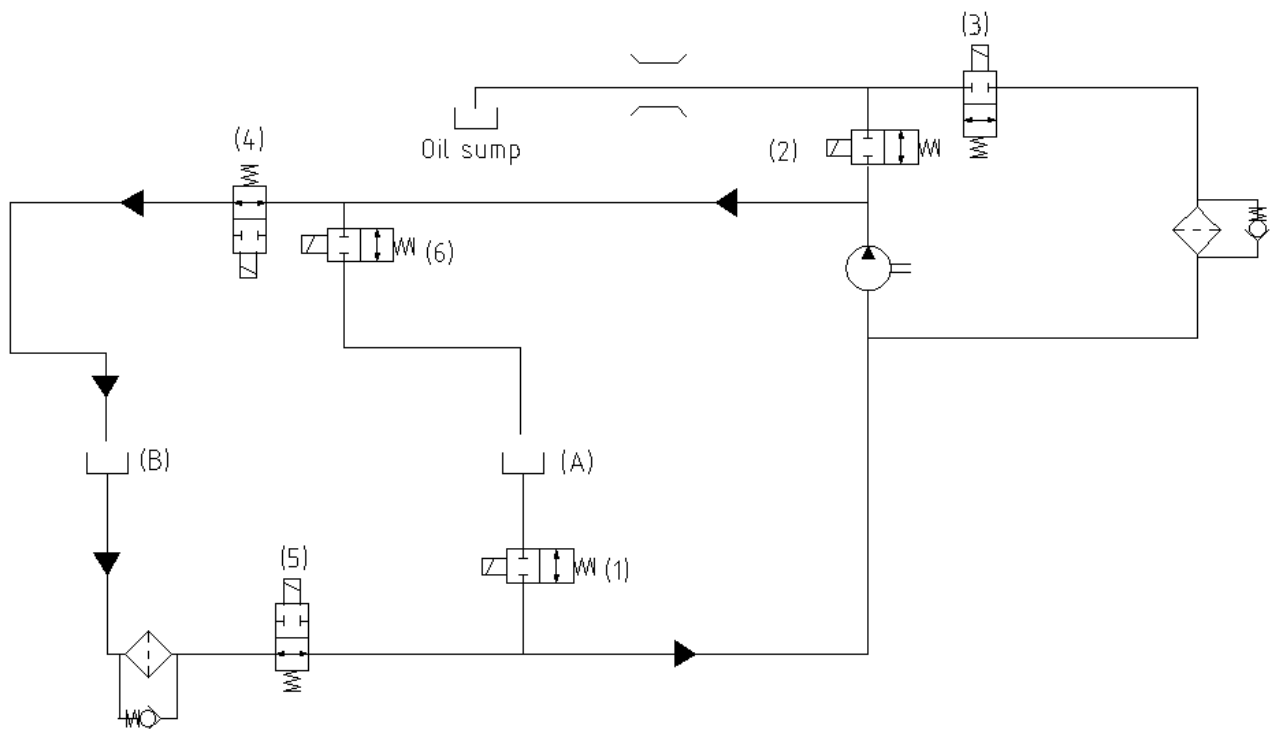
Dette konseptet er foreslått av bedriften selv. Ventilene er normalt stengt og styrte. Ved å åpne ventil 1 og 2 kan oljen pumpes inn i varmpumpen. Etter endt testing åpnes ventil 3 og 4 for å tømme oljesumpen. Deretter stenges alle ventiler unntatt 4 og 5, for å kunne kjøre selvstendig filtrering. Når den brukte oljen er ferdig filtrert og ren åpnes ventil 6, slik at tank A fylles. Fordeler ved forslaget er bruken av kun én pumpe og muligheten for filtrering uavhengig av varmpumpen. En ulempe kan imidlertid være mange strekk med slanger. Velger dette konseptet videre for løsning av oppgaven, ettersom en ser mange fordeler, og få ulemper.



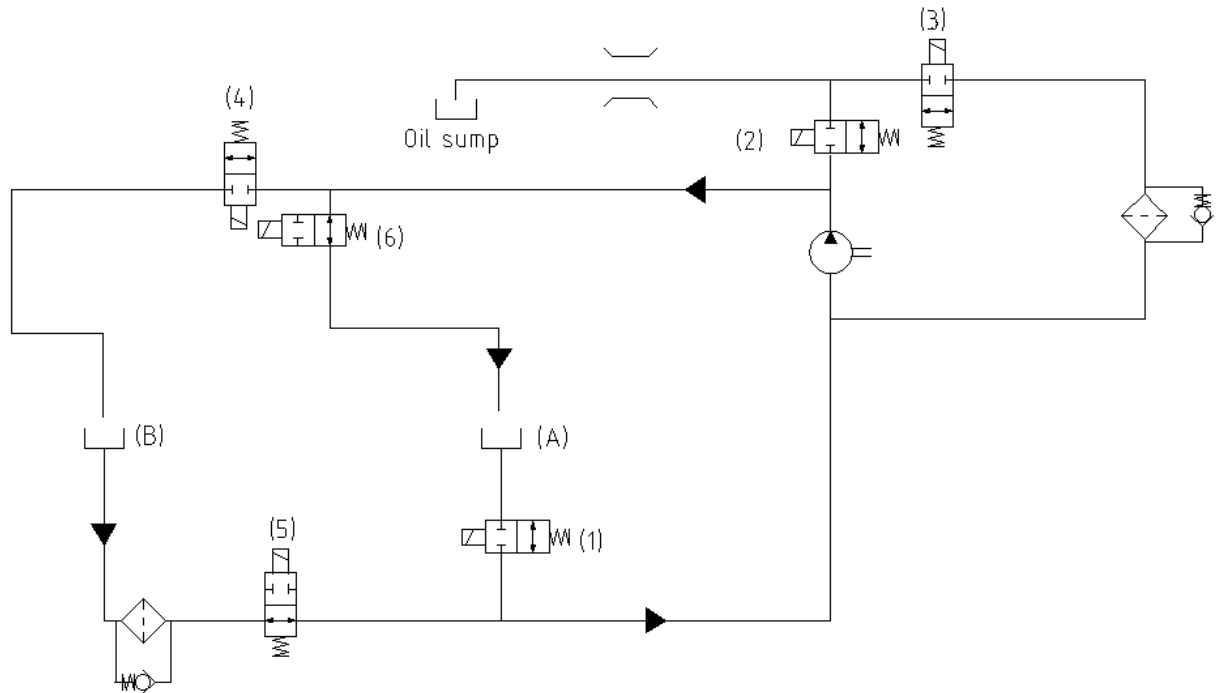
Figur 16 Konsept 3 Inn mot oljesump



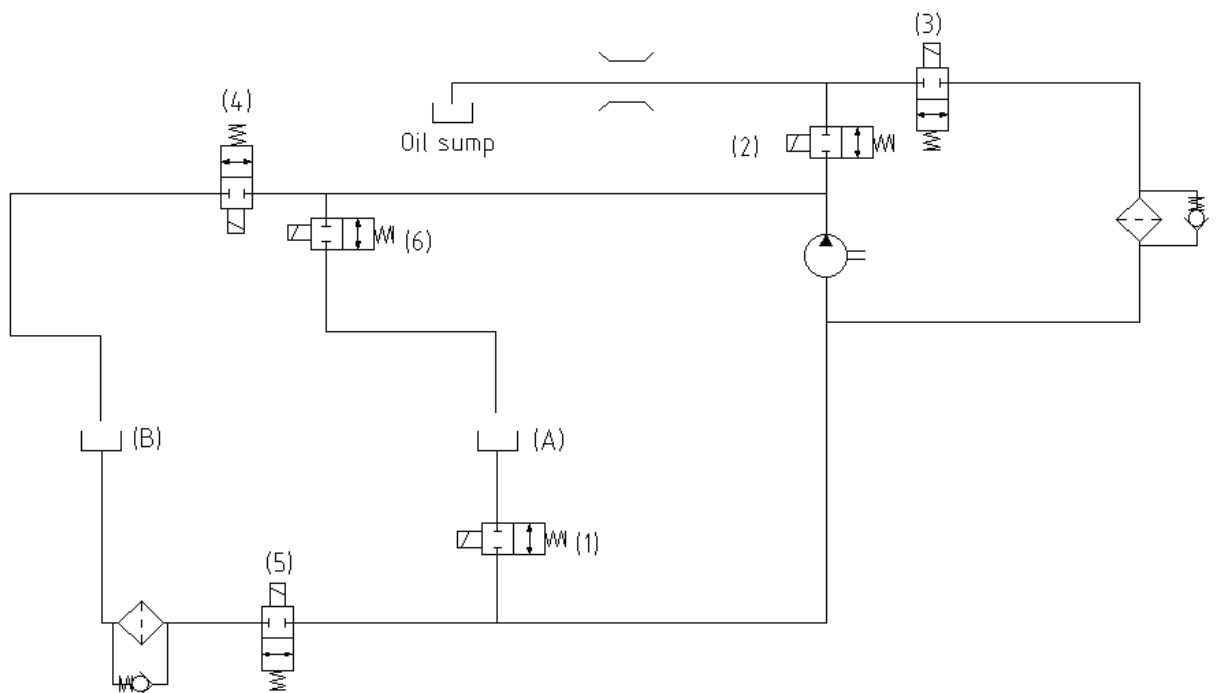
Figur 17 Konsept 3 Ut fra oljesump



Figur 18 Konsept 3 Selvstendig filtrering



Figur 19 Konsept 3 Fra tank B til tank A



Figur 20 Konsept 3 Normalt stengt

5.2 Oppsummering av konseptene

Dette avsnittet gir en kort oppsummering av de forskjellige konseptene

5.2.1 Konsept 1

Tabell 1 Konsept 1

Fordeler	Ulemper
<ul style="list-style-type: none">- Selvstendig rensesystem, uavhengig resten av systemet	<ul style="list-style-type: none">- Mange komponenter, deriblant 3 pumper

5.2.2 Konsept 2

Tabell 2 Konsept 2

Fordeler	Ulemper
<ul style="list-style-type: none">- Relativt få komponenter- Mulighet for rensing i systemet	<ul style="list-style-type: none">- Benytter tyngdekraft. Kan medføre langsom oljeoverføring

5.2.3 Konsept 3

Tabell 3 Konsept 3

Fordeler	Ulemper
<ul style="list-style-type: none">- Få komponenter- Mulighet for rensing i systemet	<ul style="list-style-type: none">- Kan oppta større plass

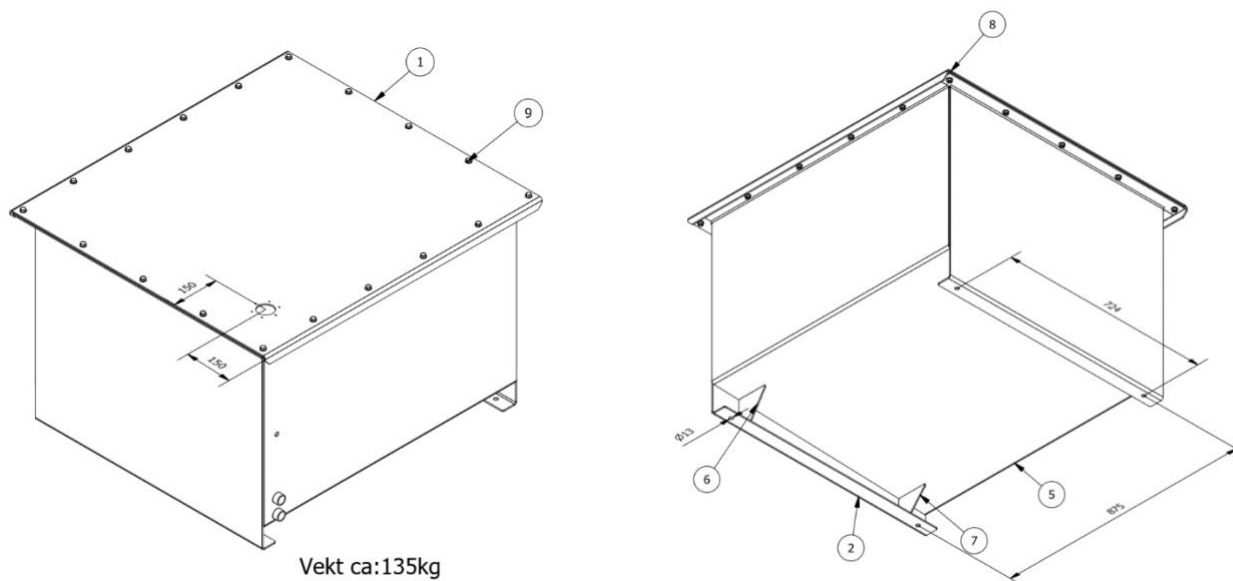
5.3 Ulike komponenter

Komponentene i systemet er hentet fra ulike leverandører. De fleste er fra Parkers nettside. Se bestillingstegninger i kap. 9 for mer informasjon.

5.3.1 Tank/Oljeresservoar

En tank skal fungere som oppbevaring av olje mellom utgående strøm til pumper og inngående strøm fra ledninger. Den har også viktige funksjoner ift. renhold av oljen og luftavgivelse fra oljen. Oljen blir som regel avkjølt i tanken. (17)

Ulike typer tanker blir metodisk vurdert, både sylinderformede og rektangulære. Gruppen diskuterer muligheten for å designe egen løsning, men kommer raskt frem til at innkjøp vil være tidsbesparende og antagelig mer økonomisk. Etter anbefaling fra Metallteknikk AS, velges følgende tank:



Figur 21 Tank, Metallteknikk AS

Tanken levert av Metallteknikk AS har en skrå bunnplate. Designet hindrer partiklene å legge seg i bunnen. Oljen, sammen med partiklene, videreføres derfor til filtrering. Tanken har to uttak nede ved skråplaten. Det nederste uttaket er for avtapning av eventuelle vannlekkasjer og andre forurensninger. Det øverste uttaket kobles videre til systemet. Oljen vil leveres til tanken via uttaket på toppen. Tanken har som utgangspunkt et volum på 350 liter.

Leverandøren har informert om at volumet kan økes/reduceres ved å justere høyden.

Grensesnitt forblir de samme som på tegningene.

5.3.2 Hydraulisk pumpe

Funksjonen til en pumpe er å transportere væske. Fra den elektriske motoren mottar pumpen rotasjonskraft, som videre omdannes til oljestrøm og trykk. Pumpen skal være hydraulisk og elektrisk drevet. Den skal levere mineralolje til oljesumpen i varmepumpen, og senere hente den ut igjen. Det er ønskelig at den hydrauliske pumpen skal levere 200 liter olje på under 30 minutter. Nedenfor er det listet opp, og beskrevet ulike pumper fra Parkers nettside som oppfyller kravet om strømningshastigheten:

QPM3 Gerotor Pump

En gerotorpumpe er en positiv forskyvningspumpe. Enheten består av en indre og ytre rotor⁵, der den ytre alltid har en tann mer enn den indre. Volumet vil kontinuerlig endres under enhetens rotasjonssyklus. En volumøkning skaper et vakuum, som igjen fører til at væsken suges inn i pumpen. Når volummengden avtar, vil det oppstå en kompresjon, og dermed kan væsken bli pumpet videre. (18)

Gerotorpumpen fra Parker er av modellen QPM3. Til systemets bruk foreslås type QPM3 20, ettersom den leverer 20 LPM. Se vedlegg A. Grunnet størrelsen på volumstrømskapasiteten, vil det ta ca. 10 minutter å levere 200 liter olje. Pumpens anbefalte maksimale driftstrykk er 10 bar. Jo mindre trykk og volumstrøm pumpen tåler og leverer, desto mindre effekt og størrelse kreves. Dette fører til at den blir kostnadseffektiv.



Figur 22 Prinsipp gerotorpumpe, Parker

⁵ Tannhjul

Emnekode: ING3039

Innlevert dato: 07.05.19

Kandidatnr.: Seline Solstad Halleland (105) & Anne Grethe Stange (125)

5.3.3 Ventiler

Ventiler har som oppgave å åpne eller stenge for strømming i et system, eller regulere mengden av det gjennomstrømmende mediet. I et prosessanlegg vil det være mange ventiler med ulike funksjoner. Ved valg av ventil er det svært viktig å ta hensyn til hvilken funksjon den skal betjene. (19)

En ventil kan styres manuelt (med spaker), være trykkstyrt, eller elektrisk styrt. Det er også en mulighet for kombinasjon av styringer. (20)

Ved oljehåndteringssystemet ønskes to posisjoner: åpen/lukket, og ventilene skal være styrte.

Magnetventil (solenoid)

En magnetventil vil egne seg godt ved gjeldende system, ettersom de åpnes/lukkes vha. elektrisk strøm. (21)

Poppet- og spoleventiler er mest brukt ved solenoidstyring. Hovedforskjellen mellom dem er konstruksjonen. Valgt ventil (se vedlegg A) er en spoleventil. Den største fordel ved denne ventilen er at spolebevegelsen ikke påvirkes av strømmingen. De kan også anvendes ved vakuumbetjening, og ved høyt og lavt trykk. Det kan imidlertid oppstå lekkasje over tid, som følge av slitasje mellom kontaktflatene. (22)

Ventilene i systemet skal være normalt stengt, og åpnes ved strømtilførsel. Dette hindrer risiko for lekkasjer ved et eventuelt strømbrudd. For å benytte seg av solenoidstyrte ventiler må en legge opp strøm. Et styringspanel vil gi signaler til et relé, som videre vil føre strøm til ventilene som skal åpnes. Panelet vil være utstyrt med brytere som «levere», «tømme» og «rense». Bryterne kan ikke kombineres.

5.3.4 Oljefilter

Et oljefilter er et filter designet for å rense motorolje, girkasseolje, smøreolje eller hydraulikkolje. Filtre er rangert etter evnen til å fjerne partikler ved en bestemt størrelse i et fluid. Denne rangeringen kalles renhetsgraden⁶, og $10\ \mu\text{m}$ ⁷ er ofte brukt. Filtre deles inn i nominelle og absolutte rangeringer. Nominell rangering indikerer filterets evne til å hindre en viss prosentandel av forurensningen opp til en gitt størrelse. Den absolutte rangeringen beskriver diameteren til den største partikkelen som vil passere gjennom filteret.

(23)

5.3.5 Slanger

Slangene i systemet har som oppgave i å frakte mediet mellom de ulike komponentene. På markedet finnes det forskjellige typer slanger, og velges ut ifra behov som fleksibilitet, medier, temperatur, trykk og størrelse.

5.3.6 Koblinger/fittings

Grunnet ulike grensesnitt mellom komponentene trengs koblinger for å sammenstille systemet. Det nyttes forskjellige koblingsstykker ut ifra bruksområde.

5.3.7 Instrumenter

Det er ønskelig med et flowmeter påkoblet slangen før oljesumpen i varmepumpen, for å kunne måle strømningsmengden. For testing av oljekvaliteten kan det anvendes en partikkelmåler.

⁶ Filter rating

⁷ Mikrometer

Emnekode: ING3039

Innlevert dato: 07.05.19

Kandidatnr.: Seline Solstad Halleland (105) & Anne Grethe Stange (125)

5.4 Skid

Skiden skal designes slik at en standard gaffeltruck kan frakte systemet. Tankene må plasseres slik at tungpunktet er innenfor gaffellengden. Funksjonen til skiden er å bære tankene og komponentene. Det er ønskelig å ha et oppsamlingskar for eventuelle lekkasjer.

5.4.1 Oppsamlingskar

På grunn av sikkerhetsmessige årsaker konstrueres et oppsamlingskar som en del av skiden. Karet vil oppta eventuelle lekkasjer som vil kunne oppstå, og en unngår derfor oljesøl. En sensor med varsling kan, om ønskelig, plasseres i karet ved en eventuell lekkasje. En avtappingsmulighet blir tilført karet, i form av en kran e.l.

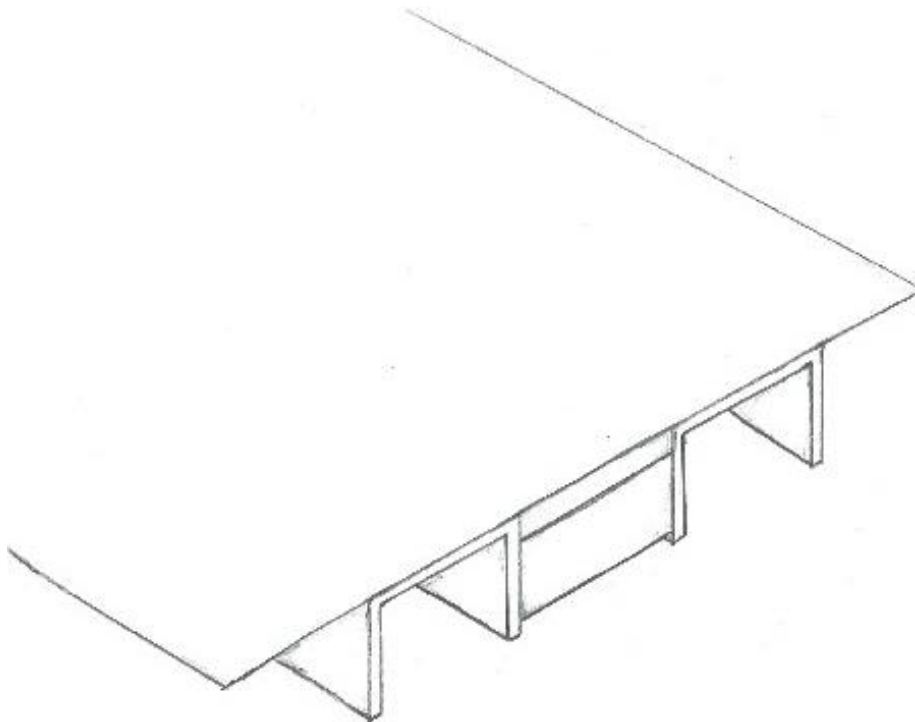
5.4.2 Rist

For festing av komponenter nyttes en standard rist, med maskeåpning 50,8x21,77 [mm] (24). Vinkelstål blir sveiset fast i begge ender på risten (se produksjonstegning nr. 01051902 i kap.9), som igjen sveises fast til oppsamlingskaret. Risten plasseres på samme side som uttakene på tankene. Designet vil redusere plassbehovet, og være mer oversiktlig for brukeren. Standard washere anvendes bak boltehodene, som festes til risten, for å unngå at hodet går gjennom maskeåpningen.

5.4.3 Ulike forslag til skid

Konsept 1

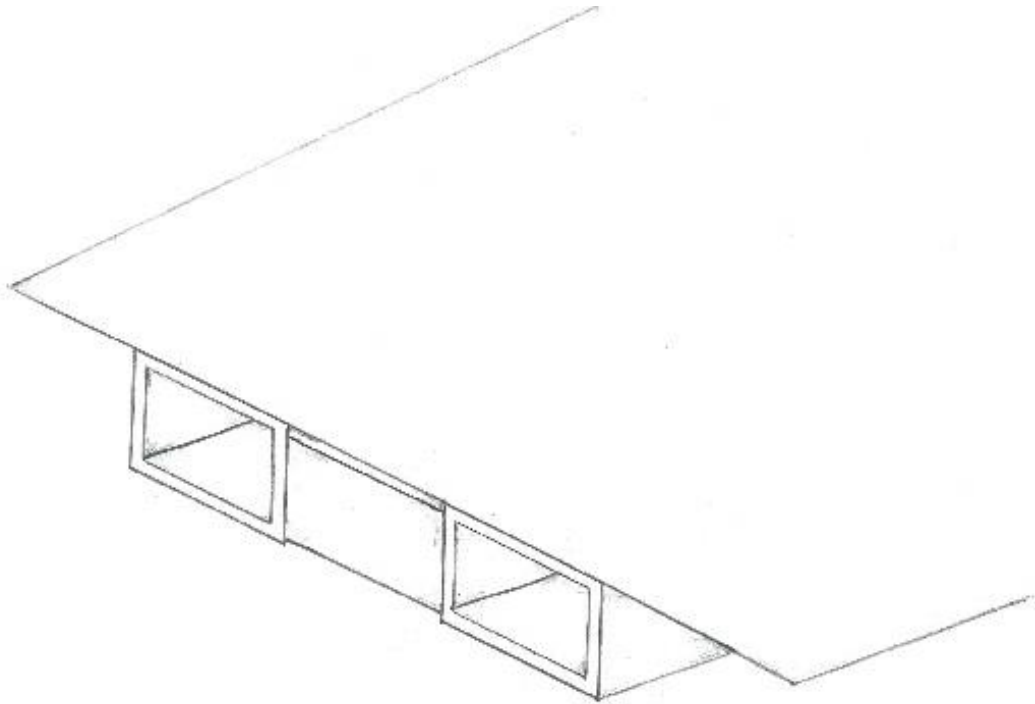
Forslaget tilfredsstillter kravet angående transport vha. truck. Bruken av kanalstål vil medføre få deler, og forenkle konstruksjonen ift. gaflene. Restmaterialer kan anvendes mellom stållengdene for avstivning. For å få en jevn overflate til tankene med komponenter plasseres en stålplate over kanalprofilene. Det kan imidlertid oppstå knekking ved de vertikale ytterflatene, grunnet minimal kontaktareal mellom bakke og profilene.



Figur 23 Konsept 1 Skid

Konsept 2

Forslaget er en forbedring av konsept 1. Ved bruk av rektangulære hulprofiler i stedet for kanalstål reduseres risikoen for knekking betraktelig. Dette konseptet legger til grunn for videre produksjonstegninger i Inventor.

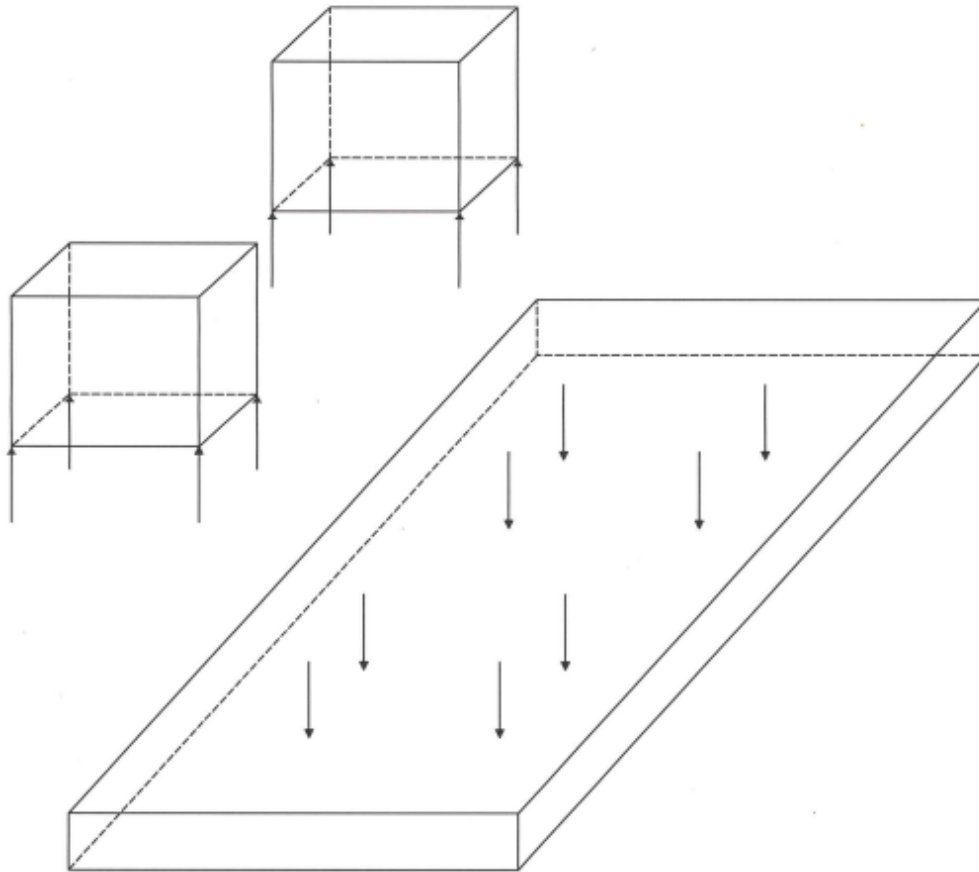


Figur 24 Konsept 2 Skid

6 Beregning og dimensjonering

Skiden skal konstrueres i sort stål, S355.

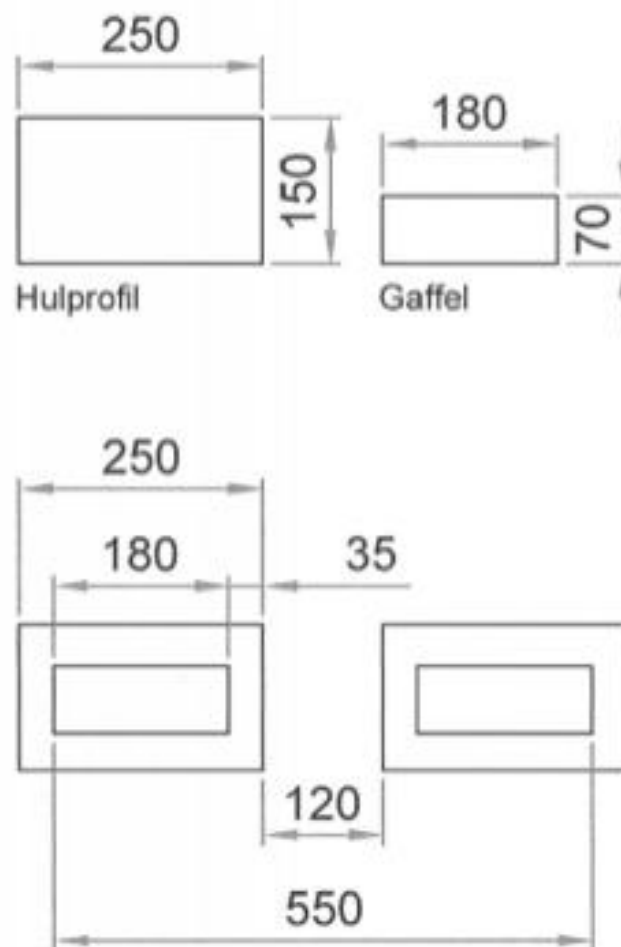
6.1 Fritt-legeme diagram



Figur 25 Fritt-legeme-diagram

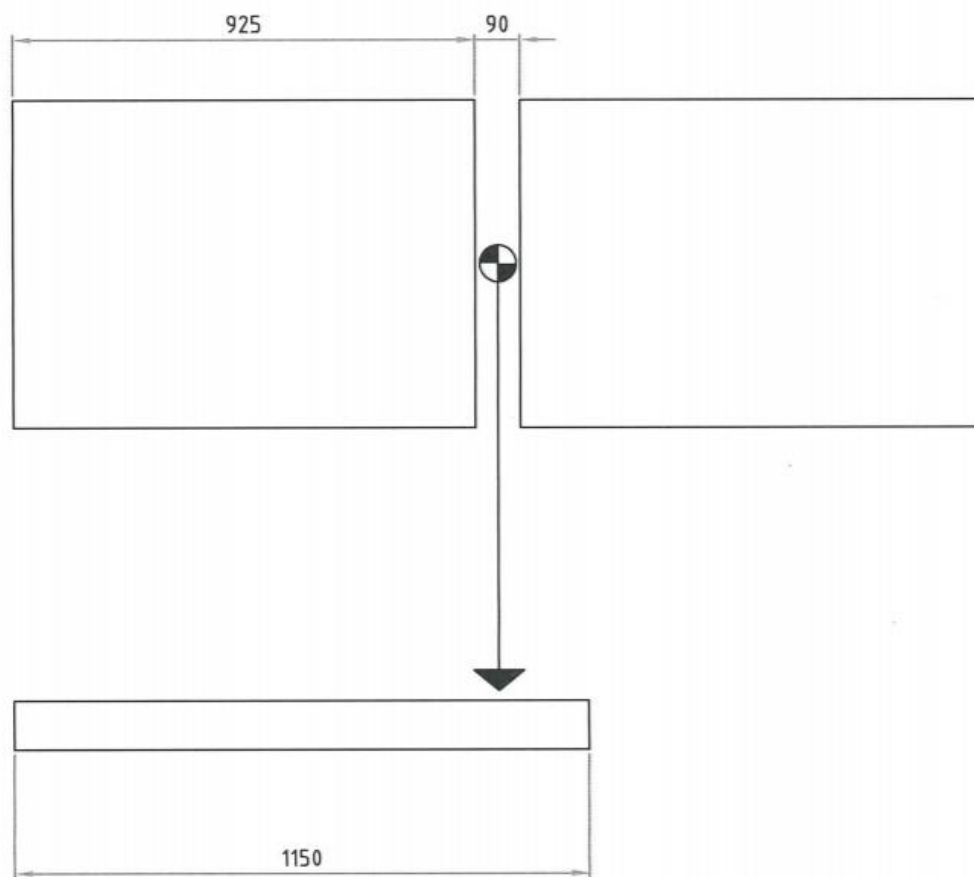
6.2 Dimensjonering av skid

Skiden skal kunne fraktes enkelt vha. en standard gaffeltruck. Hulprofilene i skiden må derfor dimensjoneres etter gaflene. Fra vedlegg B ser en at største dimensjon for standard gafler er 70x180x1200 [mm]. Velger deretter en 250x150 [mm] hulprofil (25). Videre dimensjoneres avstanden mellom hulprofilene etter standard gaffelbredder, her valgt 550 mm, for EPAL/EUR-paller. (26)



Figur 26 Dimensjonering av hulprofiler

Lengden på hulprofilene, og selve skiden, bestemmes etter tankene og truckgaflenes lengde. Tankene har, sett fra siden, en lengde på 925 mm. Med en avstand mellom tankene på 10 mm, vil dem totalt oppta en lengde på 1860 mm. Skiden dimensjoneres da med totallengde på 2 m, der tank A plasseres ved ytterkanten. Standard gaffellengde er 1150 mm, og tyngdepunktet vil havne innenfor denne. Tank A med sitt 400 litervolum vil vege betydelig mer enn tank B, som rommer 200 liter. Derfor vil tyngdepunktet i realiteten forskyves mer til venstre enn det figuren tilsier.



Figur 27 Analyse av tyngdepunkt

Et oppsamlingskar skal plasseres på hulprofilene grunnet sikkerhetsmessige årsaker. Karet skal romme ca. 200 liter, slik at det fanger mest mulig olje om en av tankene begynner å lekke. Likevel anbefales en sensor ved bunnen av karet, som kan varsle ved en eventuell lekkasje. Tar utgangspunkt i en stålplate fra Norsk Staals produktkatalog med henholdsvis lengde, bredde og høyde lik 2000x1500x5 [mm] (27).

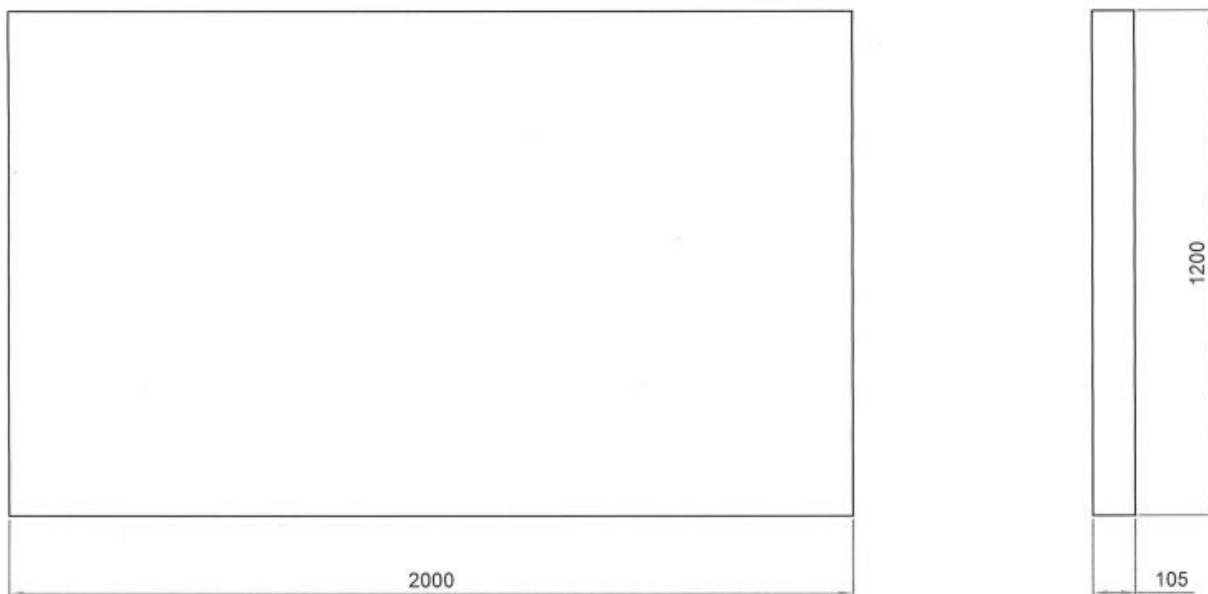
Høyde på karet bestemmes ut ifra følgende beregning:

$$2000 \text{ mm} \cdot 1500 \text{ mm} \cdot x \text{ mm} = 200 \text{ liter}$$

$$x = \frac{200 \cdot 10^6 \text{ mm}^3}{(2000 \cdot 1500) \text{ mm}^2} \approx 85 \text{ mm}$$

Runder opp til $H = 100 \text{ mm}$ for enklere design og maskinering. Karet vil også oppta mer enn de 200 literne. Med en platetykkelse på 5 mm blir derfor total høyde på karet 105 mm.

Oppsamlingskaret vil bestå av fem deler som sveises sammen.



Figur 28 Dimensjonering av oppsamlingskar

6.3 Oversikt over bolter, muttere og washere

6.3.1 Bolter

Ved festing av komponenter nyttes heksagon bolter, med grove og heltrukne gjenger.

Tabell 4 Oversikt over bolter

Størrelse	Antall	Standard bolt
Bolt M16	2	DIN EN ISO 4017
Bolt M12	8	
Bolt M10	4	
Bolt M8	8	
Bolt M6	8	
Bolt M5	12	

6.3.2 Muttere

Heksagon muttere med grove gjenger benyttes, for korrespondering med gjengingen på boltene.

Tabell 5 Oversikt over muttere

Størrelse	Antall	Standard mutter
Mutter M16	2	DIN EN ISO 4033
Mutter M12	8	
Mutter M10	4	
Mutter M8	4	
Mutter M5	12	

6.3.3 Washere

Flate washere må nyttas bak boltehodet. Ved ventilfestene må en anvende selvdesignede "Two hole-washere" ettersom det ikke er plass til to enkle. Washeren kan maskineres ut ifra restmaterialet til oppsamlingskaret (se produksjonstegning nr. 01051902 for mer info).

Tabell 6 Oversikt over washere

Størrelse	Antall	Standard washer
Washer M16	2	DIN 125-1A
Washer M8	4	DIN 7349
Egenprodusert "two hole-washer"	6	
Rubber Washer M12	8	

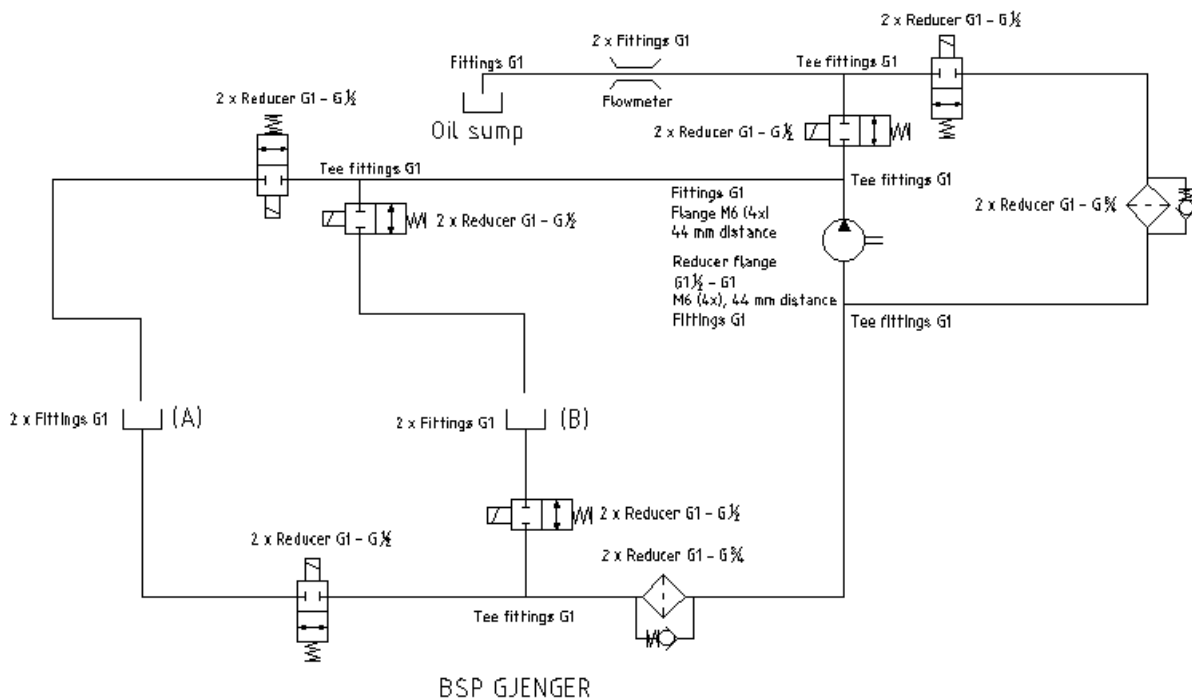
Det velges en rubberwasher M12 (partnr.: G13-RW210-120-40) fra Grommets (28), som skal hindre lekkasje mellom festene i tankene og oppsamlingskaret.

7 Konseptrealisering

I dette kapitlet blir valgt løsning vidare utarbeidet, vha. programvarene AutoCAD og Autodesk Inventor.

7.1 Reell oversikt

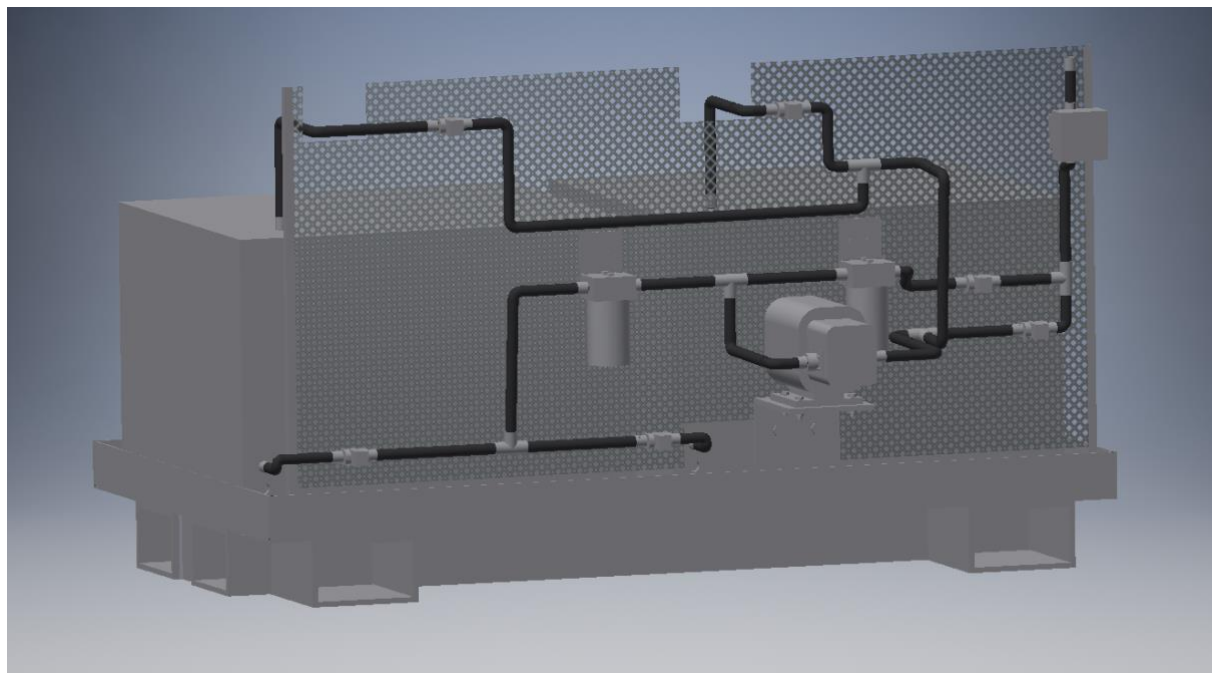
Nedenfor illustreres den reelle oversikten av flytskjemaet, med tilhørende koblinger. Grunnet ulike årsaker, som vekt og tyngdepunkt, endres plasseringen av tankene, og derav det ene filteret.



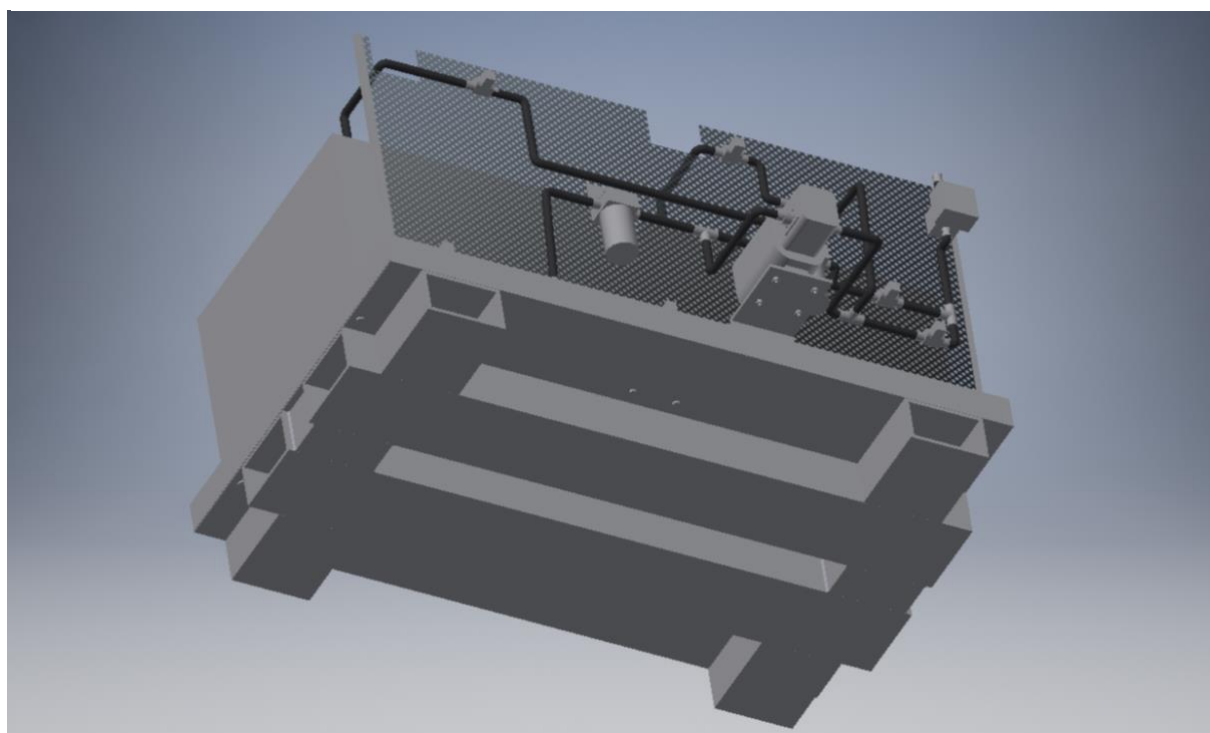
Figur 29 Reell oversikt over komponenter, med koblinger

7.2 Oljehåndteringssystemet

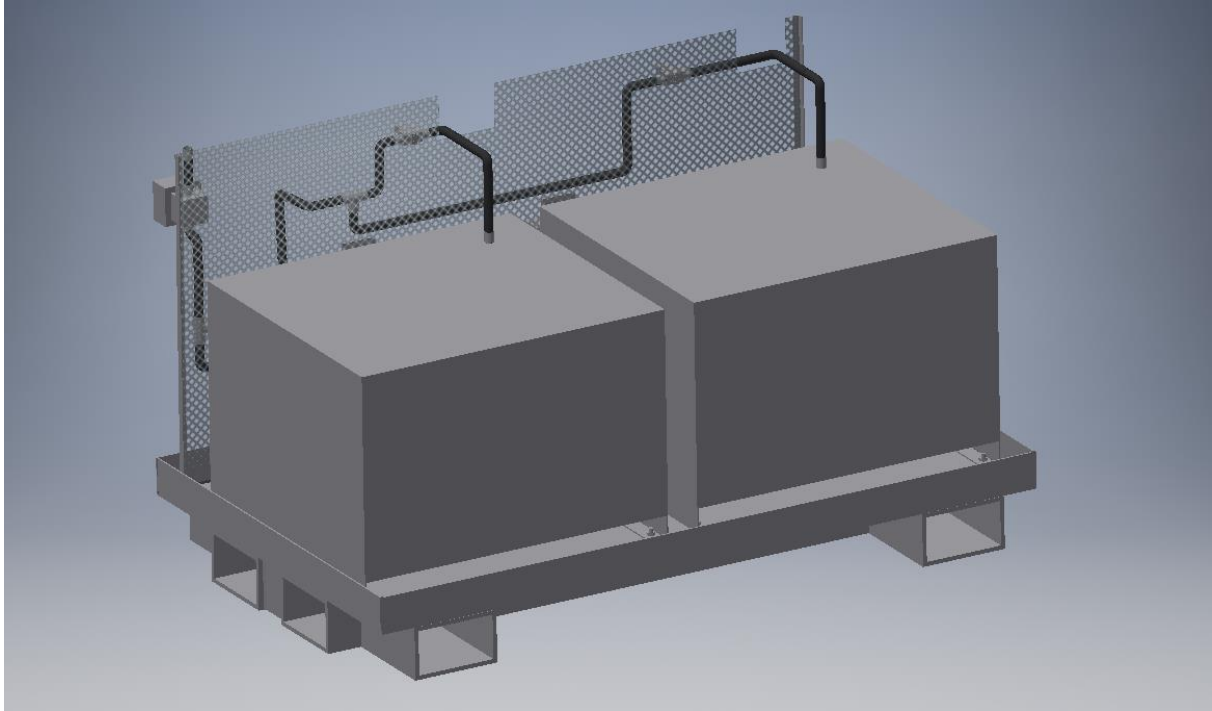
Nedenfor illustreres den tredimensjonale sammenstillingen av systemet, modellert vha. Inventor. Lengden på slangestykket tilkoblet flowmeteret vil i virkeligheten være lengre, ettersom det skal kobles til oljesumpen.



Figur 30 Oljehåndteringssystem vinkel 1



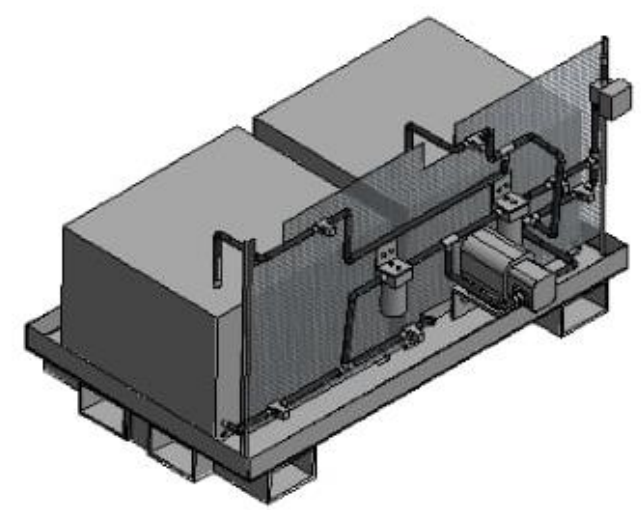
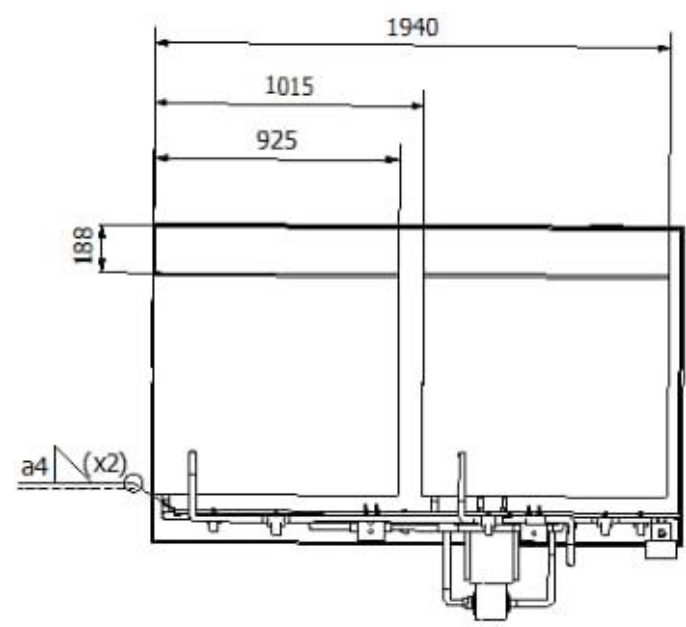
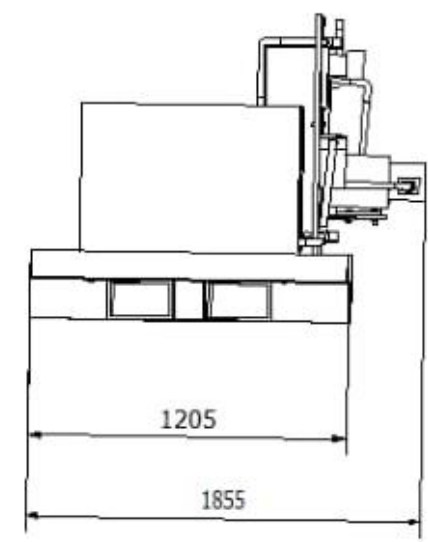
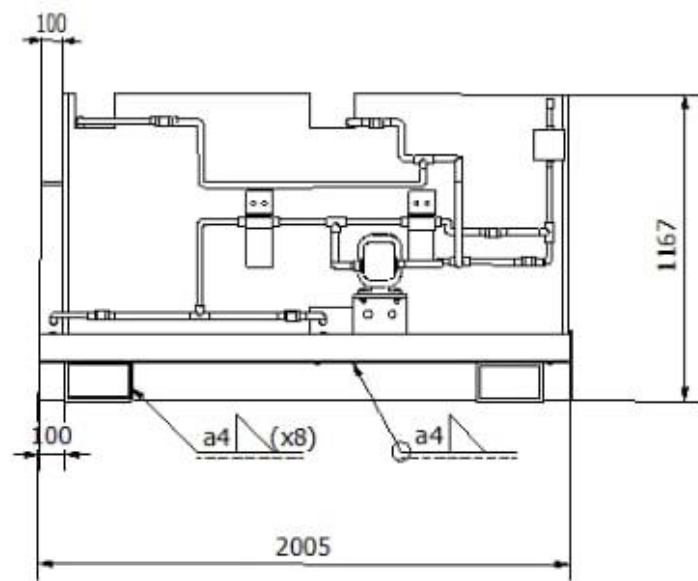
Figur 31 Oljehåndteringssystem vinkel 2



Figur 32 Oljehåndteringssystem vinkel 3

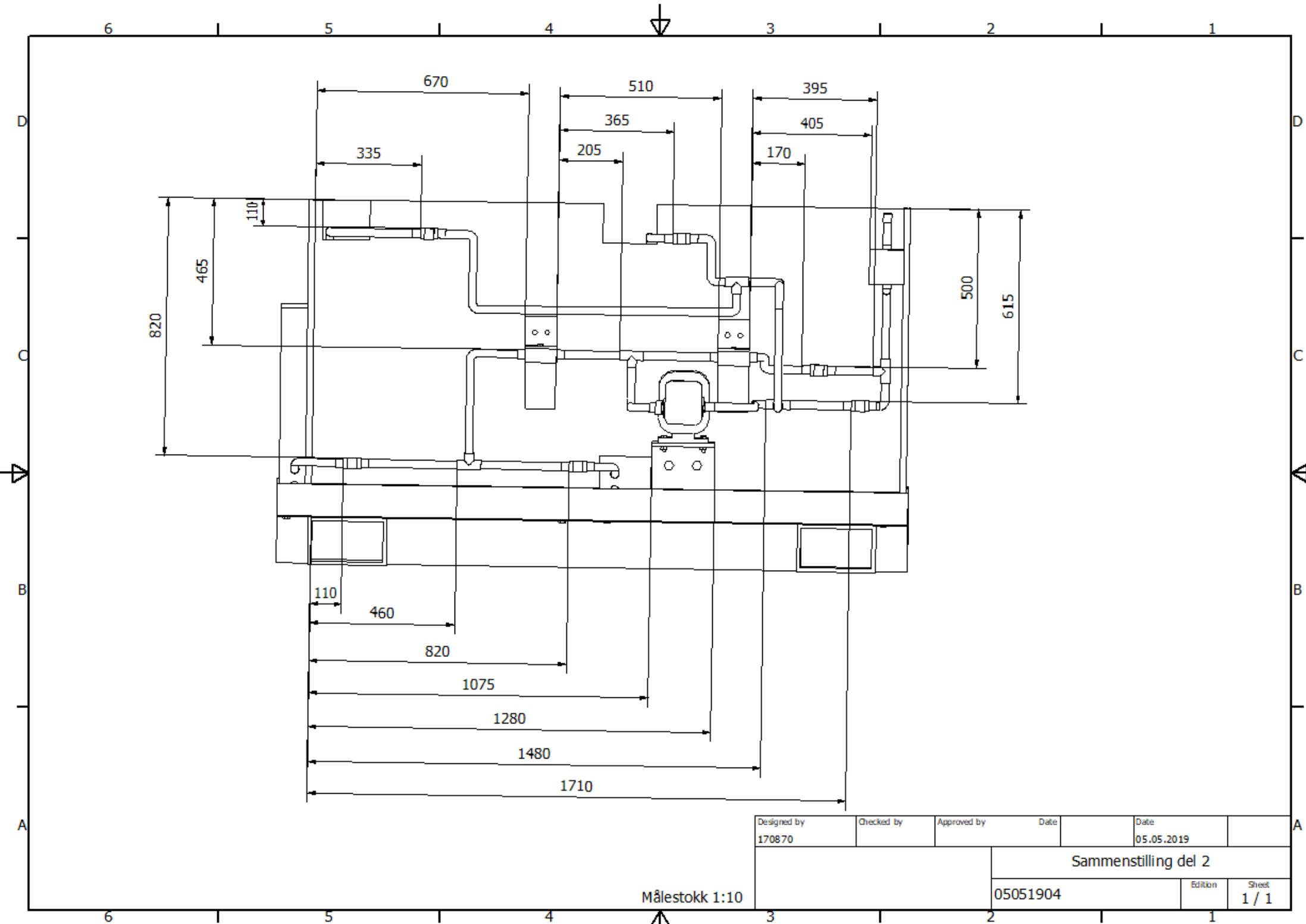
7.3 Produksjons- og bestillingstegninger

Nedenfor fremstilles produksjons- og bestillingstegninger, som er nødvendige for å konstruere systemet. Informasjon om deler, tverrsnitt, produkt og leverandører er oppgitt.



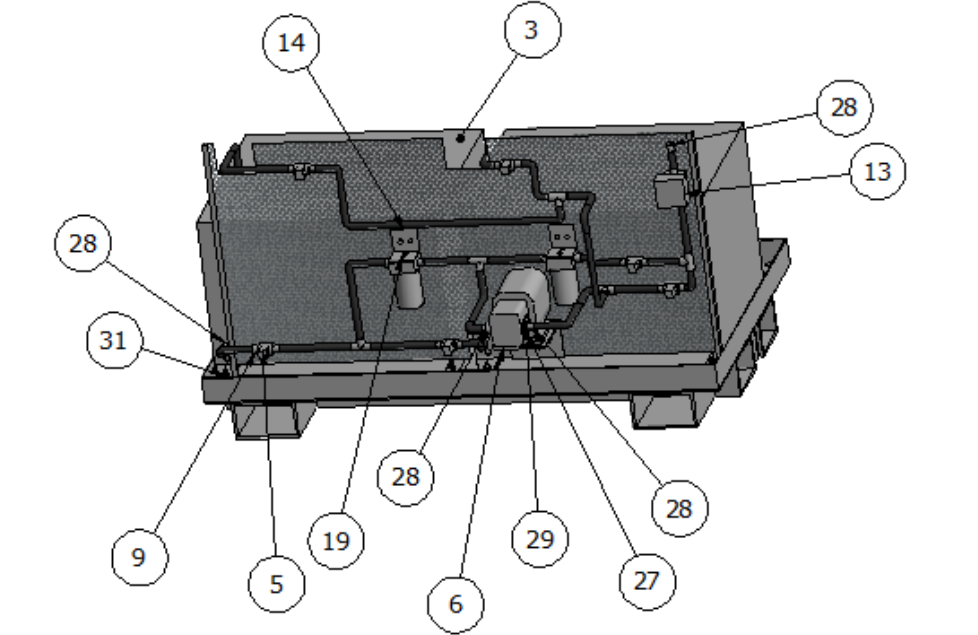
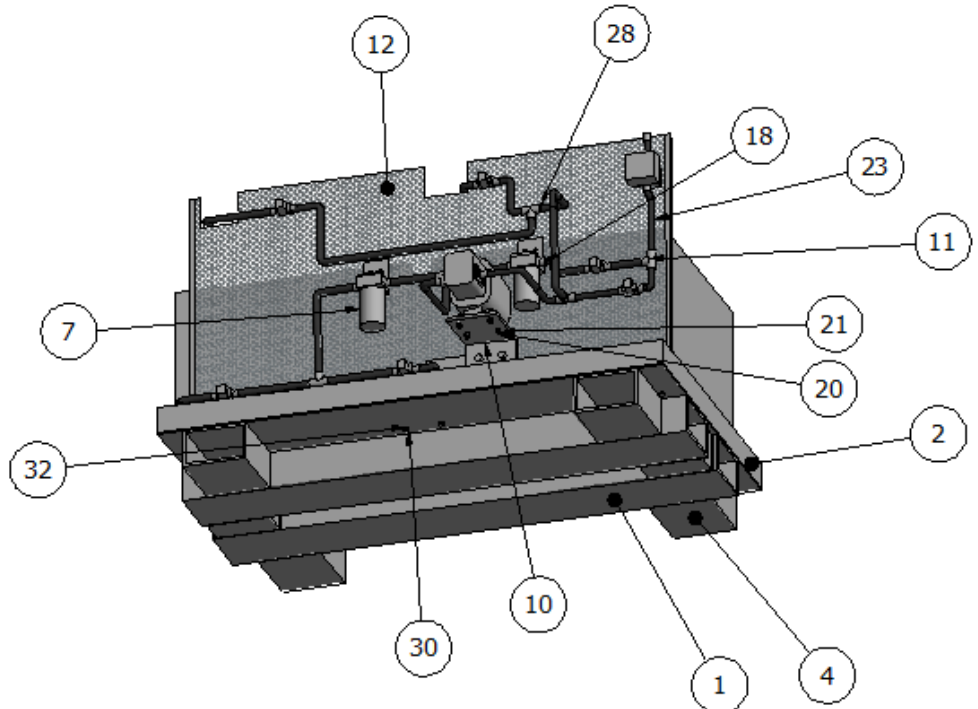
Designed by AGS	Checked by SSH	Approved by	Date 05.05.2019	Date
HVL-Høgskulen på Vestlandet		Sammenstilling del 1		
05051904		filten	Sheet 1 / 1	

Målestokk 1:20



Designed by 170870	Checked by	Approved by	Date 05.05.2019	
			Sammenstilling del 2	
05051904			Edison	Sheet 1 / 1

6 5 4 3 2 1



PARTS LIST

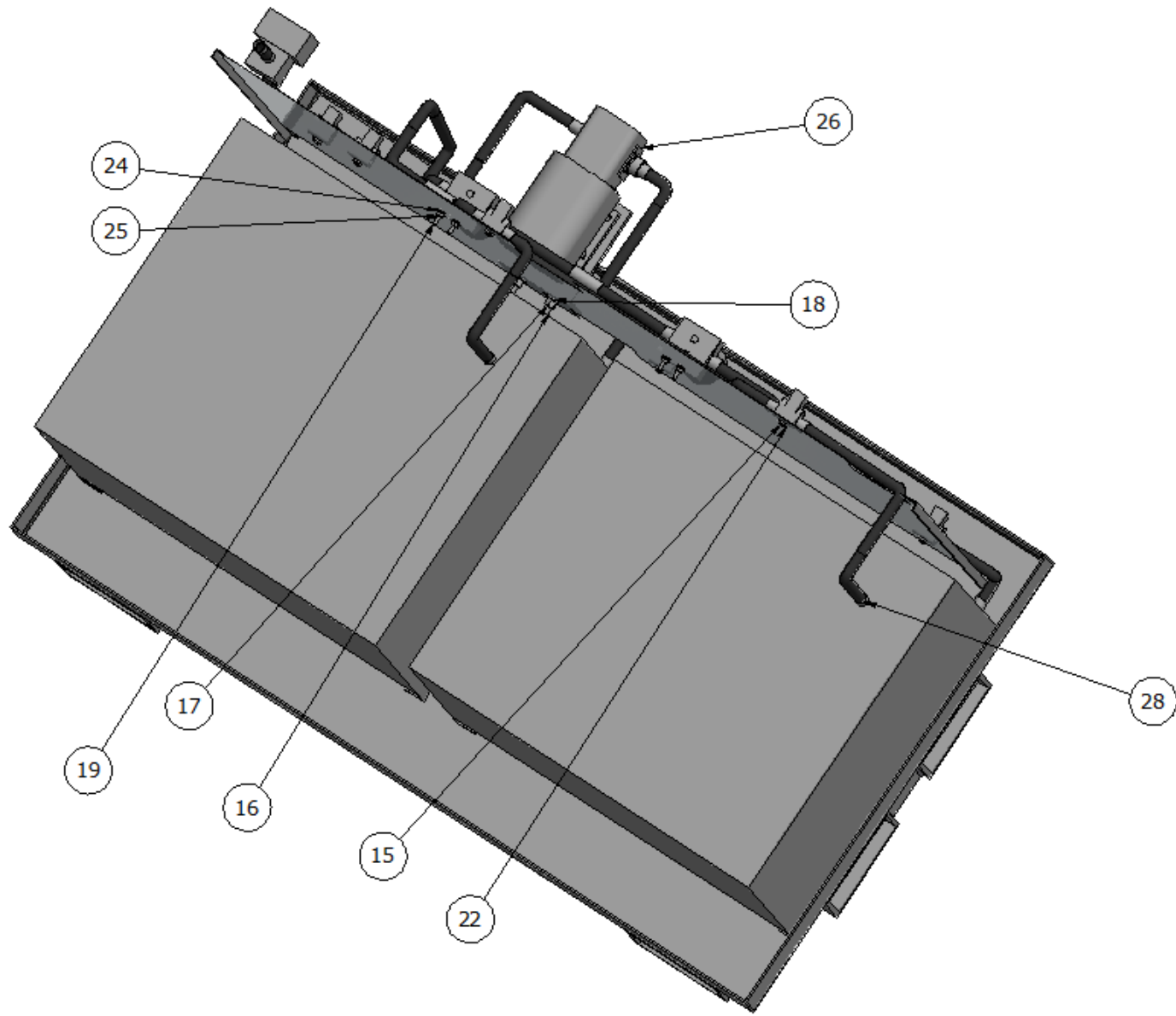
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	01051903	Bærekonstruksjon
2	1	30041904	oppsamlingskar
3	2	05051901	Tank
4	4	30041907	Hulprofil til støtte
5	6	03051903	Ventil
6	1	03051901	Pumpe
7	2	03051902	Filter
8	4	03051906	Reduser fittings G1-G3/4 Male
9	12	03051906	Reduser fittings G1-G1/2 Male
10	1	30041910	Bøyd stålplate
11	5	03051905	Tee fittings
12	1	01051902	Sammenstilling rist
13	1	03051907	Flowmeter
14	2	30041909	Vinkelstål
15	12	Standard	Bolt M5 x 10 mm
16	2	Standard	Bolt M16 x 70 mm
17	2	Standard	Mutter M16
18	2	Standard	Washer M16
19	8	Standard	Bolt M8 x 16 mm
20	4	Standard	Bolt M10 x 45 mm
21	4	Standard	Mutter M10
22	6	Standard	Double washer M5
23	1	03051904	Slange 7 m totalt
24	4	Standard	Washer M8
25	4	Standard	Mutter M8
26	1	05051903	Reduser flens G1 1/2-G1
27	1	05051902	Flens G1
28	8	03051906	Fittings G1 Male
29	8	Standard	Bolt M6 x 12 mm
30	8	Standard	Bolt M12 x 30 mm
31	8	Standard	Mutter M12
32	8	Standard	Rubber washer M12

Designed by AGS	Checked by SSH	Approved by SSH	Date 06.05.2019	Date 05.05.2019
--------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------

HVL- Høgskulen på Vestlandet		Sammenstilling del 3	
05051904		Edition	Sheet 1 / 1

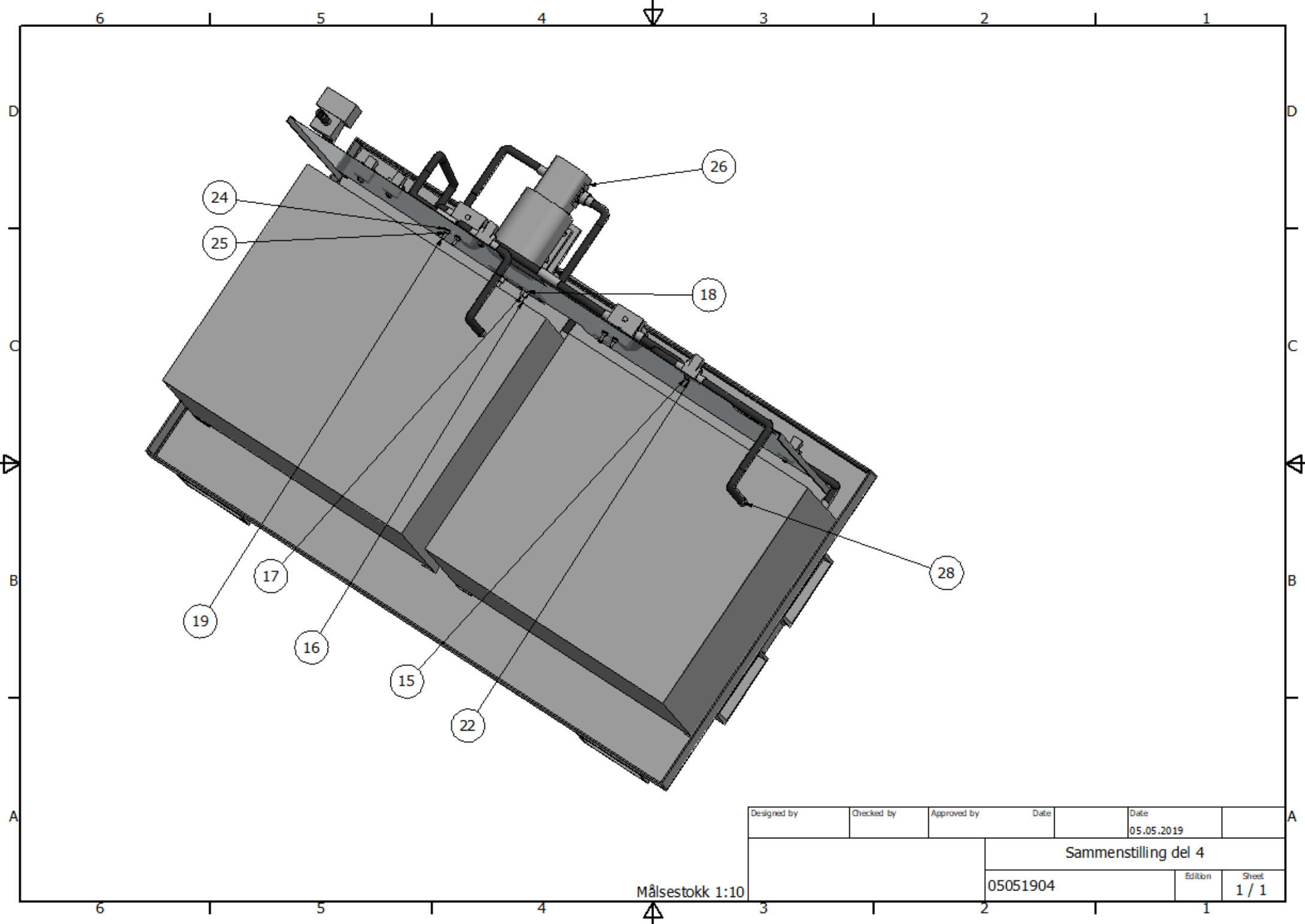
Målestokk 1:20

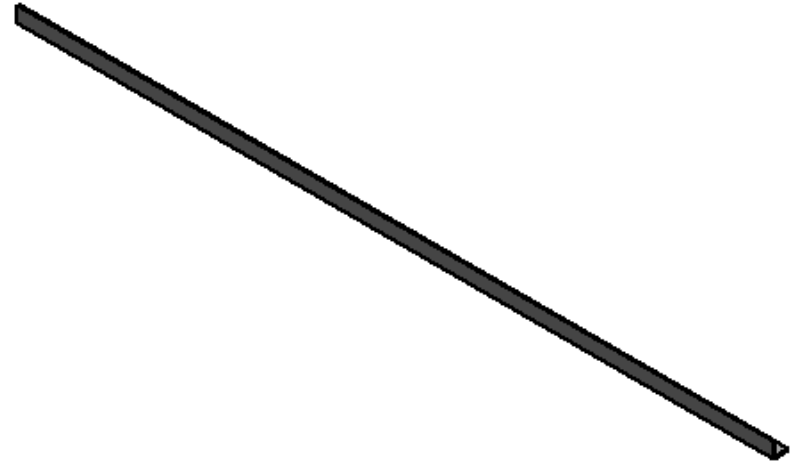
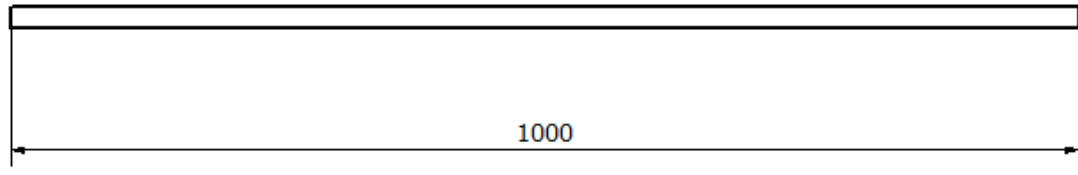
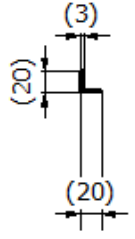
6 5 4 3 2 1



Designed by	Checked by	Approved by	Date	Date	
				05.05.2019	
			Sammenstilling del 4		
			05051904	Edition	Sheet
					1 / 1

Målestokk 1:10

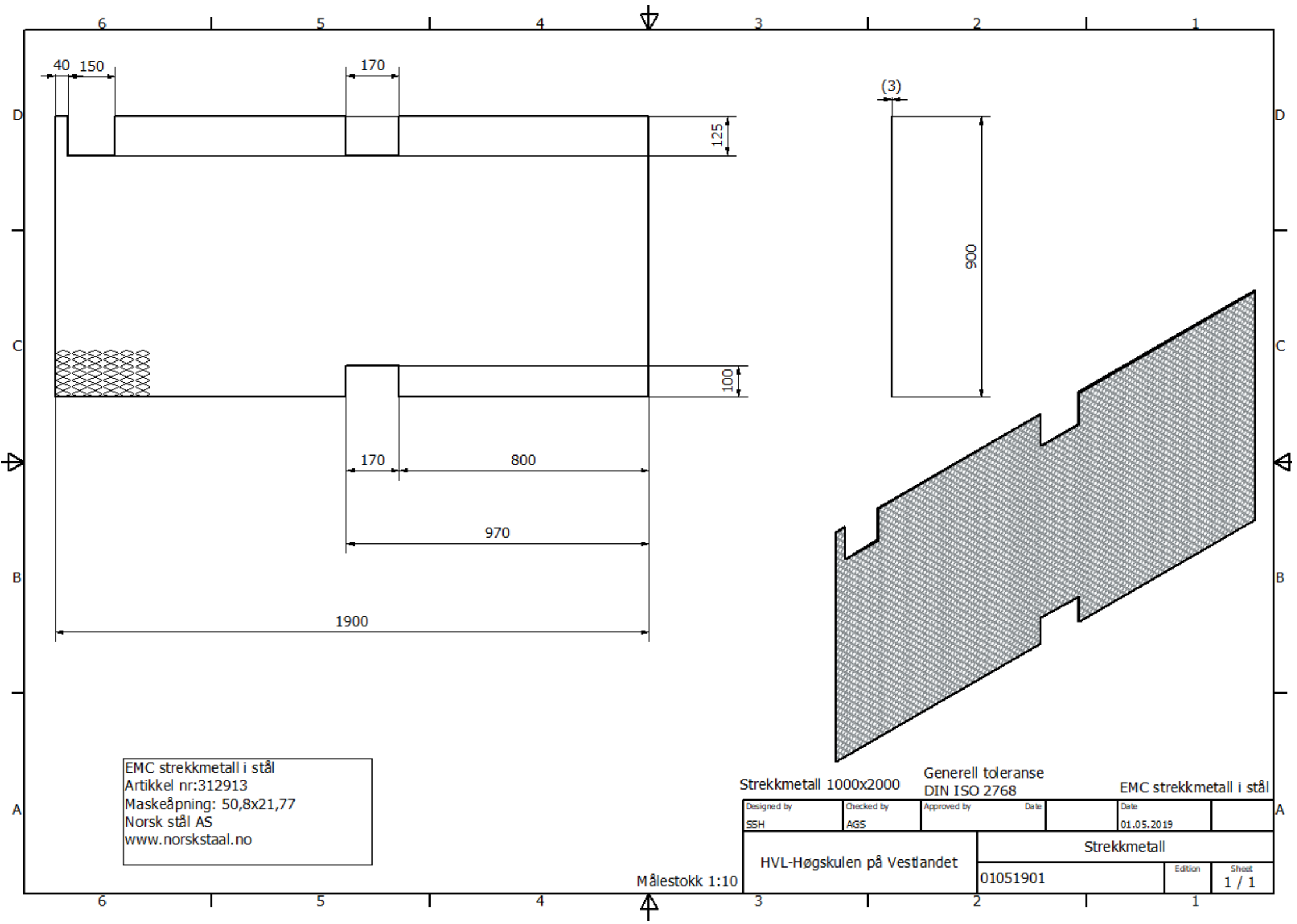




Vinkelstål DIN EN 10056 Generell toleranse
 20x20x3 DIN ISO 2768 S235

Designed by SSH	Checked by AGS	Approved by	Date	Date 16.04.2019	
HVL-Høgskulen på Vestlandet			Vinkelstål		
			30041908	Edition	Sheet 1 / 1

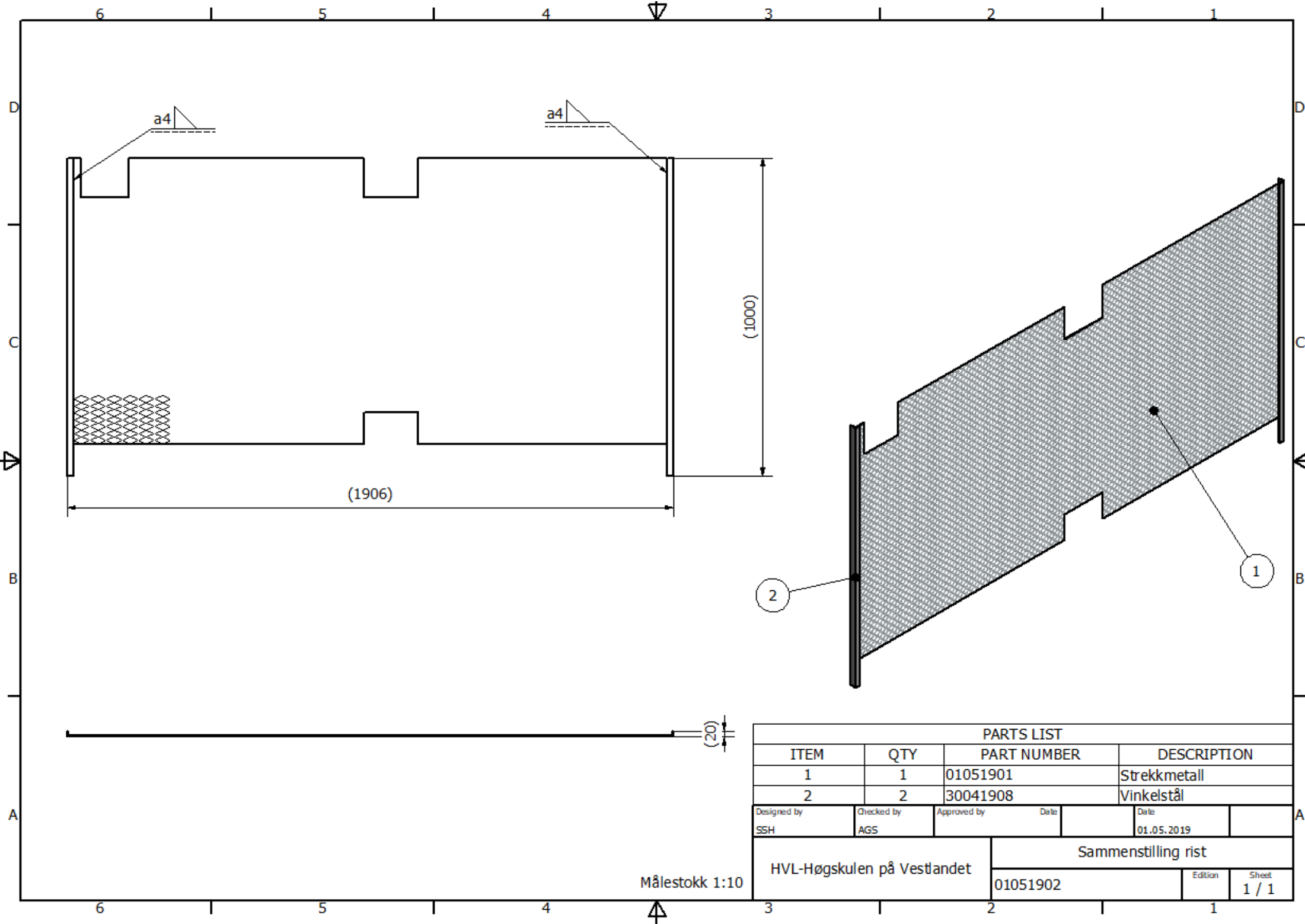
Målstokk 1:5



EMC strekkmetall i stål
 Artikkel nr:312913
 Maskeåpning: 50,8x21,77
 Norsk stål AS
 www.norskstaal.no

Strekkmetall 1000x2000		Generell toleranse DIN ISO 2768		EMC strekkmetall i stål	
Designed by SSH	Checked by AGS	Approved by	Date	Date	
HVL-Høgskulen på Vestlandet		Strekkmetall		01.05.2019	
		01051901		Edition	Sheet 1 / 1

Målestokk 1:10

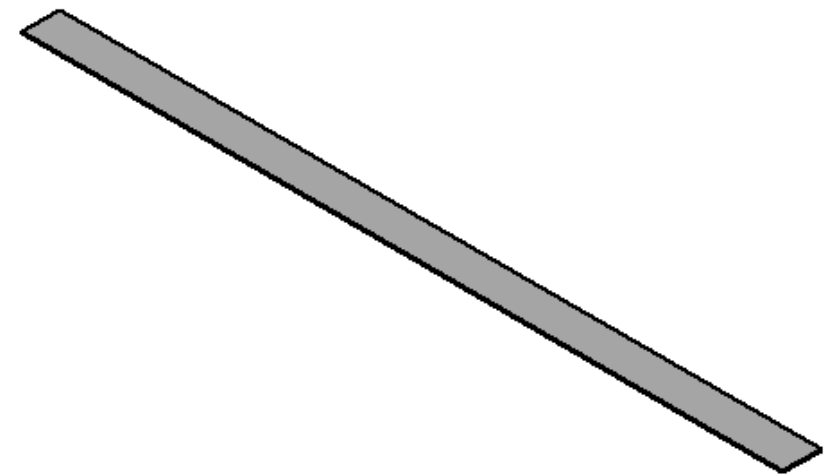
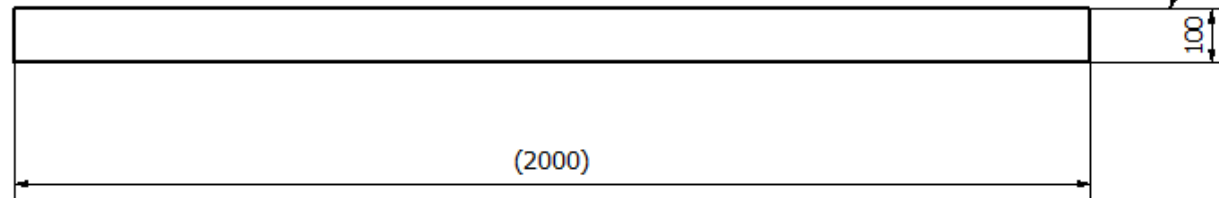


PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	01051901	Strekkmetall
2	2	30041908	Vinkelstål

Designed by	Checked by	Approved by	Date	Date
SSH	AGS			01.05.2019

HVL-Høgskulen på Vestlandet	Sammenstilling rist	
	01051902	Sheet 1 / 1

Målestokk 1:10

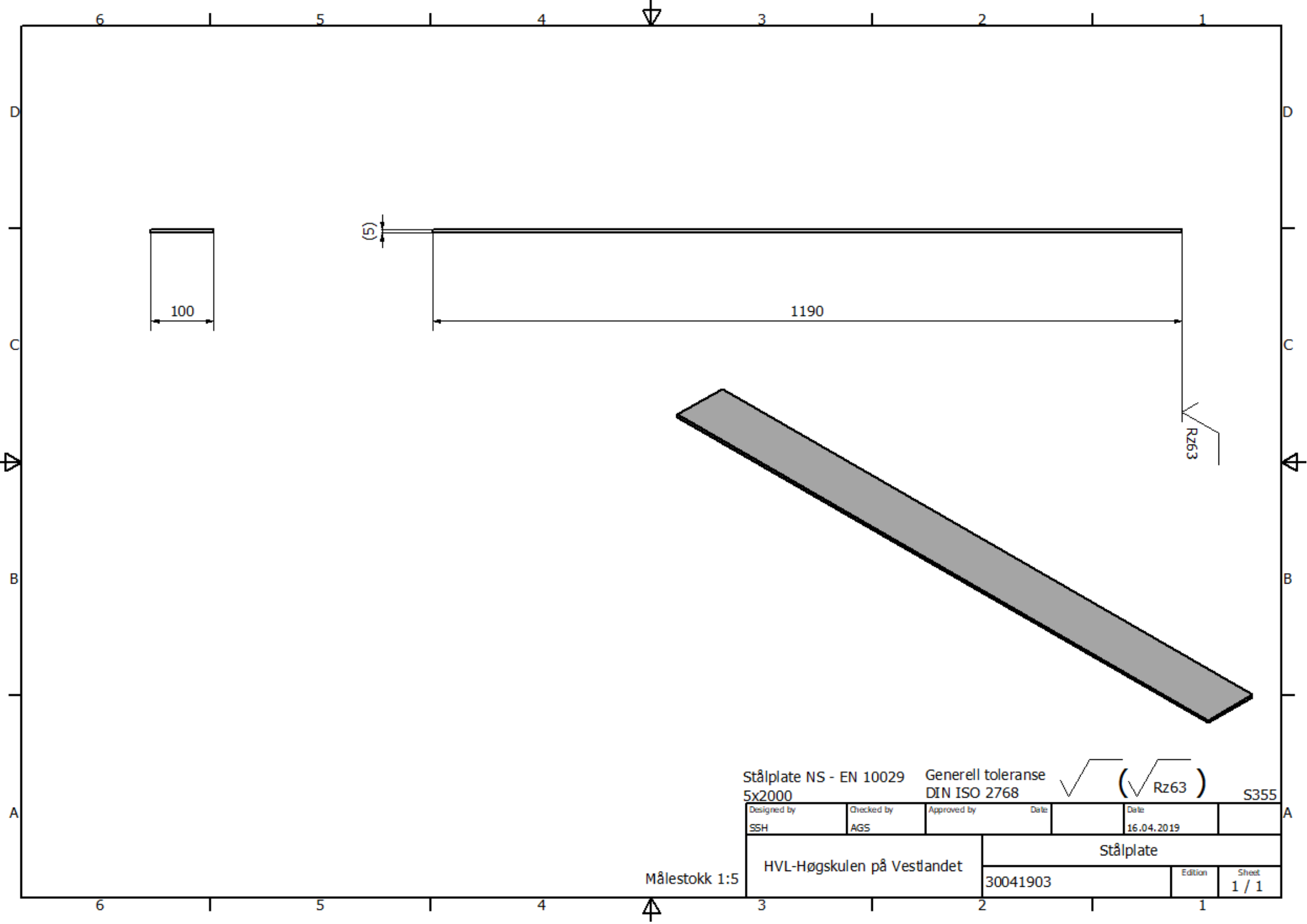


Stålplate NS - EN 10029 Generell toleranse $\sqrt{\text{Rz63}}$ S355
 5x2000 DIN ISO 2768

Designed by SSH	Checked by AGS	Approved by	Date	Date 15.04.2019
--------------------	-------------------	-------------	------	--------------------

HVL-Høgskulen på Vestlandet	Stålplate		
	30041902	Edition	Sheet 1 / 1

Målestokk 1:10



100

(5)

1190

Rz63

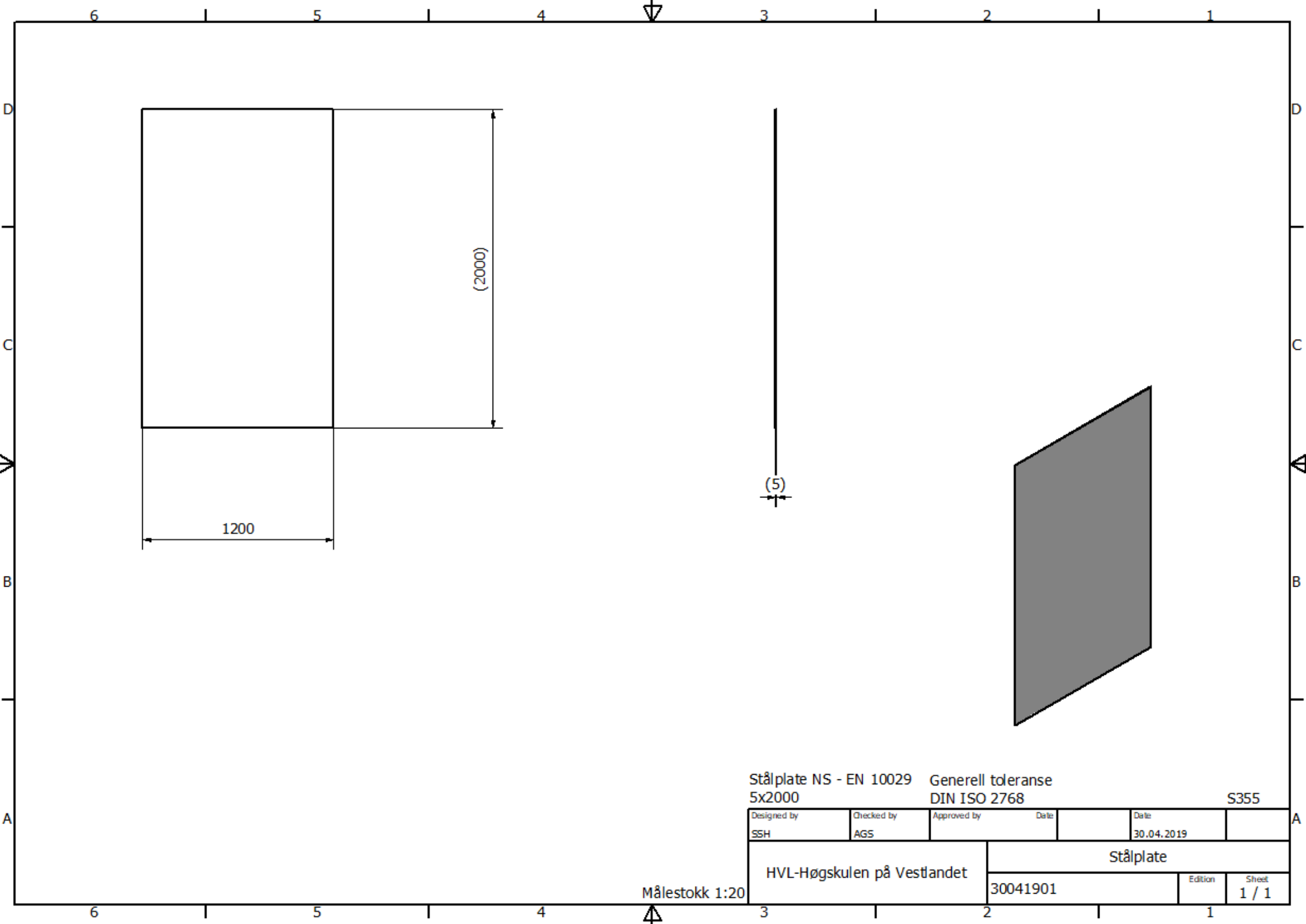
Stålplate NS - EN 10029
5x2000

Generell toleranse
DIN ISO 2768

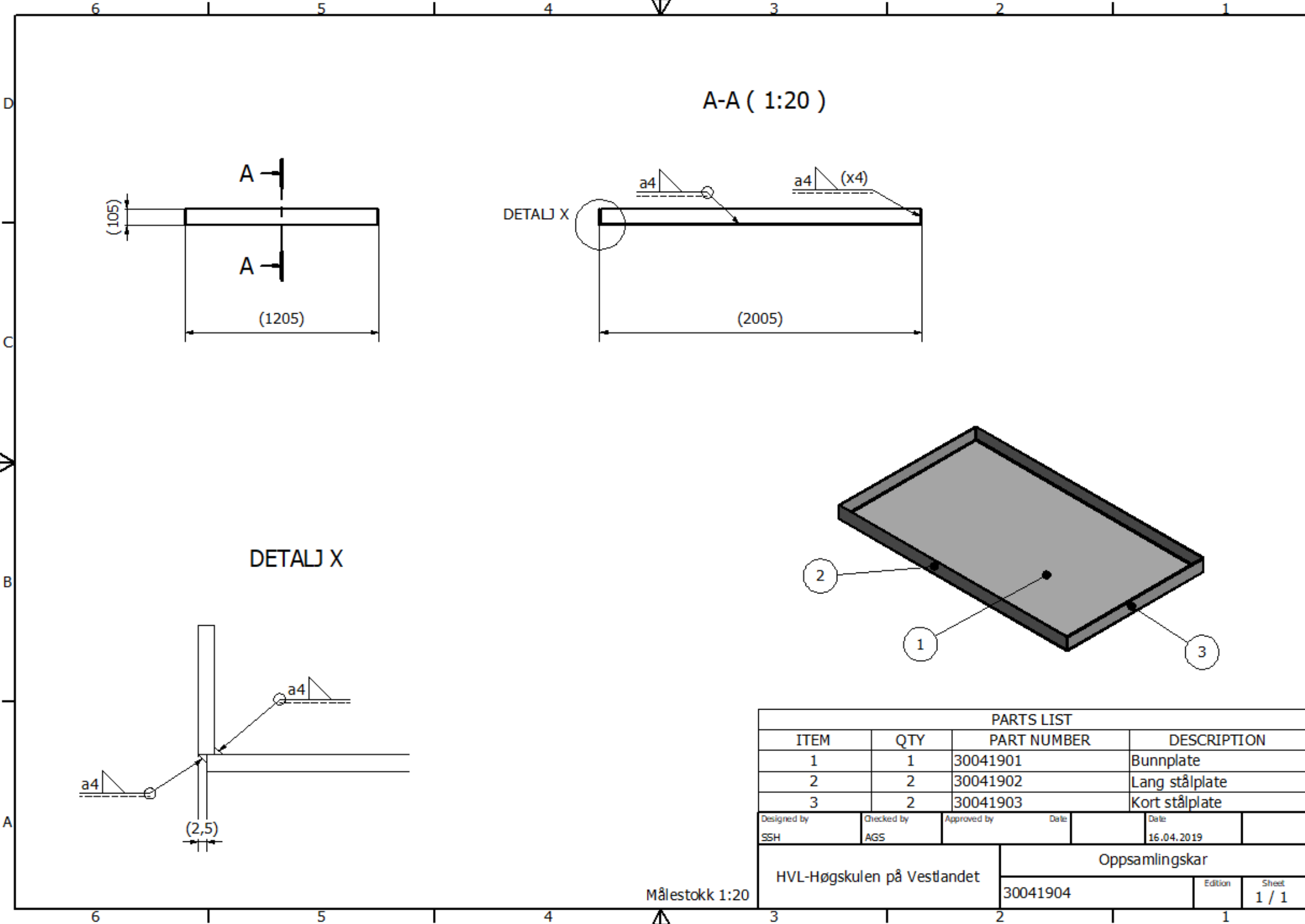
(√ Rz63)

S355

Designed by SSH	Checked by AGS	Approved by	Date	Date 16.04.2019	
HVL-Høgskulen på Vestlandet			Stålplate		
Målestokk 1:5			30041903	Edition	Sheet 1 / 1



Stålplate NS - EN 10029		Generell toleranse		S355	
5x2000		DIN ISO 2768			
Designed by	Checked by	Approved by	Date	Date	
SSH	AGS			30.04.2019	
HVL-Høgskulen på Vestlandet			Stålplate		
Målestokk 1:20			30041901	Edition	Sheet
					1 / 1



A-A (1:20)

(105)

A

A

(1205)

DETAIL X

a4

a4

(x4)

(2005)

DETAIL X

a4

a4

(2,5)

2

1

3

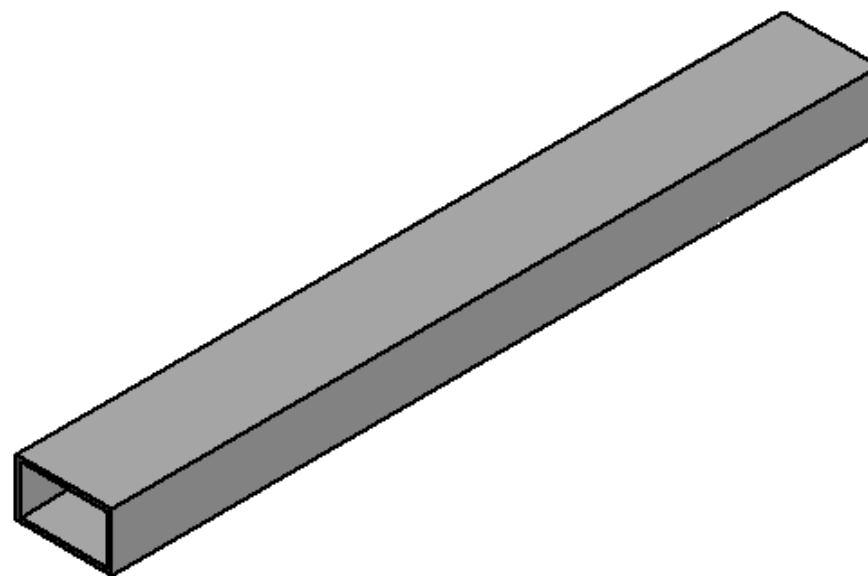
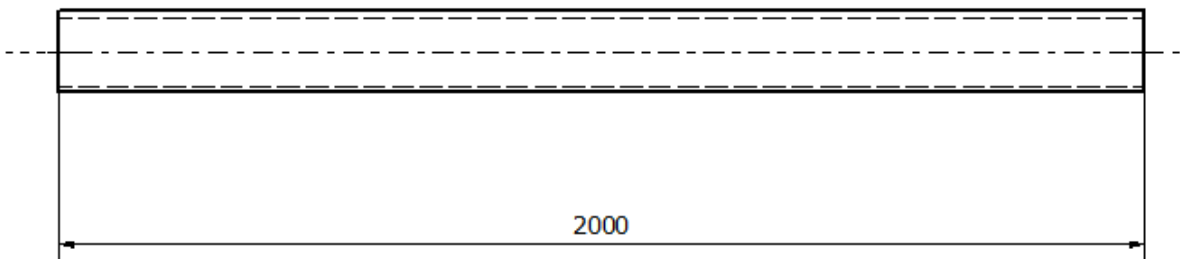
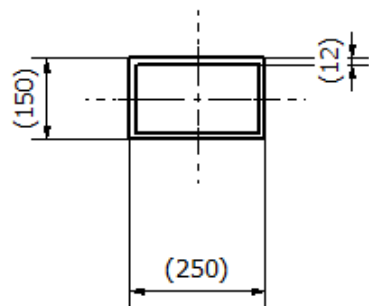
PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	30041901	Bunnplate
2	2	30041902	Lang stålplate
3	2	30041903	Kort stålplate

Designed by SSH	Checked by AGS	Approved by	Date	Date 16.04.2019
--------------------	-------------------	-------------	------	--------------------

HVL-Høgskulen på Vestlandet		Oppsamlingskar		
30041904		Edition	Sheet 1 / 1	

Målestokk 1:20



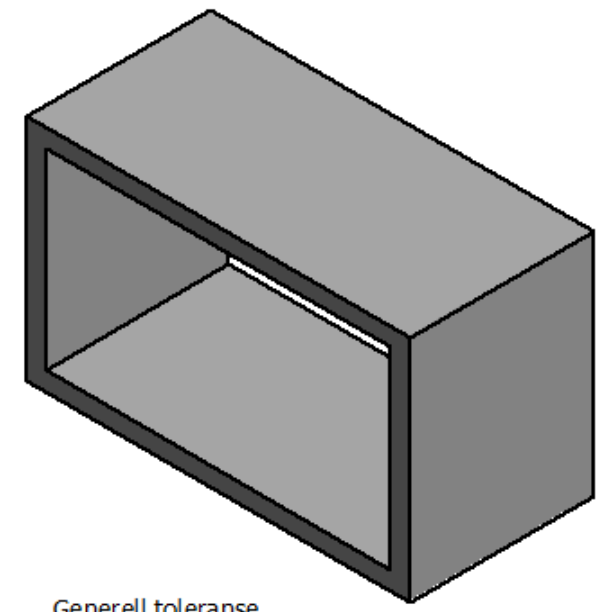
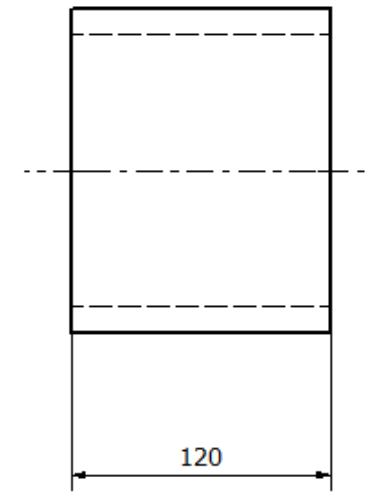
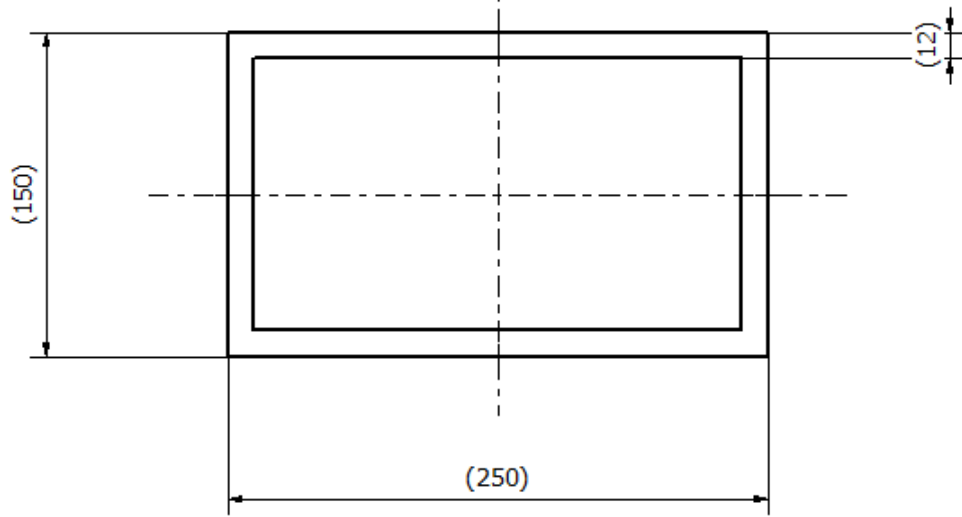
HUP NS-EN 10219-2
250x150x12

Generell toleranse
DIN ISO 2768

S355

Designed by SSH	Checked by AGS	Approved by	Date	Date 14.04.2019	
HVL- Høgskulen på Vestlandet			Hulprofil		
			30041905	Edition 1	Sheet 1 / 1

Målestokk 1:10



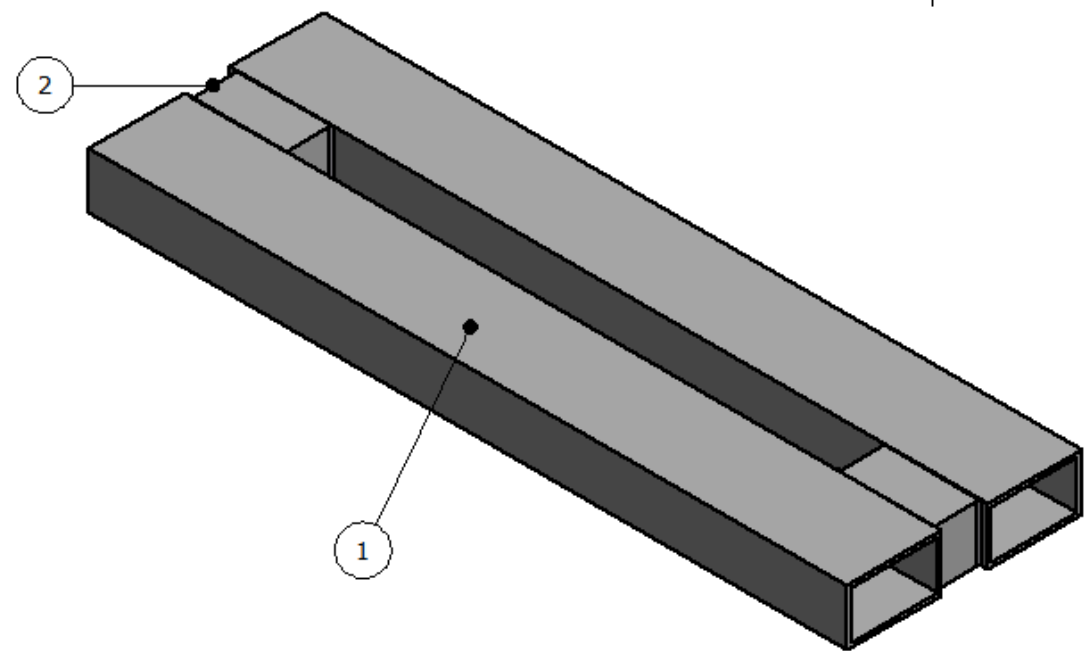
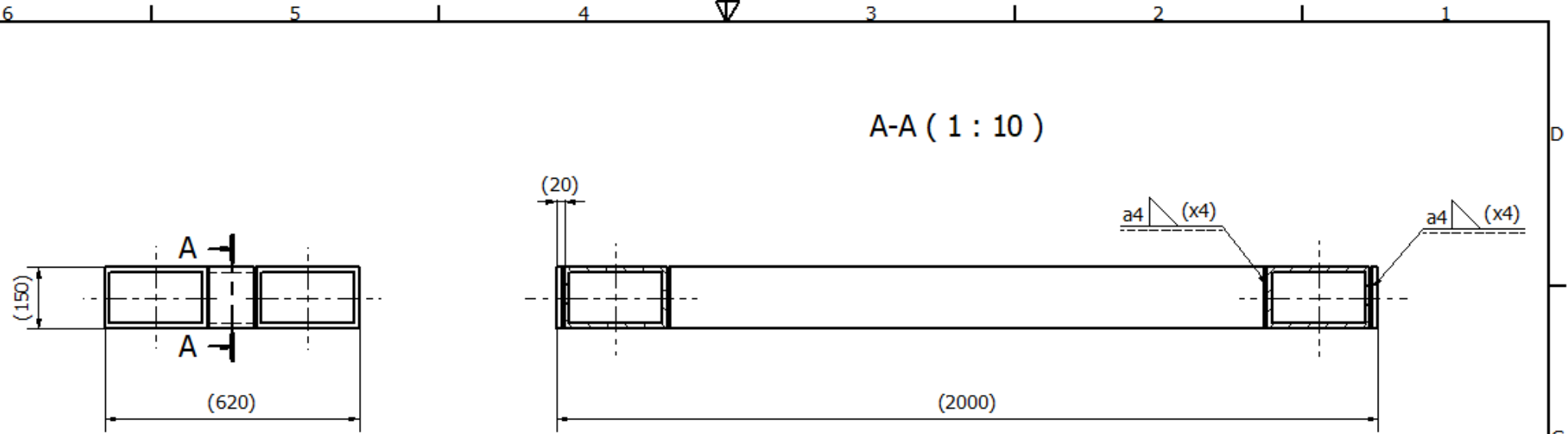
HUP NS-EN 10219-2
250x150x12

Generell toleranse
DIN ISO 2768

S355

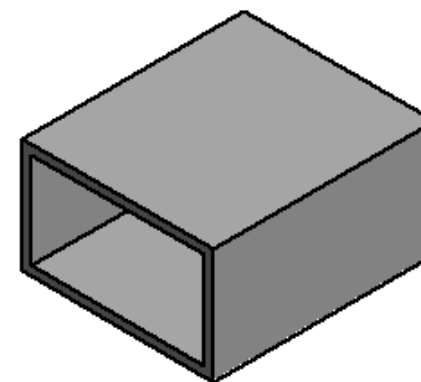
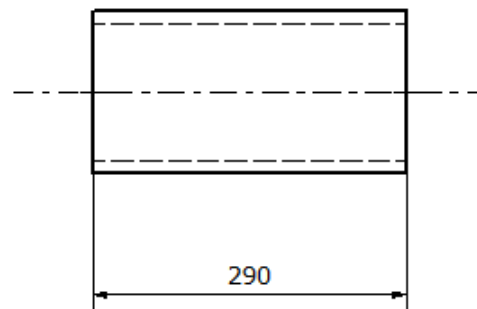
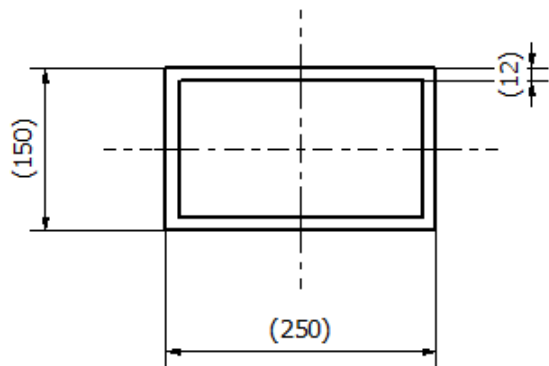
Designed by SSH	Checked by AGS	Approved by	Date	Date	
				14.04.2019	
HVL-Høgskulen på Vestlandet		Hulprofil kort			
		30041906	Edition	Sheet	
				1 / 1	

Målestokk 1:2,5



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	2	30041905	Hulprofil
2	2	30041906	Hulprofil kort
Designed by	Checked by	Approved by	Date
SSH	AGS		02.05.2019
HVL-Høgskulen på Vestlandet		Bærekonstruksjon	
		01051903	Edition Sheet
			1 / 1

Målestokk 1:10



HUP NS-EN 10219-2
250x150x12

Generell toleranse
DIN ISO 2768

S355

Designed by SSH	Checked by AGS	Approved by	Date 14.04.2019	Date
--------------------	-------------------	-------------	--------------------	------

HVL-Høgskulen på Vestlandet

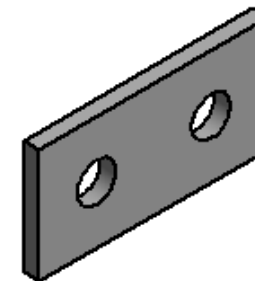
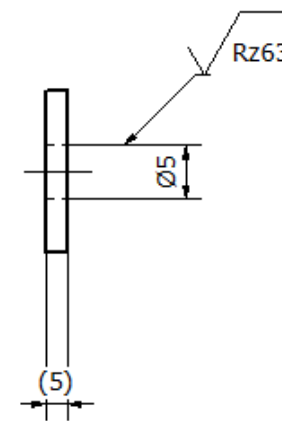
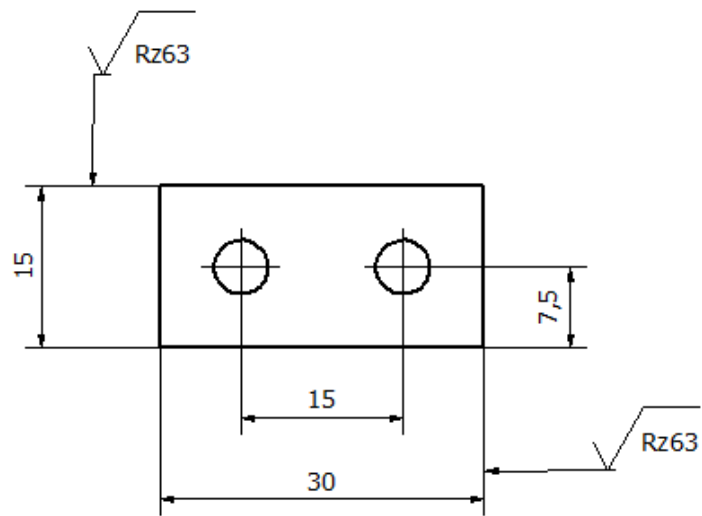
Hulprofil støtte

30041907

Edition

Sheet
1 / 1

Målestokk 1:5



Stålplate NS - EN 10029
5x2000

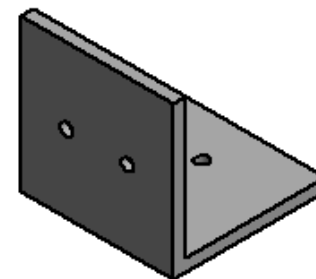
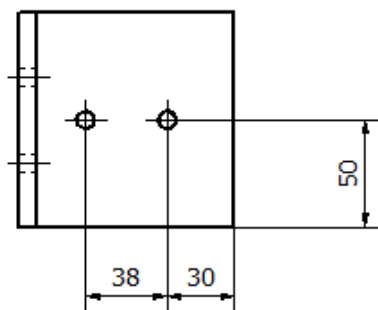
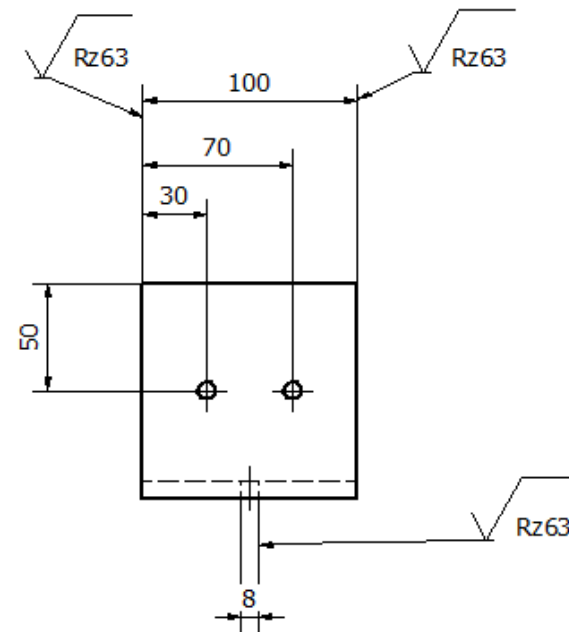
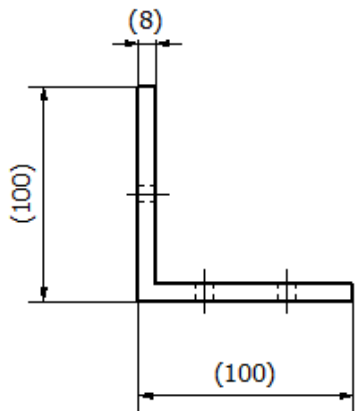
Generell toleranse
DIN ISO 2768

$\sqrt{\text{Rz63}}$

S355

Designed by SSH	Checked by AGS	Approved by	Date	Date 02.05.2019	
HVL-Høgskulen på Vestlandet			Double washer		
			02051901	Edition	Sheet 1 / 1

Målestokk 2:1



Vinkelstål NS-EN 10025
100x100x8

Generell toleranse
DIN ISO 2768

✓ (✓ Rz63) S355

Designed by SSH	Checked by AGS	Approved by	Date	Date 30.04.2019
--------------------	-------------------	-------------	------	--------------------

HVL-Høgskulen på Vestlandet

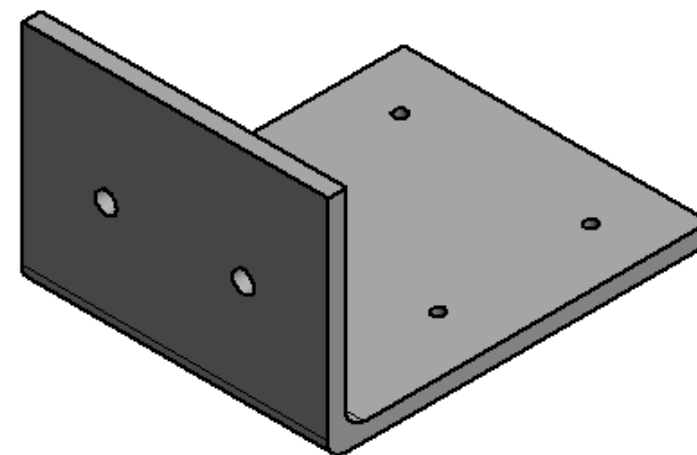
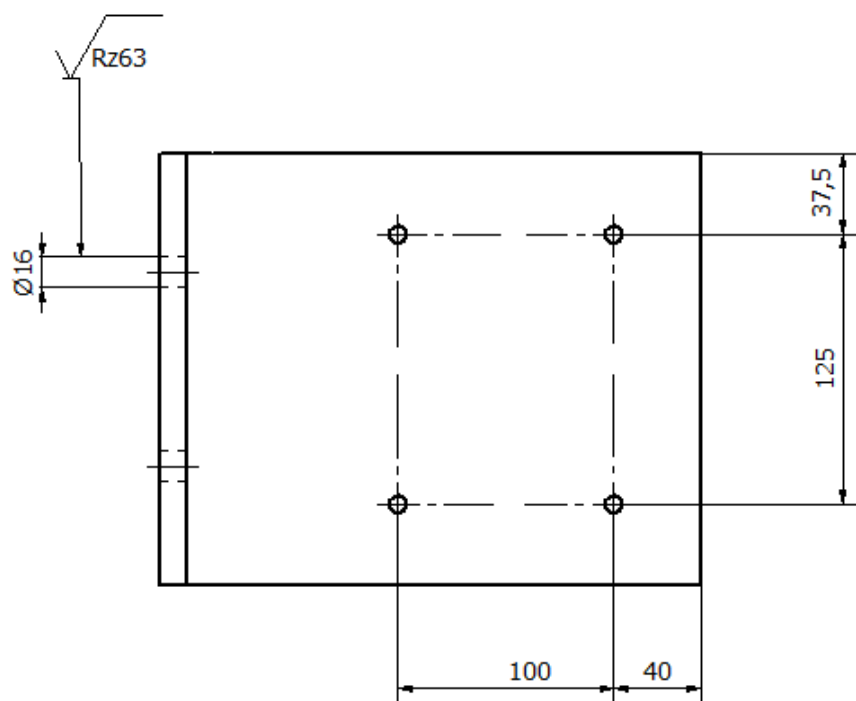
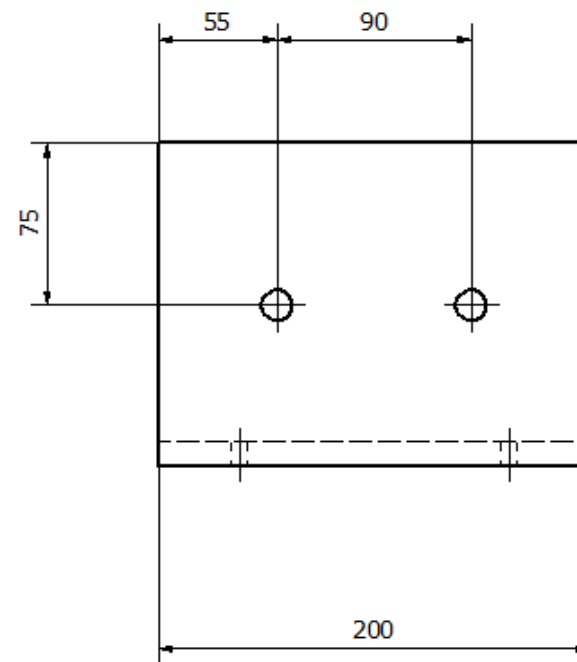
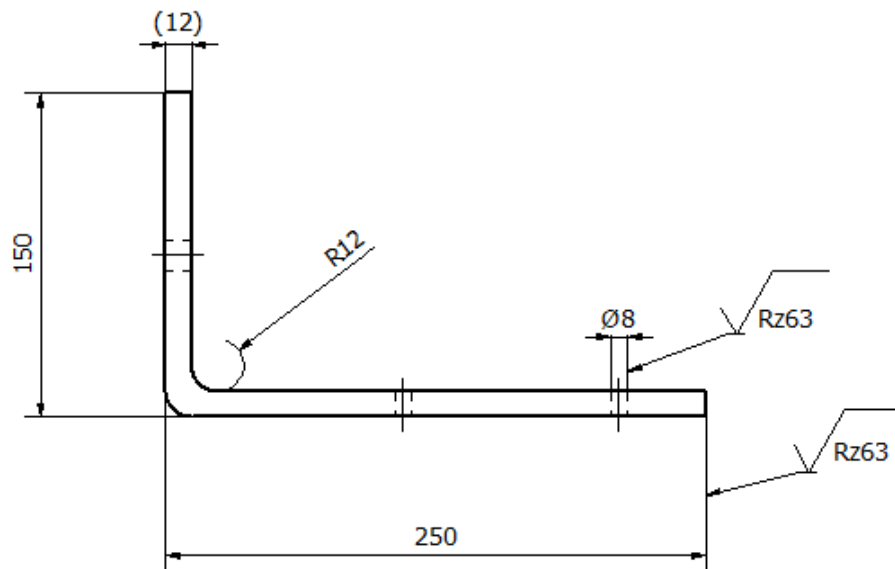
Vinkelstål

30041909

Edition

Sheet
1 / 1

Målestokk 1:2,5



Stålplate NS - EN 10029 Generell toleranse $\sqrt{\text{Rz63}}$ S355
 12x1500 DIN ISO 2768

Designed by SSH	Checked by AGS	Approved by	Date	Date 30.04.2019
--------------------	-------------------	-------------	------	--------------------

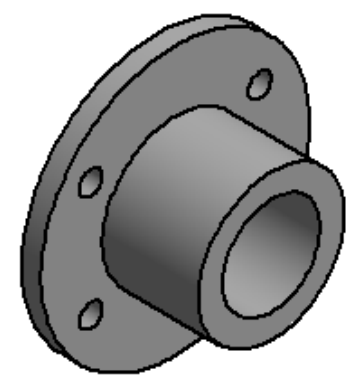
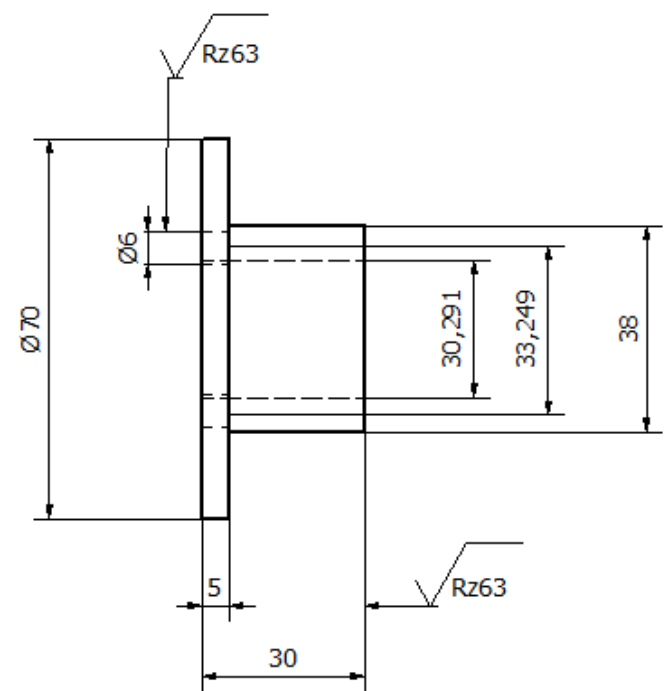
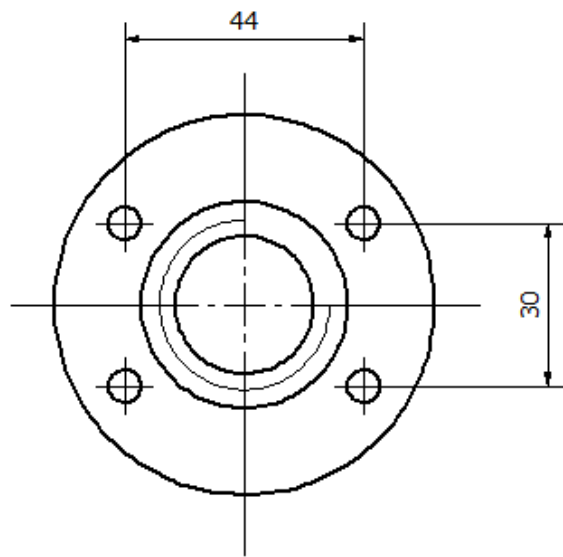
HVL-Høgskulen på Vestlandet

Bøyd stålplate

30041910

Edition	Sheet
	1 / 1

Målestokk 1:2,5



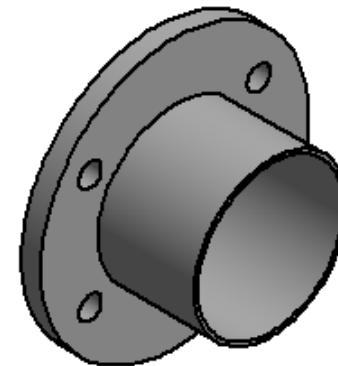
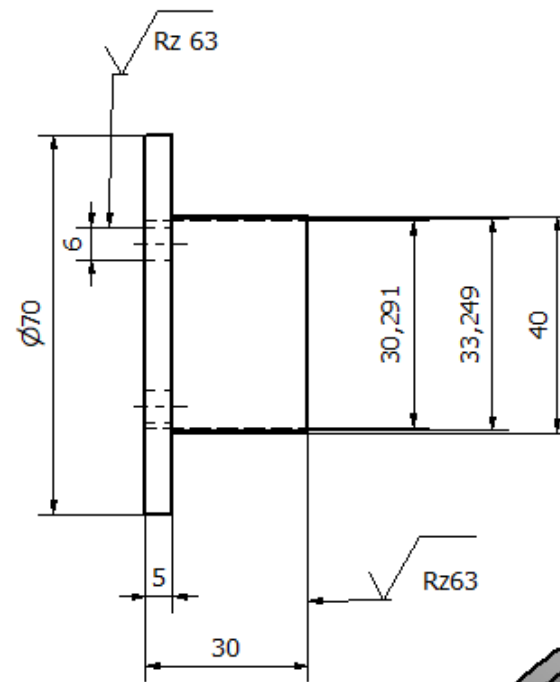
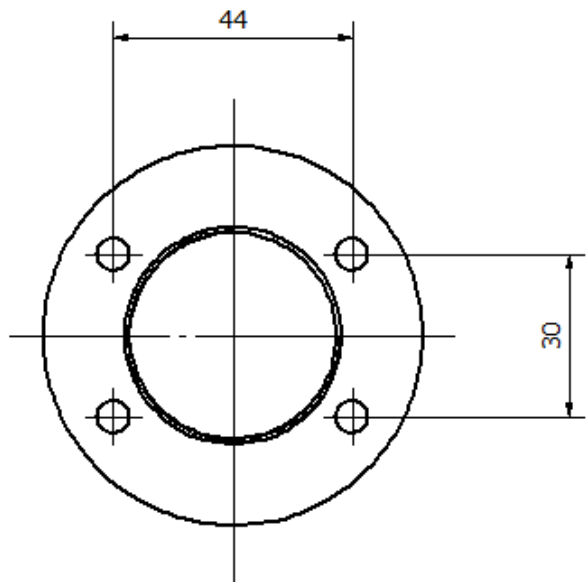
Rundt stål NS-EN 10025 Generell toleranse DIN ISO 2768 $\sqrt{\text{Rz63}}$ S355

Standard BSP
gjenger (female)

Designed by SSH	Checked by AGS	Approved by	Date	Date 05.05.2019
--------------------	-------------------	-------------	------	--------------------

HVL-Høgskulen på Vestlandet		Flens G1		
05051902		Edition 1	Sheet 1 / 1	

Målestokk 1:1



Rundt stål NS-EN 10025 Generell toleranse
 $\varnothing 70$ DIN ISO 2768 $\sqrt{\quad}$ ($\sqrt{\quad}$ $Rz\ 63$) S355

Standard BSP
 gjenger (female)

Designed by	Checked by	Approved by	Date	Date
SSH	AGS			05.05.2019

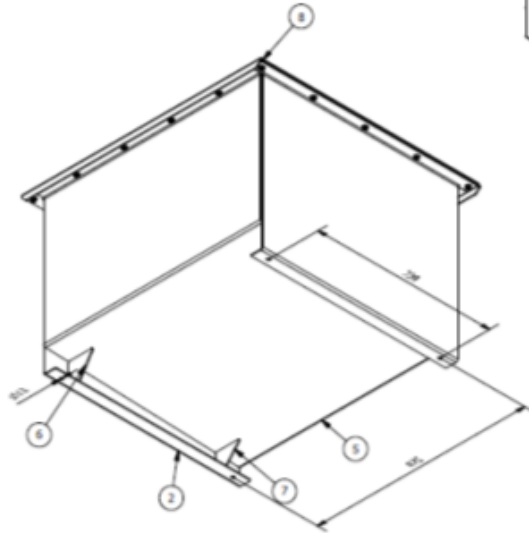
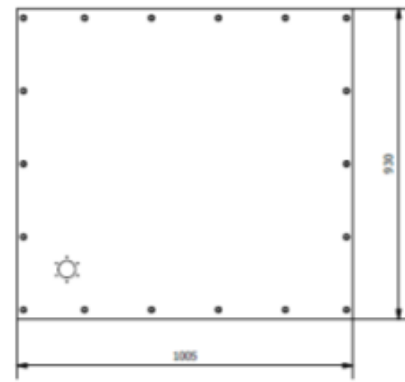
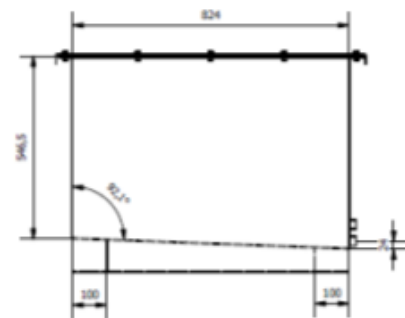
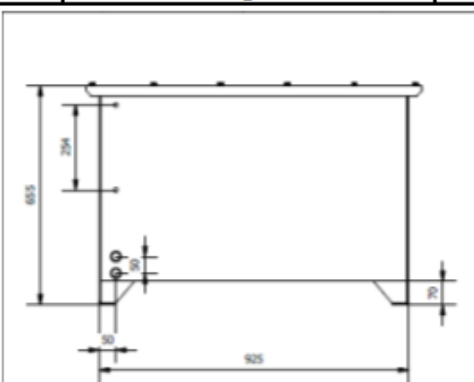
HVL-Høgskulen på Vestlandet

Reduser flens G1 1/2-G 1

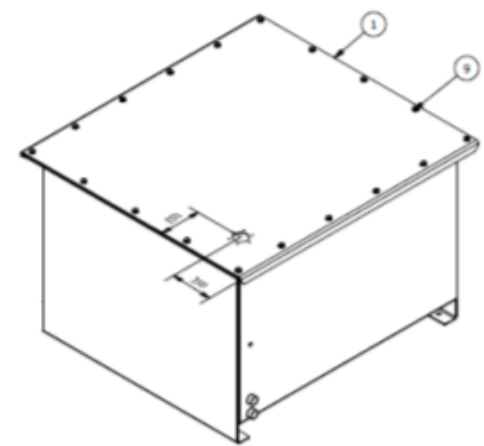
Målestokk 1:1

05051903

Edition	Sheet
	1 / 1



PARTS LIST						
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION	OPERATION	DESCRIPTION 2	MATERIAL
1	1	117136-PL-001	PL 4 x 1005 x 976	Laser/Fold	Lukk	SS AISI 316L
2	2	117136-PL-002	PL 4 x 924 x 727	Laser/Fold	Sidewegg	SS AISI 316L
5	1	117136-PL-005	Plate 4 x 2020 x 917	Laser	Bunnsvegger	SS AISI 316L
6	2	117136-PL-006	PL 4 x 100 x 93	Laser	Silver fot	SS AISI 316L
7	2	117136-PL-007	PL 4 x 100 x 70	Laser	Silver fot	SS AISI 316L
8	1	117136-PL-008	PL 4 x 1005 x 912		Palering	Rubber
9	10	117136-Bolt M8x25-001	Bolt M8x25			SS AISI 316L
10	2	ISO 4544 Half socket S1 3/4	Muffe BSP 3/4"			SS AISI 316L



AS METALLTEKNIKK Skredder og utarbeidelse av spesialkomponenter

Ryene Industrivegen 8 Buo, 568 Ryene
 Fjellseveien 222 4313 Sandness
 SWEDEN'S +47 51 77 0020 WWW.METALLTEKNIKK.NO

Prod. 970120060 Oil tank

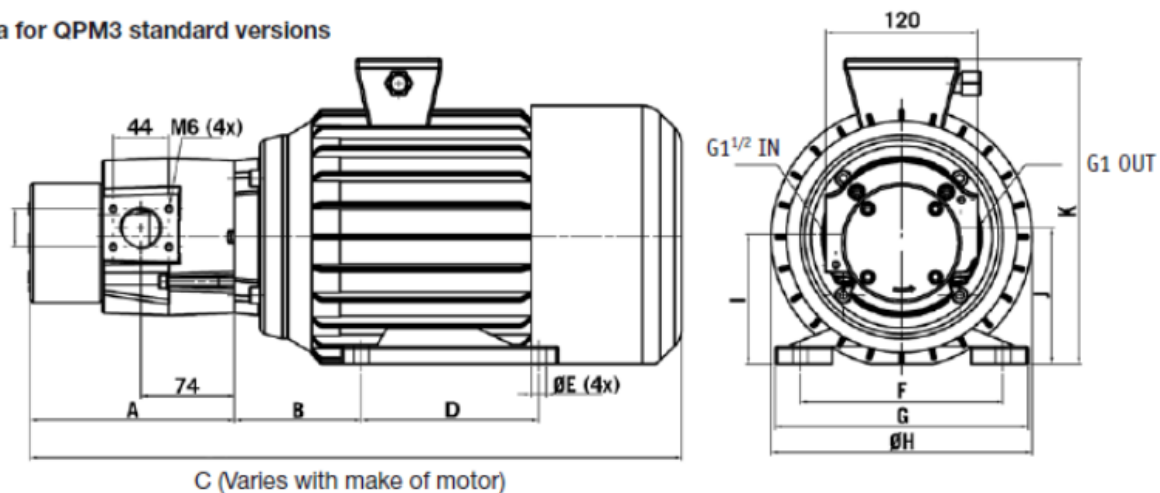
Date: 05.11.2013	Design: Rune Håland	Revision:
Drawn:	Approved for sale:	Notes: All sharp edges to be rounded.
Date:	Drawn for sale:	Customer: Metallteknikk Fonus AS
Drawn:	Approved for sale:	

Projektnr: 03 Date: A3 117136
 Drawing number: 117136.ssm Sheet: 1/3 Rev: 3

Oil tank
 Art.No: 117136
 Designer: Rune Håland
 Metallteknikk AS
 www.metallteknikk.no

Designed by 170870	Checked by	Approved by AGS	Date 05.05.2019	Date	
Høgskulen på Vestlandet			Oljetank		
05051901			Edition	Sheet 1 / 1	

Data for QPM3 standard versions



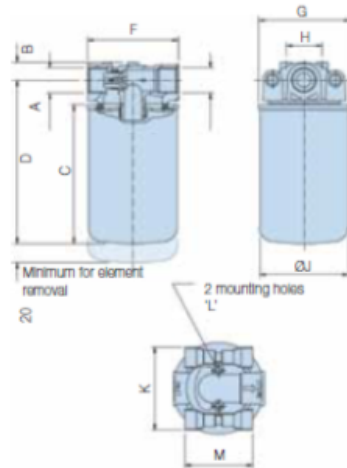
TYPE	Num. of poles	Motor power kW	Pump flow l/min	Weight* kg	Acoustic pressure level LpA dB(A) at 1 m**	Dimensions in mm										
						A	B	C*	D	E	F	G*	H*	I	J	K*
QPM3 10	8	0.25	10	13	65	136	50	368	100	10	125	160	157	82	87	195
QPM3 20	4	0.75	20	13	65	136	50	368	100	10	125	160	157	82	87	195

QPM3 20 Gerotor Pump
 HY10-6012
 Parker Hannifin A/S
 www.parker.com
 Flow rate 20 LPM
 Operating pressure max 10 bar

Designed by AGS	Checked by SSH	Approved by SHH	Date 03.05.19	Date 03.05.19
Høgskulen på Vestlandet		Gerotor pumpe		
		03051901	Edition	Sheet 1 / 1

Installation Details

MXA.8/MXA.9***



Filter selection

To select the correct filter use the appropriate pressure drop graphs. For details and an example of how to select the correct filter, see next page.

Type	A	B	C	D	F	G	H	J	K	L	M
MXA.8	G ³ / ₄	19 (0.75)	147 (5.79)	173 (6.81)	95 (3.74)	97 (3.82)	38 (1.49)	94 (3.7)	88 (3.46)	M8 x 1.25 x 16 full depth	72 (2.83)
12PS		22 (0.86)	165 (6.49)	187 (7.36)	95 (3.74)	N/A	38 (1.49)	93 (3.66)	107 (4.21)		N/A
MXA.9	G1 ¹ / ₄	30 (1.18)	179 (7.04)	213 (8.38)	133 (5.24)	129 (5.08)	50 (1.97)	127 (5.0)	130 (5.12)		N/A
22PS		28 (1.10)	208 (8.19)	236 (9.29)	133 (5.23)	N/A	50 (1.97)	130 (5.12)		N/A	
MXA.7	G1 ¹ / ₂	430 (16.93)	179 (7.05)	214 (8.42)	140 (5.51)	N/A	65 (2.56)	127 (5.0)		M10 x 1.5	N/A

Ordering Information

Type	Part number	Description	MAOP (bar)	Flow (l/min)	Media rating	Ports	Replacement element
MXA.8*** & 12PS Return Line Filters							
MXA	MXA8551424	Assembly with bypass & dual visual indicators	10	70	10 micron abs.	G ³ / ₄	MXR8550
PS	12PS10BTV1R2B	Assembly with bypass & gauge type visual indicators					
MXA	MXA8511424	Assembly with bypass & dual visual indicators	10	70	10 micron nom.	G ³ / ₄	MX1518410 (x4*)
PS	12PS10CTV1R2B	Assembly with bypass & gauge type visual indicators					
	12PS10CTE2R2B	Assembly with bypass & electrical pressure indicator					
	12PS10CTPR2B	Assembly with bypass & no indicator					
MXA.8*** & 12PS Suction Line Filters							
MXA	MXA8511223	Assembly with bypass & dual visual indicators	10	20	10 micron nom.	G ³ / ₄	MX1518410 (x4*)
PS	12PS10CTV2S4B	Assembly with bypass & gauge type visual indicator					
MXA	MXA8511023	Assembly without bypass, with dual visual indicators					
PS	12PS10CTV2SX4B	Assembly without bypass, with gauge type visual indicator					

Low pressure in-line spin-on filter
 MXA.8*** & 12PS Suction Line Filters
 MXA8511223
 Parker Hannifin A/S
www.parker.com
 Flow rate 20 LPM
 Maximum operating pressure 10 bar
 Media rating 10 micron nom.

Designed by AGS	Checked by SSH	Approved by SHH	Date 03.05.2019	Date 03.05.2019
Høgskulen på Vestlandet			Filter	
			03051902	Edition Sheet 1 / 1

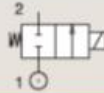
2 WAY VALVES

2/2

VALVES FOR DRY OR LUBRICATED AIR, NEUTRAL GASES AND LIQUIDS
DIRECT OPERATED

BRASS
PIPE MOUNTING

NORMALLY CLOSED

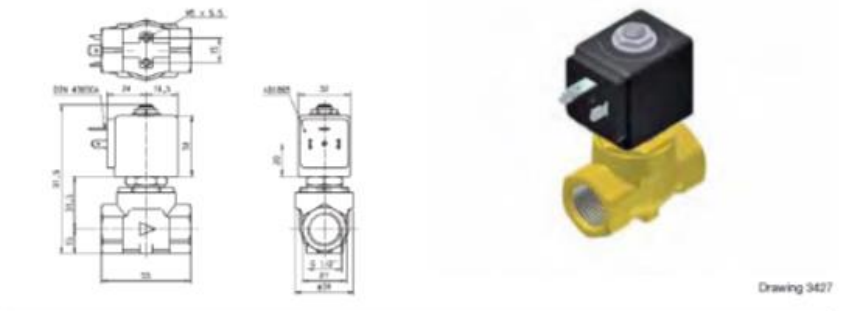
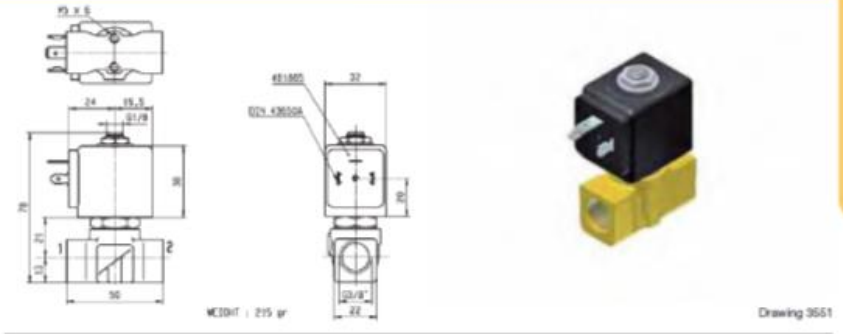


Port size	Orifice Ø	Flow factors			Operating Pressure Differential		Fluid Temp.		Seat Seal	Parker LUCIFER® Valves			Power		Coil Group	Dep. No.	
		Kv	KV	Qn	Min	Max(MOPD)	Min	Max		Valve Ref.	Housing Ref.	Coil Ref.	AC W	DC W			
BSP	mm	in³/min	m³/h	l/min	bar	bar	°C	°C									
3/8"	4	7.5	0.45	480	0	10	4	-10	100	FKM	121K3206	2996	481865	8	9	2.0	3551
	4	7.5	0.45	480	0	10	5	-10	120	FKM	121K3206	4270	481000	8	8	2.0	3551
	4	7.5	0.45	480	0	10	10	-10	120	FKM	121K3206	4270	486265	14	14	2.0	3551
	5	11	0.66	750	0	7	2	-10	100	FKM	121K3106	2996	481865	8	9	2.0	3551
	5	11	0.66	750	0	7	2.8	-10	120	FKM	121K3106	4270	481000	8	8	2.0	3551
	5	11	0.66	750	0	7	5	-10	120	FKM	121K3106	4270	486265	14	14	2.0	3551
1/2"	6	12	0.72	1100	0	5	1.1	-10	100	FKM	121K3306	2996	481865	8	9	2.0/14.2	3551
	6	12	0.72	1100	0	5	1.5	-10	120	FKM	121K3306	4270	481000	8	8	2.0/14.2	3551
	6	12	0.72	1100	0	5	3	-10	120	FKM	121K3306	4270	486265	14	14	2.0/14.2	3551
	8.5	25	1.5	1600	0	1.1	0.5	-10	100	FKM	E121K46	2996	481865	8	9	2.0	3427
	8.5	25	1.5	1600	0	2.2	0.5	-10	120	FKM	E121K46	4270	481000	8	8	2.0	3427
	8.5	25	1.5	1600	0	4	1.2	-10	120	FKM	E121K46	4270	486265	14	14	2.0	3427
1/2"	11	36	2.16	2500	0	0.7	0.3	-10	100	FKM	E121K45	2996	481865	8	9	2.0	3427
	11	36	2.16	2500	0	1.2	0.35	-10	120	FKM	E121K45	4270	481000	8	8	2.0	3427
	11	36	2.16	2500	0	2.5	0.7	-10	120	FKM	E121K45	4270	486265	14	14	2.0	3427

Parker 2-Way Normally Closed, 1/2" General Purpose Solenoid Valves
Catalogue FCDE 0110UK
Valve Ref. E121K46 pp. 36-37
Parker Hannifin A/S
www.parker.com
Flow rate 36 LPM
Maximum operating pressure 10 bar

2 WAY VALVES

For this page	Port size	Orifice (mm)	Kv (l/min)	MOPD (bar)	Fluid Temp (°C)	Amb Temp (°C)
From	3/8"	4	7.5	0.3	-10	-10
To	1/2"	11	36	10	120	50



Designed by	Checked by	Approved by	Date	Date	
170870	SSH	SSH	03.05.2019	03.05.2019	
Høgskulen på Vestlandet			Magnetventil		
			03051903	Edition	Sheet 1 / 1

E-Z FORM™ HT

Parker Global Product

Extremely flexible, lightweight, high temperature petroleum-based oil suction/return hose designed to resist cracking and deterioration for the extreme heat generated in Tier IV engine. It may also be used in non-SAE power steering applications (as a low pressure return line only). The lightweight Greek corrugated hose construction incorporates a wire helix that provides full suction capability. The unique corrugations are tightly pitched and precision-engineered, providing extreme flexibility compared to the traditional rounded corrugation profile. The cover is resistant to high temperature oil in high temperature environments.

Hose Construction

Tube: Black CPE
Reinforcement: Multiple textile braids with helix
Cover: Black Hydrogenate NBR, Greek corrugated finish



- Saves time and costs thanks to easy and quick assembly
- Superior kink resistance, minimal force to bend, outstanding flexibility
- In buses, cranes, trucks and mobile/heavy duty off-road equipment
- Design Factor 4:1
- Vacuum: 0,9 bar

Temperature Range

-40 °C (-40 °F) to +150 °C (+302 °F)

Tolerances

According to UNI EN ISO 1307
 Refer to Technical Handbook on page TH35

Fitting Series

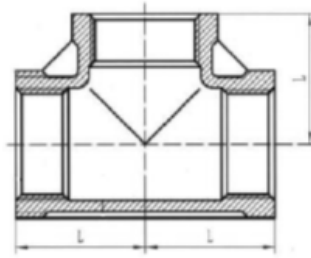
48

Bold printed part numbers are stock products.

Part Number	Dimensions		Max. Working Pressure			Weight kg/m	min. Bend Radius mm	In Stock
	I.D. (mm)	O.D. (mm)	MPa	psi	bar			
7399-0500025	12.7	23.8	1.0	150	10	0.43	23	Y
7399-0625025	15.9	27.0	1.0	150	10	0.54	33	Y
7399-0750025	19.1	30.0	1.0	150	10	0.56	36	Y
7399-0875025	22.2	32.8	1.0	150	10	0.61	36	Y
7399-1000025	25.4	36.0	1.0	150	10	0.66	36	Y

E-Z FORM HT
 Catalogue 4401/UK
 7399-1000025
 Parker Hannifin A/S
 www.parker.com
 Maximum working pressure 10 bar
 O.D = 25,4 mm (1")

Designed by 170870	Checked by SSH	Approved by SSH	Date 03.05.2019	Date 03.05.2019
Høgskulen på Vestlandet			Slange	
03051904			Edition	Sheet 1 / 1



TEE 3X INSIDE THREAD ISO 4144 T1

Inch	L	Kg
0,125"	17,0	0,04
0,25"	19,0	0,05
0,375"	23,0	0,08
0,5"	27,5	0,15
0,75"	32,0	0,26
1"	38,0	0,37
1,25"	45,0	0,61
1,5"	48,0	0,91
2"	57,0	1,18
2,5"	69,0	1,88
3"	78,0	3,37

Tee 3X Inside Thread ISO 4144 T1 1"
 Threaded fittings/couplings (BSP)
 BSP Europe
www.bspeurope.info

Designed by 170870	Checked by SSH	Approved by SSH	Date 03.05.2019	Date 03.05.2019
Høgskulen på Vestlandet		Tee fittings		
		03051905	Edition	Sheet 1 / 1

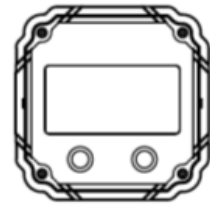
BSP



Crimp Style Hydraulic Hose Fittings - 43 Series
 Fittings
 Male BSP
 Overview WC4400-1/UK
 Parker Hannifin A/S
www.parker.com

Designed by 170870	Checked by SSH	Approved by SSH	Date 03.05.2019	Date 03.05.2019
Høgskulen på Vestlandet			Koblinger/fittings	
			03051906	Sheet 1 / 1

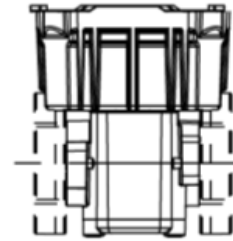
DIMENSIONS



110



76



112

131

Dimensions expressed in millimeters

TECHNICAL DATA

CODE	DESCRIPTION	FLUIDS TYPE	FLOW-RATE		PRESSURE		BATTERY N°2 X 1,5V (INCLUDED)	FLANGE	INLET / OUTLET	INLET FILTER
			L/MIN	GPM	BAR	PSI				
METERS										
F00491000	K600 B/3	D	10 - 100	2,64 - 26,4	30	426	YES	YES	1" BSP	YES
PULSE OUT METER										
F00492000	K600 B/3 WITH PULSE-OUT	D	10 - 100	2,64 - 26,4	30	426	YES	YES	1" BSP	YES

Flow Meter
K600 B/3, F00492000 (BSP)
Catalogue PIUSI-K600 B/3-FUEL_EN
PIUSI S.p.A
www.piusi.com

Designed by 170870	Checked by SSH	Approved by SSH	Date 03.05.2019	Date 03.05.2019
Høgskulen på Vestlandet			Flowmeter	
			03051907	Edition Sheet 1 / 1

8 Endelig vurdering

Ved den endelige vurderingen blir deler som kan være spenningsutsatte styrkeberegnet i programvaren ANSYS.

8.1 ANSYS-analyse

Det utføres ikke styrkeberegninger for hånd ved verken skid eller pumpestøtte, ettersom kreftene som virker inn er minimale. Antagelsen bekreftes vha. ANSYS analyser.

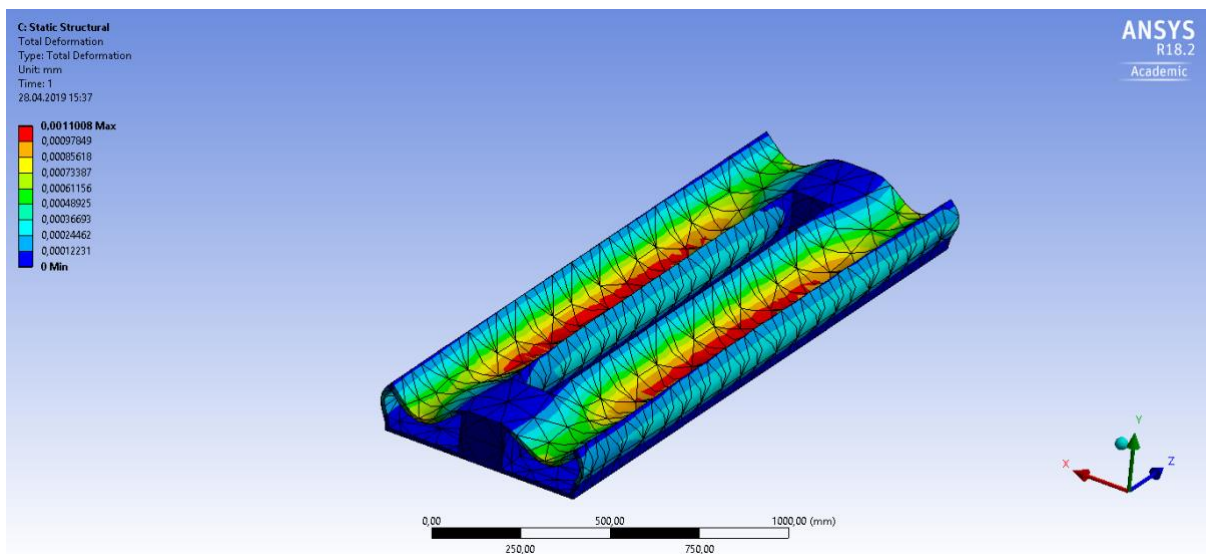
$$m_{\text{tank}} = 2 \cdot 135 \text{ kg} = 270 \text{ kg}$$

$$400 \text{ liter olje} = 0,4 \text{ m}^3 \text{ olje}$$

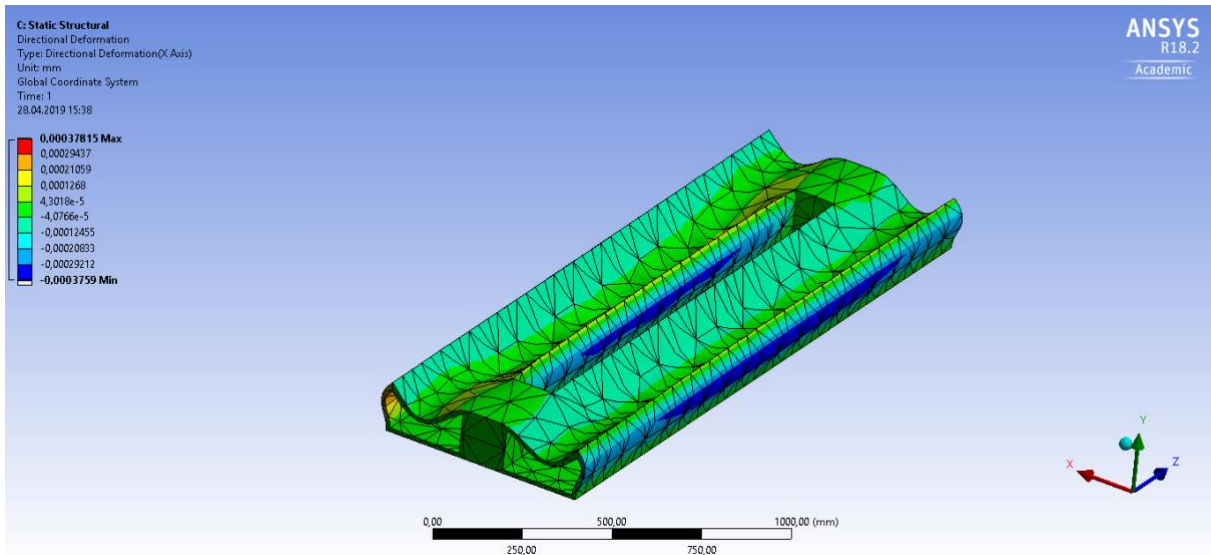
$$m_{\text{olje}} = 800 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,4 \text{ m}^3 = 320 \text{ kg}$$

$$m_{\text{total}} = 590 \text{ kg} \approx 600 \text{ kg} = 5886 \text{ N}$$

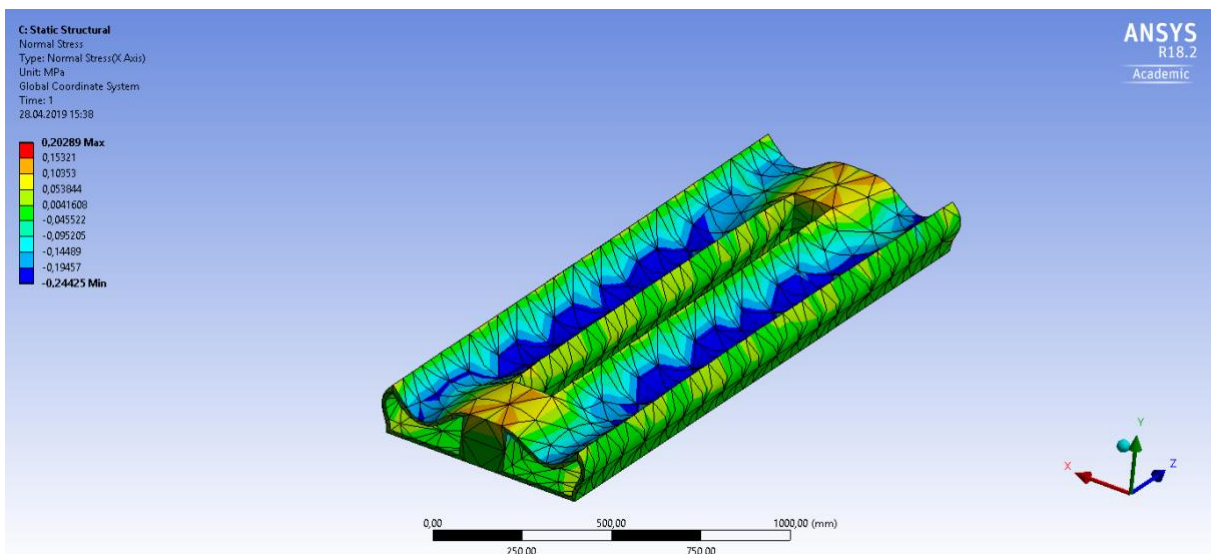
$$m_{\text{pumpe}} = 13 \text{ kg} = 127,53 \text{ N}$$



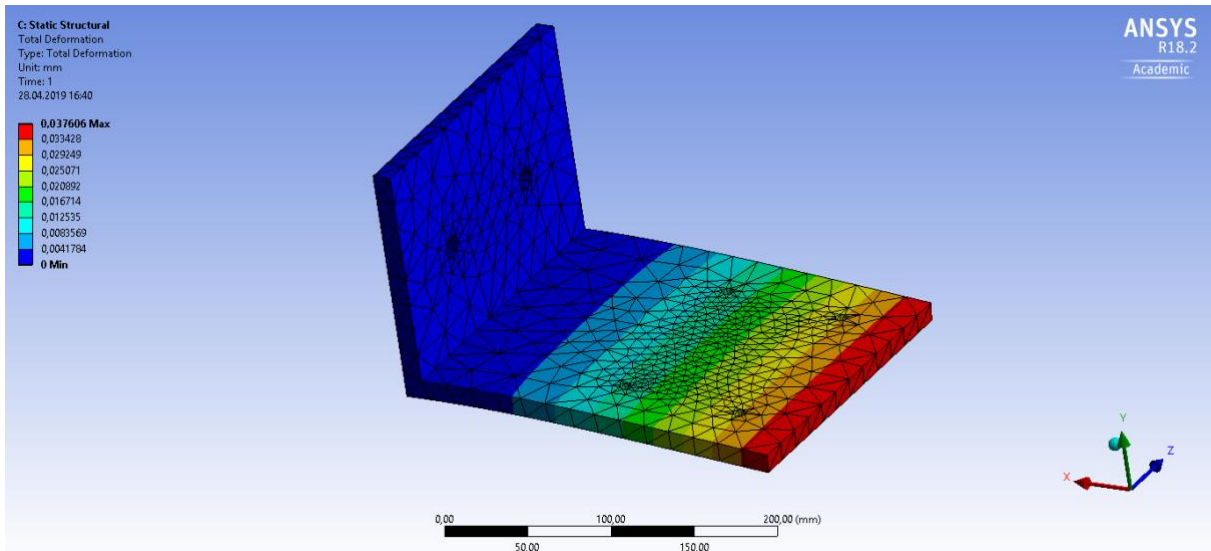
Figur 33 Total deformation skid



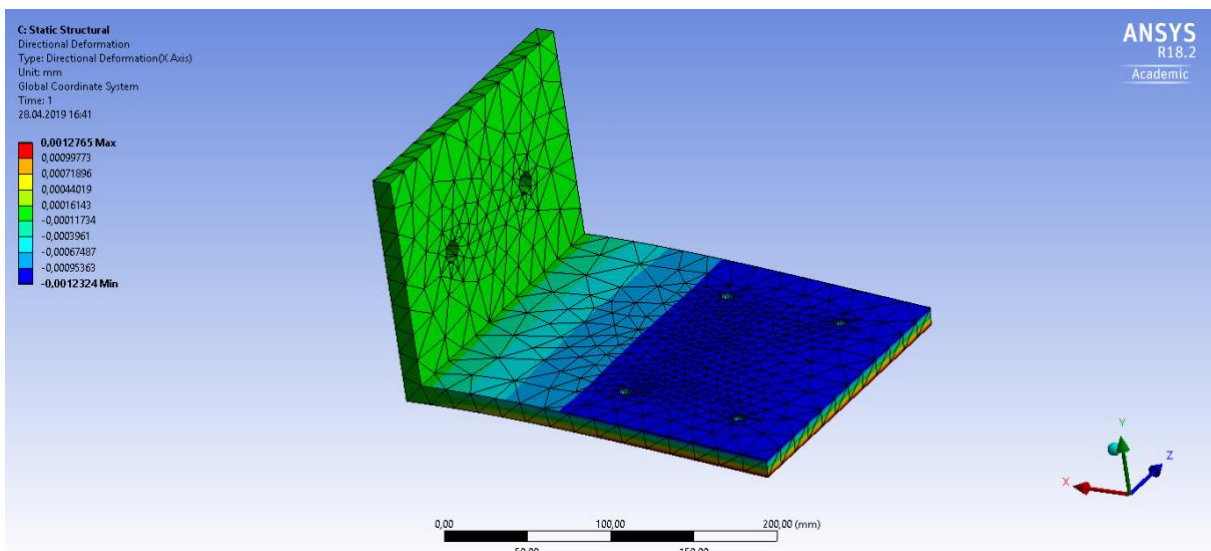
Figur 34 Directional deformation skid



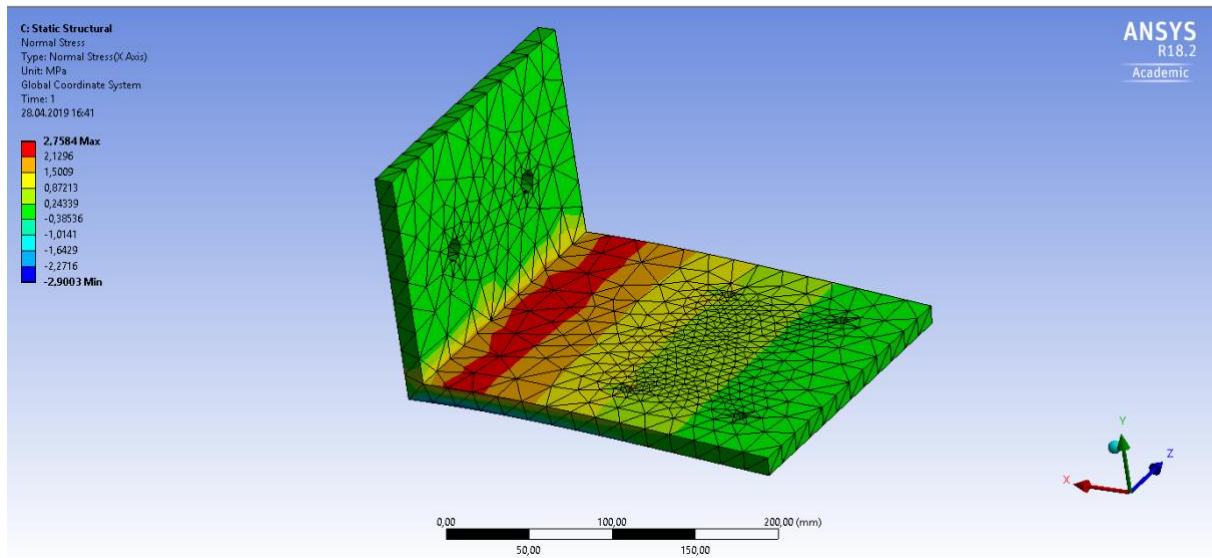
Figur 35 Normal stress skid



Figur 36 Total deformation pump support



Figur 37 Directional deformation pump support



Figur 38 Normal stress pump support

Verken skiden eller pumpestøtten blir utsatt for særlig store spenninger. Deformasjonene er også minimale om en ser på maks. tallverdier oppgitt i millimeter.

9 Konklusjon

Gruppen har utviklet og modellert et oljehåndteringssystem som skal oppfylle kundenes krav og ønsker. Systemet kan oppbevare, levere, hente ut og rense mineralolje brukt til spinttesting av industrielle varmpumper. Det er også mulig å frakte hele konstruksjonen vha. lastebil, med maksimal breddedimensjon 2,55 meter og en høyde på 4 meter. (29)

Til konklusjon vil prosjektgruppen kommentere enkelte design som kan forbedres. Først kan de øverste utskjæringene i risten, som vises i produksjonstegningene, unngås om ønskelig. Da må slangene imidlertid være lengre, for å kunne rekke over kanten og inn til tankuttaket. Gruppen anvender utskjæring hovedsakelig grunnet Inventor ikke har en funksjon for fleksible rør. De nederste utskjæringene ved risten er likevel anbefalt, for bedre tilgjengelighet. I tillegg bør oppsamlingskaret ha en avtapningsmulighet, om det skulle skje en lekkasje. Dette kan enkelt utføres med et borehull i bunnplaten, og festing av en kran. For å feste tankene må det også bores åtte borehull i bunnplaten av karet (se produksjonstegninger).

Ut ifra produksjonstegninger og styrkeberegninger vil gruppen konkludere med at konstruksjonen er mulig å realisere, men fordelaktig kan undersøkes videre. Gjennom oppgaven har prosjektgruppen tilegnet seg mer erfaring innen metodisk arbeid, og DAK-modellering. Emner som «Maskinkonstruksjon» og «Oljehydraulikk» har vært til god nytte gjennom prosessen. Avslutningsvis har prosjektet vært faglig utfordrende, spennende og givende.

Bibliografi

1. **Olvondo Technology AS.** Our History. *Olvondo Technology*. [Internett]
<http://www.olvondotech.no/our-history/>.
2. **Energiverket.** Fakta om varmepumper og fornybar energi. *Energiverket*. [Internett]
<https://www.energiverket.no/morsomme-fakta-om-varmepumper/>.
3. **Eriksen, Lars Hallstrøm.** Varmepumpe. *Store Norske Leksikon*. [Internett] 2014 September 2016. <https://snl.no/varmepumpe>.
4. **NOVAP.** Varmepumpeteknologi. *NOVAP*. [Internett]
<https://www.novap.no/artikler/varmepumpeteknologi>.
5. **Bedin, Thomas.** Sammendrag - varmepumper. *NDLA*. [Internett] 20 Desember 2018.
<https://ndla.no/subjects/subject:21/topic:1:183351/topic:1:21827/resource:1:4498>.
6. **Valmot, Odd Richard.** Høytemperatursvarmepumper. *Teknisk Ukeblad*. [Internett] 9 Juli 2015.
<https://www.tu.no/artikler/brukte-600-kw-pa-kjoling-og-varme-supervarmepumpe-kuttet-det-til-200-kw/197038>.
7. **Olsen, Tommy C.** Pumper varme til nye høyder. *VVS Forum*. [Internett] 21 April 2013.
<https://www.vvsforum.no/2013/pumper-varme-til-nye-hoyder/>.
8. **Olvondo Technology.** The Technology. *Olvondo Technology*. [Internett]
<http://www.olvondotech.no/the-technology/>.
9. **Eriksen, Lars Hallstrøm.** Stirlingmotor. *Store Norske Leksikon*. [Internett] 15 Februar 2009.
<https://snl.no/stirlingmotor>.
10. **Olvondo Technology AS.** Value Proposition. *Olvondo Technology*. [Internett]
<http://www.olvondotech.no/value-proposition/>.
11. **Mamen, Jostein.** Globale oppvarmingspotensialer. *Store Norske Leksikon*. [Internett] 29 Mars 2017. https://snl.no/globale_oppvarmingspotensialer.
12. **ReturGass.** ODP. *ReturGass*. [Internett] <https://www.returgass.no/regelverk-miljo/ozonlaget/odp/>.
13. **Autodesk.** AutoCAD. *Autodesk*. [Internett]
<https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>.
14. —. Inventor. *Autodesk*. [Internett] <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview>.
15. **Ringstad, Knut Emil.** ANSYS. *NTNU*. [Internett] <https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/ANSYS>.
16. **Mathisen, Rune.** Flytskjema. *NDLA*. [Internett] 6 Juni 2018.
<https://ndla.no/subjects/subject:28/topic:1:117031>.
17. **Brautaset, Knut.** *Innføring i oljehydraulikk*. 0130 Oslo : Gyldendal Norsk Forlag AS, 1. utgave 10. opplag 2015.
18. **Pump School.** Gerotor Pumps. *Pump School*. [Internett]
<http://www.pumpschool.com/principles/gerotor.asp>.

19. **Thoresen, Per Erik.** *Kompendium i konstruksjon av rørsystemer (Piping design)*. s.l. : Høgskulen i Oslo Akershus, Fakultet for teknologi, 2. utgave 2010.
20. **NDLA.** Ventiler. *NDLA*. [Internett] 3 Mars 2017. <https://ndla.no/nb/node/58090?fag=35>.
21. **Nesse, Norvald.** Magnetventil. *Store Norske Leksikon*. [Internett] 30 November 2018. <https://snl.no/magnetventil>.
22. **Gonzalez, Carlos.** What's the Difference Between Poppet and Piston Spool. *MachineDesign*. [Internett] 23 Februar 2017. <https://www.machinedesign.com/whats-difference-between/what-s-difference-between-poppet-and-piston-spool-valves>.
23. **Vadbunker, Rudy.** Quality Hydraulics. *Filter Ratings: Nominal vs. Absolute*. [Internett] <https://www.qualityhydraulics.com/blog/absolute-vs-nominal-filter-ratings/>.
24. **NORSK STÅL.** EMC strekkmetall stål. *www.norskstaal.no*. [Internett] <https://produktkatalog.norskstaal.no/produkt/expamet-kantprofil/>.
25. —. KF HUP S355J2H/S420MH – Rekt. *www.norskstaal.no*. [Internett] <https://produktkatalog.norskstaal.no/produkt/kaldf-hup-s355j2h-rektang/>.
26. **Toyota AS.** Toyota Forklifts. [Internett] https://shop.toyota-forklifts.no/vare-produkter/?gclid=EAIaIQobChMIo73wnIjI4QIVjZAYCh1PTwkNEAAYASAAEgJvo_D_BwE.
27. **NORSK STÅL.** Stålplater S355J2+N med Y05. *www.norskstaal.no*. [Internett] <https://produktkatalog.norskstaal.no/produkt/stalplater-s355j2-n/>.
28. **GROMMETS.** Rubber Washers. *www.grommets.co.uk*. [Internett] <https://www.grommets.co.uk/products/washers/>.
29. **TransportXXL.** Innskrekninger av dimensjonene. [Internett] http://www.transportxxl.eu/no/documents/eu_directive/dimensions.
30. **Servi Group.** Hydraulikkpumpe. *Servi Group*. [Internett] <https://www.servi.no/hydraulikk-pumpe>.
31. **NDLA.** Pumper. *NDLA*. [Internett] 3 Mars 2017. <https://ndla.no/nb/node/58083?fag=35>.

Vedleggsliste

Vedlegg A:
Info om gaffeltruck

Vedlegg B:
BSPP Pipe Thread Dimensions Chart

Upright Table

Maximum fork height In mm	Overall height Lowered In mm	Overall height Extended In mm	Free lift In mm	Standard Tilt Spec In mm
---------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	--------------------	--------------------------------

C60D Diesel / LPG and C73 LPG

Standard	817 (2228)	1418 (3834)	88 (223)	1075
151 (400)	917 (2328)	1511 (3883)	88 (223)	1075
118 (300)	916 (2408)	1631 (4134)	88 (223)	1075
• 130 (330)	1033 (2628)	1754 (4434)	88 (223)	1075
138 (350)	1014 (2728)	1827 (4634)	88 (223)	1075
146 (370)	1113 (2828)	1941 (4834)	88 (223)	1075
151 (400)	1202 (2928)	2071 (5134)	88 (223)	1070
171 (450)	1271 (3228)	2271 (5634)	88 (223)	1070
191 (500)	1361 (3328)	2411 (6134)	88 (223)	1070
211 (550)	1461 (3428)	2611 (6634)	88 (223)	1070
231 (600)	1566 (3518)	2811 (7134)	88 (223)	1070
251 (650)	1674 (3618)	2911 (7334)	88 (223)	1070

C60D Diesel / LPG and C73 LPG

157 (380)	911 (2315)	1364 (3480)	418 (1073)	1070
151 (400)	931 (2365)	1431 (3634)	431 (1103)	1070
171 (450)	997 (2528)	1571 (4034)	463 (1193)	1070
• 191 (490)	1061 (2687)	1691 (4334)	496 (1263)	1070
216 (520)	1220 (3089)	1861 (4734)	528 (1363)	1070
231 (600)	1324 (3383)	2011 (5034)	561 (1453)	1070
251 (650)	1431 (3687)	2161 (5334)	594 (1543)	1070

C60 Diesel Standard

88 (2228)	135 (3434)	92 (233)	1075
91 (2300)	143 (3634)	92 (233)	1075
92 (2328)	149 (3834)	92 (233)	1075
110 (2800)	155 (3934)	92 (233)	1075
127 (3100)	167 (4234)	92 (233)	1075
• 130 (3300)	107 (2728)	175 (4434)	92 (233)
• 138 (3500)	111 (2828)	182 (4634)	92 (233)
150 (3800)	117 (2928)	194 (4834)	92 (233)
168 (4300)	127 (3228)	214 (5334)	92 (233)
181 (4600)	137 (3478)	234 (5834)	92 (233)
208 (5300)	147 (3728)	253 (6334)	92 (233)
229 (5900)	157 (3978)	273 (6834)	92 (233)
244 (6200)	164 (4108)	289 (7134)	92 (233)

*Indicates Common Platform Size

Notes

Production engines and driveline components may vary in output and/or efficiency by ±5%. The performance shown represents nominal values which may be obtained under typical operating conditions of a machine.

ANSI/ISO and Insurance Classification

Standard truck meets applicable mandatory requirements of Part II, ANSI/ISO/F381 Safety Standard for Powered Industrial Trucks and Lift Trucks. Additional requirements as to the hazard only for O and LP classifications. For further information contact a local representative.

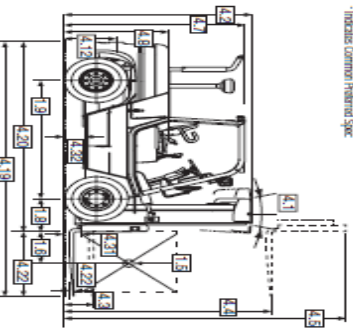
Users should be aware of, and adhere to, applicable codes and regulations regarding operator training, use, operation and maintenance of powered industrial trucks. Including:

- ANSI/ISO/F 568.1
- NFPA 505, the safety standard for powered industrial trucks - type designations, areas of use, maintenance and operation.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA) regulations that may apply.

Contact your authorized CLARK Forklift truck dealer for further information including operator training programs and safety visual and audible warning systems, the ediprogator, etc., as available for specific user applications and requirements.

Specifications, equipment, technical data, photos and illustrations are based on information at time of printing and are subject to change without notice. Some products may be shown with optional equipment.

VEDLEGG A
FORKLIFTS
GENERAL DATA & STANDARD
DIMENSIONS
WWW.WORLDFORKLIFTS.COM



G/R size	Thread pitch		Major diameter		Minor diameter		Gauge length		Tapping drill	
	(in)	(in ⁻¹)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	R 95%
1/16	28	0.907	0.3041	7.723	0.2583	6.561	5/32	4.0	6.6	6.8
1/8	28	0.907	0.3830	9.728	0.3372	8.566	5/32	4.0	8.6	8.8
1/4	19	1.337	0.5180	13.157	0.4506	11.445	.2367	6.0	11.5	11.8
3/8	19	1.337	0.6560	16.662	0.5886	14.950	1/4	6.4	15.0	15.3
1/2	14	1.814	0.8250	20.955	0.7335	18.631	.3214	8.2	18.7	19.1
5/8	14	1.814	0.9020	22.911	0.8105	20.587	.3214	8.2	20.7	21.1
3/4	14	1.814	1.0410	26.441	0.9495	24.117	3/8	9.5	24.2	24.6
7/8	14	1.814	1.1890	30.201	1.0975	27.877	3/8	9.5	28.0	28.3
1	11	2.309	1.3090	33.249	1.1926	30.291	.4091	10.4	30.4	30.9
1 1/8	11	2.309	1.4920	37.897	1.3756	34.939	.4091	10.4	35.1	35.5
1 1/4	11	2.309	1.6500	41.910	1.5335	38.952	1/2	12.7	39.1	39.5
1 3/8	11	2.309	1.7450	44.323	1.6285	41.365	1/2	12.7	41.5	42.0
1 1/2	11	2.309	1.8820	47.803	1.7656	44.845	1/2	12.7	45.0	45.4
1 5/8	11	2.309	2.0820	52.883	1.9656	49.926	5/8	15.9	50.1	50.5
1 3/4	11	2.309	2.1160	53.746	1.9995	50.788	5/8	15.9	50.9	51.4
1 7/8	11	2.309	2.2440	56.998	2.1276	54.041	5/8	15.9	54.2	54.6
2	11	2.309	2.3470	59.614	2.2306	56.656	5/8	15.9	56.8	57.2
2 1/4	11	2.309	2.5870	65.710	2.4706	62.752	11/16	17.5	62.9	63.3
2 1/2	11	2.309	2.9600	75.184	2.8435	72.226	11/16	17.5	72.4	72.8
2 3/4	11	2.309	3.2100	81.534	3.0935	78.576	13/16	20.6	78.7	79.2
3	11	2.309	3.4600	87.884	3.3435	84.926	13/16	20.6	85.1	85.5
3 1/4	11	2.309	3.7000	93.980	3.5835	91.022	7/8	22.2	91.2	91.6
3 1/2	11	2.309	3.9500	100.330	3.8335	97.372	7/8	22.2	97.5	98.0
3 3/4	11	2.309	4.2000	106.680	4.0835	103.722	1	25.4	103.9	104.4
4	11	2.309	4.4500	113.030	4.3335	110.072	1	25.4	110.2	110.7

VEDLEGG B
 BSPP PIPE THREAD DIMENSIONS
 COBRA FIXINGS
www.cobrafixings.co.uk