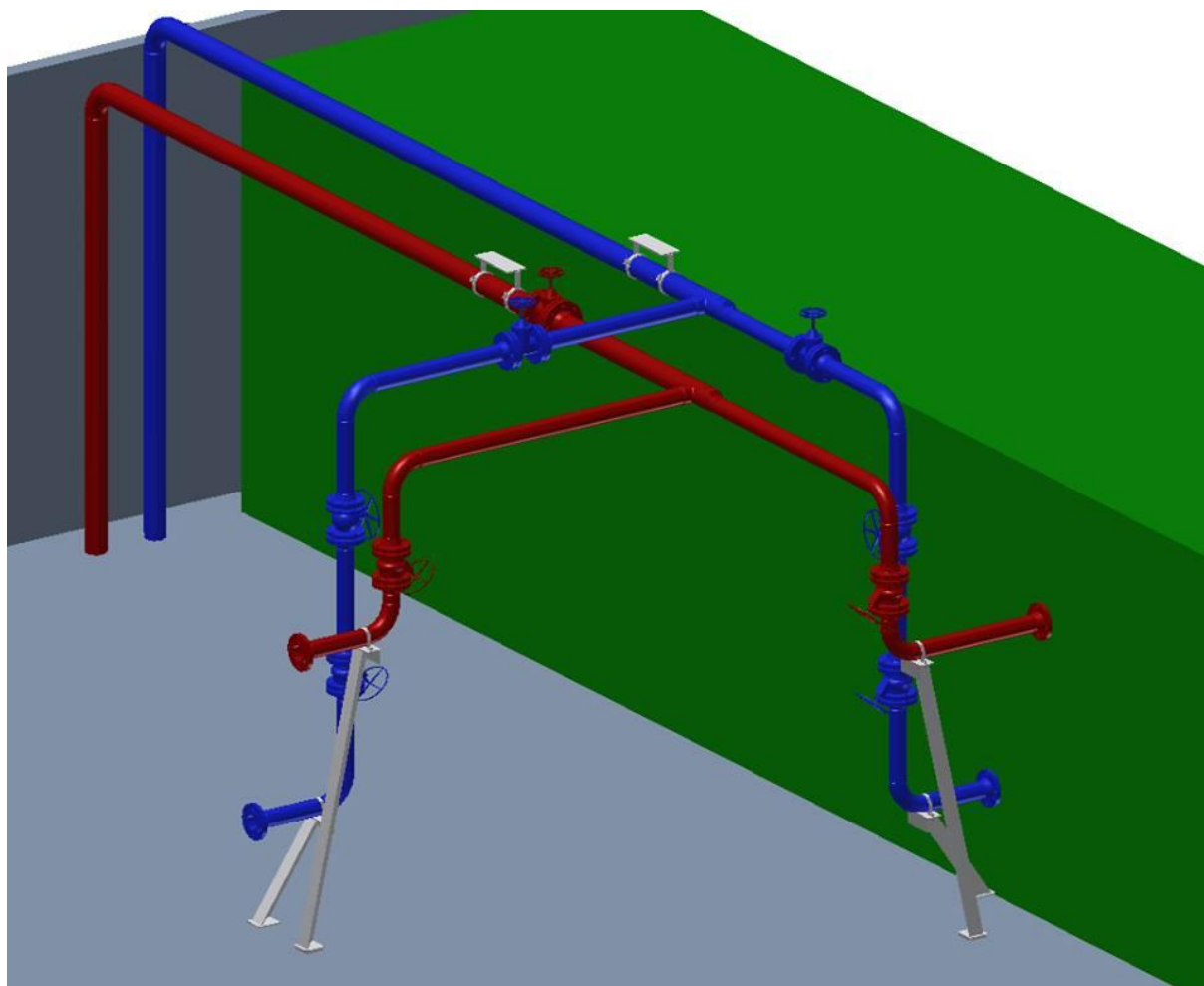




HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

# Sjøvannskjøling på Air Handling Units Living Quarter Gina Krog plattformen



Bacheloroppgave utført ved  
Høgskolen Stord/Haugesund – avd. Haugesund

---

Studieretning: Maskin, Marin konstruksjon

Av: Jørgen Arneson Johnsen  
Steinar Sørvik Stavland

Kandidat nr. 3  
Kandidat nr. 13

---

Haugesund

Våren 2014

# Hovedoppgave

**Studenten(e)s navn:** Johnsen Jørgen Arneson  
Stavland Steinar Sørvik

---

**Linje & studie retning** Maskin, Marin konstruksjon

**Oppgavens tittel:** Sjøvannskjøling på Air Handling Units Living Quarter Gina Krog plattformen.

## Oppgavetekst:

I denne oppgaven skal studentene konstruere, kalkulere og dimensjonere ett komplett rørsystem som skal brukes til å kjøle ned to store ventilasjonsanlegg plassert i Gina Krog boligmodulen. I rørsystemet vil fluidet være sjøvann. Ventilasjonsanlegget sin funksjon er å forsyne avkjølt luft til boligmodulen om sommeren og forvarme luften om vinteren. I denne oppgaven skal studentene tilrettelegge en mest hensiktmessig trasè å legge rørene i boligmodulen frem til Air Handling Units, Samt sette opp i detalj hvor mye rør og rørbend i ulike dimensjoner som skal brukes. Studentene skal bestemme materialvalg og se på vedlikeholdsutfordringer. Beregninger av kjølebehov og trykktap i rør er også en del av oppgaven.

**Endelig oppgave gitt:** Fredag 07.Mars 2014

**Innleveringsfrist:** Fredag 9.mai 2014 kl.12.00

**Intern veileder:** Ståle pettersen, HSH

**Ekstern veileder:** Fredrik Ugland Litleskare, Apply Leirvik

**Godkjent av  
studieansvarlig:**

**Dato:**

Bert Fulbe  
23/4 - 14

## Forord

Denne oppgaven er skrevet som en avsluttende del av en 3-årig bachelorstudium innen marin konstruksjonsteknikk, maskiningeniør ved høgsolen Stord/Haugesund. Oppgaven tilsvarer 15 studiepoeng og går over ett semester. Oppgaven ble utført i samarbeid med Apply Leirvik.

Bakgrunnen for valget av denne oppgaven var at gjennom studiet har vi hatt størst interesse for design og konstruksjon ved bruk av data-assisterte konstruksjonsprogrammer. Oppgaven gitt av Apply Leirvik gir oss muligheten til nettopp dette. Ved arbeid med denne oppgaven har vi tilegnet oss gode erfaringer med bruk av standarder, spesifikasjoner og krav fra kunder som vi kan ta med oss videre ut i arbeidslivet.

Vi har fått brukt mye av kunnskapen vi har tilegnet oss gjennom studiet, blant annet statikk og fasthetslære, termodynamikk og strømningslære. Spesielt har vi brukt mye Autodesk Inventor og Autocad Mechanical.

Vi vil rette en stor takk til Fredrik Ugland Litleskare for å ta seg tid i en travel hverdag, til å hjelpe oss med spørsmål og problemstillinger ved den tekniske delen av oppgaven. Vi vil i tillegg takke Ståle Bright Pettersen for god veiledning og gode råd ved rapportskrivning.

## Innholdsfortegnelse

Forord.....	3
Figuliste .....	6
Tabelloversikt .....	6
Ordliste:.....	7
Ordbok.....	8
Sammendrag.....	9
Innledning.....	10
Om Apply Leirvik .....	10
Bakgrunn for oppgaven.....	10
Formål .....	10
Gina Krog feltet.....	11
Boligmodulen.....	11
Design.....	12
Design premisser .....	12
Tegninger.....	12
P&ID .....	12
Plot plan.....	12
Isometriske tegninger .....	12
Sammenføyninger.....	12
Rørtrasè .....	13
Løsninger .....	13
Trykktap.....	15
Rørsupport.....	19
HVAC .....	27
AHU .....	27
Varmeveksling .....	27
Kjølebehov.....	28
Temperaturoendring varmeveksler .....	29
Kondens og drenering.....	30
Komponenter .....	31

Valg av rør og rørdeler .....	31
Rør.....	31
Rørbend.....	32
Flenser.....	32
Forgrener.....	33
Reduser / Diffusor.....	33
Pakninger.....	33
Ventiler.....	34
Sluseventil.....	34
Kuleventilene.....	35
Seteventil.....	35
Materialvalg.....	36
Kriterier for materialvalg.....	36
Valg av materiale .....	36
Titan .....	36
Duplex .....	36
Vedlikeholdsutfordringer .....	37
Marin begroing .....	37
Kavitasjon .....	37
Utmatting .....	37
Korrosjon .....	38
Konklusjon.....	39
Referanser .....	40
Vedlegg.....	42

## Figuliste

Figur 1 Første løsning.....	13
Figur 2 Andre løsning.....	14
Figur 3 Valgt løsning.....	14
Figur 4 Rørstøtter.....	20
Figur 5 Krefter.....	25
Figur 6 Nedbøying.....	26
Figur 7 Momenter.....	26
Figur 8 cooling coils.....	28
Figur 9 Bend.....	32
Figur 10 Flenser.....	32
Figur 11 Reducing Outlet Tee.....	33
Figur 12 Eccentric Reducer.....	33
Figur 13 Pakninger.....	33
Figur 14 Sluseventil.....	34
Figur 15 Kuleventil.....	35
Figur 16 Seteventil.....	35

## Tabelloversikt

Tabell 1 Tilsvarende lengder.....	16
Tabell 2 Node 1 til 2.....	17
Tabell 3 Node 2 til 3.....	17
Tabell 4 Node 3 til 4.....	18
Tabell 5 Node 4 til 5.....	18
Tabell 6 Node 2 til 6.....	18
Tabell 7 Node 6 til 7.....	18
Tabell 8 Node 7 til 5.....	18
Tabell 9 Node 5 til 8.....	18
Tabell 10 Nedbøying for hvert rørspekk.....	21
Tabell 11 Spesifikasjoner for Titan.....	21
Tabell 12 Verdier for utregning.....	22
Tabell 13 Vekt til ventiler.....	26
Tabell 14 Verdier fra vedlegg [J].....	28
Tabell 15 Antall rørlengder.....	31
Tabell 16 Flenser.....	32

## Ordliste:

### **AHU - Air Handling Units**

Et stort ventilasjonsanlegg som varmer eller kjøler luften for så å sirkulere luften. En AHU er vanligvis en stor metallboks som inneholder en vifte, et varme eller kjøle-anlegg, filter og ventiler.

### **HVAC - Heating Ventilation And Air Conditioning**

Et styresystem som regulerer lufttemperaturen i bygninger eller strukturer. Et HVAC anlegg består vanligvis av AHU, luft kanaler, temperatur sensorer, filter og ventiler.

### **LQ-Living Quarters**

Et sted der arbeidere på plattformen kan oppbevare seg når de ikke er i arbeid. Her er det lugarer, kiosk, kino, treningsrom, vaskerom, kontorer og et helikopterdekk på taket.

### **P&ID - Piping and Instrumentation Diagram**

Et P&ID diagram viser sammenkoblingen av prosessutstyr og instrumentering, som brukes for å styre prosessen.

### **ISO – Isometric**

En form for tredimensjonal fremvisning hvor alle hovedplanene er tegnet parallelt med tilsvarende akser.

### **Monorail – Enskinnebane**

En skinne festet i taket som brukes til løfte og flytte på legemer.

### **Eccentric Reducer**

Innsnevret eksentrisk del som sveises på røret for å redusere den indre diameteren.

### **Flanged Raised (FR)**

Overflaten på flensen er glatt, og det er ingen spor til forseglinger.

### **Y-Pattern**

En bøy på ventil handtaket slik at den er lettere å manøvrere.

### **Bunnfast plattform**

En plattform som står støtt på bunnen av sjøen.

### **Oppgjekkbar borerigg**

En borerigg som senker bena og gjekker opp kroppen slik at den står støtt på bunnen når den

borer.

**Bleed Plug**

Plugg som blør luft ut av systemet og samtidig hindrer at vann kommer ut.

**Level 1**

Det nederste etasjen i plattformen.

**Forgrener**

En komponent som splitter røret til to forskjellige rør linjer.

**Barg**

Måleenhet i trykk i forhold til nåværende atmosfærisk trykk.

**Biosider**

Tilsetnings stoff for å unngå marin bergroing

**Ordbok**

Bend	Rørbøy
Offshore	Ut på havet
Pipe	Rør
Tie in	Tilknytningspunkt
4"	4 tommer
3"	3 tommer
PS	Pipe support / Rørstøtte
SS 316L	Rustfritt stål
PPM	Deler per million



## Sammendrag

Denne oppgaven tar for seg design og konstruksjon av rørtrasèen som leder kjølevannet til HVAC anlegget på Gina Krog plattformen. Det er dette systemet som kjøler ned eller forvarmer luften som går til boligmodulen og bruksområdet.

Opp-pumping av sjøvannet tar vi ikke hensyn til. Det er selve transporten av vannet fra tie-in til AHU's og tilbake vi konsentrerer oss om. Vi har valgt de komponentene som vi trenger til denne trasèen, og hvilken størrelse de er. Rørtrasèen må støttes opp av rørstøtter, vi har brukt en standard og to egen designet.

Etter en del diskusjon internt, kom vi frem til en egnet løsning som passet problemet. Løsningen går ut på å fører rørene sammen så lenge som mulig, før de deles og går til AHU's. Vi har designet en rørtrasè og rørstøtter som vi har laget ISO og maskinerings tegninger til. Vi har også bestemt hvor ventilene skal være, og skrevet om hvorfor de plasseres slik.

Plattformen opererer i et kalt og korrosivt miljø, med både varmt og kaldt sjøvann. Dette stiller krav til materialvalg. Vi måtte velge et material som kunne tåle de fysiske kreftene som oppsto, hadde lang levetid og var lett.

De største utfordringene har vært å gjøre forskjellige trykktap og styrke-beregninger, og lage ISO tegninger.

Vi har valgt og bruke Autocad Mechanical, og Autodesk Inventor til å designe rørtrasèen med.

Med denne rapporten viser vi et forslag til en løsning, som kan hjelpe til med å unngå store vedlikeholdsutfordringer i fremtiden.

## Innledning

### Om Apply Leirvik

Apply Leirvik, tidligere Leirvik sveis er en ledende leverandør av boligmoduler for offshore plattformer. Apply leirvik var frem til 1974 et skipsbyggeri, men etter den tid har Apply Leirvik opparbeidet seg et rykte for å være kompromissløs i forhold til kvaliteten på deres produkter. De har lang erfaring i prosjektering av aluminium og stålkonstruksjoner, og har trolig levert flere boligmoduler til Nordsjøen enn alle deres konkurrenter tilsammen.

I dag har Apply Leirvik omtrent 275 ansatte som er stasjonert på Stord. Innendørs har de sin egen engineering, anskaffelse, konstruksjon og prosjektledelse, alt som trengs for å fullføre et living quarter prosjekt. Ingeniør, anskaffelse og prosjektledelse avdelingen består av 90 personer. I konstruksjonsavdelingen har de 150 personer som kan jobbe med både aluminium og stålkonstruksjoner [1].

### Bakgrunn for oppgaven

God ventilasjon er en viktig faktor for ett bra arbeidsmiljø på en plattform. Det rapporteres stadig om for dårlig ventilasjon på eldre plattformer. Ventilasjonssystemene blir utslitt, og virkningsgraden minker med årene. Dette kommer som følge av for dårlig design i utbyggingsfasen, og fordi ny utvinningsteknologi gir forlenget levetid av plattformene. På den nye plattformen Gina Krog skal ventilasjonssystemet være av topp kvalitet, og blir designet slik at det opprettholder en antatt levetid på 30 år.

### Formål

Ventilasjonsanlegget på Gina Krog plattformen bruker sjøvann til å kjøle ned luften om sommeren, og forvarme luften om vinteren. Vår oppgave går ut på å designe og konstruere rørtrasèen som fører sjøvannet til og fra AHU's. Videre skal materialvalg bestemmes og komponenter velges. Det blir sett nærmere på vedlikeholdsutfordringer, rørstøtter og beregninger på trykktap og kjølebehov.

### **Gina Krog feltet**

Gina Krog (tidligere «Dagny») er et petroleumsfelt som er lokalisert vest i Nordsjøen. Det ligger nord for Sleipner og ca 250 km vest for Stavanger [2]. Plan for utbygging av Gina Krog feltet ble godkjent i 2013, men feltet ble allerede oppdaget i 1974. Feltet ble da sett på som for lite. På 70 tallet var det kun de store petroleumsfeltene som ble satt i produksjon. Dagny som feltet het på den tiden, var et «pinglefelt» i forhold til andre funn [3]. I 2007 ble det oppdaget olje og gass i nabostrukturen Gina Krog Øst, området ble da vurdert på nytt, og det ble funnet betydelige mengder olje og gass. Planen for utbyggingen av feltet er å bygge en bunnfast plattform. Boring av brønnene skjer med en oppgjekkbar borerigg. Oljen skal transporteres med lagerskip, og gassen skal føres i rør via det allerede eksisterende Sleipnerfeltet [4].

### **Boligmodulen**

Boligmodulen vil bestå av 6 etasjer og ha et areal på  $3600m^2$ . Modulen vil ha 70 enkeltlugarer, kontor, bytterom, sentralt kontrollrom, helikopterdekk og andre fasiliteter. Ifølge Apply Leirvik vil det være et offshore hotell, med god komfort og høy kvalitet [5].

## Design

### Design premisser

Rørkonstruksjonen skal være i henhold til kundens tanker og krav "C132-ST-A-FD-00003\_01(03) F&D Requirements LQ" , Rørene skal legges slik at krav til minimumshøyde, inspeksjon, vedlikehold og sammenstilling/demontering opprettholdes [A].

## Tegninger

### P&ID

Et P&ID diagram viser sammenkoblingen av prosessutstyr og instrumentering, som brukes for å styre prosessen. Et standard sett av symboler blir anvendt for å vise tegninger av prosesser. Instrument symbolene som benyttes i tegningene er generelt basert på International Society of Automation [6].

### Plot plan

En plot plan er en arkitekt tegning som viser alle de viktigste funksjoner og strukturer på plattformen. Plot planen vil inkludere plasseringen av viktige komponenter med forskjellige mål og avstander, utfra en definert skala. Fra plot planen er de forskjellige avstandene beregnet, og brukt til design av de isometriske tegningene [7].

Vedlegg [B] er plot plan av level 1 i plattformen, som viser HVAC rommet.

### Isometriske tegninger

Isometriske tegninger er en form for tredimensjonal fremvisning, hvor alle hovedplanene er tegnet parallelt med tilsvarende akser. Alle vertikale linjer tegnes vertikalt, og alle horisontale linjer tegnes med en 30 graders vinkel i forhold til horisontalen [8].

På de isometriske tegningene er rørtrasen som går fra tie – in til AHU fremstilt med ventiler, flenser, rørbend og innfestningspunkt. Tegningene skal brukes som arbeidsbeskrivelse for fabrikkasjon og installasjon.

### Sammenføyninger

Rørtrasèen vil bli sammenføyd ved Apply Leirvik på Stord. Det vil bli brukt en sveisemetode kalt TIG( Tungsten Inert Gas). Ved TIG sveising blir det brukt en wolframelektrode som ikke smelter, men gir en stabil lysbue med argon som dekkgass. Elektroden har en svært høy smeltetemperatur, og fungerer derfor ikke som fyllmiddel. Fyllmiddelet må tilsettes manuelt ved å mate inn en tynn titantråd i smeltebadet [9].

Utregnet sveise lengde:

På 4" rørene er det 38 punkter som skal sveises. 18 på supply og 20 på retur løpet.

$$Sveis = Omkreds \times Antall[m]$$

$$Sveis = \pi \times 0,1143m \times 38 = 13,64m$$

På 3" rørene er der 40 punkter som skal sveises. 24 på supply og 16 på retur løpet.

$$Sveis = \pi \times 0,0889m \times 40 = 11,17m$$

Totalt skal 24,82 meter med sveis legges.

Det skal sveises mellom alle komponenter i trasèen, unntatt mellom flenser og ventilerer.

Sveisesømmene må være lengre enn 50mm fra hverandre [10]. Andre sveisespesifikasjoner er oppgitt i vedlegg [C]. Der vises Apply Leirvik's egen prosedyre.

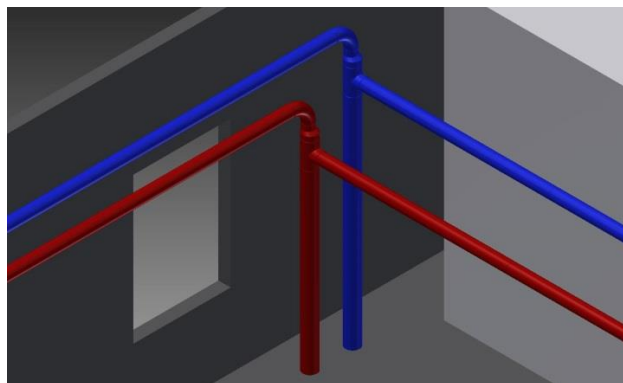
## Rørtrasè

Ved design av rørtrasèen ble det lagt vekt på å utnytte tilgjengelig plass på en best mulig måte. På en plattform er det svært liten plass, designet må da være svært godt gjennomtenkt og optimalisert. Et viktig stikkord er nøyaktighet. Dersom designet ikke er gjennomtenkt til minste detalj, kan det føre til komplikasjoner under installasjonen. Det kan være svært uheldig, og kan føre til store ekstrakostnader. Det ble laget 3 mulige design av rørtrasèen, hvor den beste ble valgt.

## Løsninger

### 1

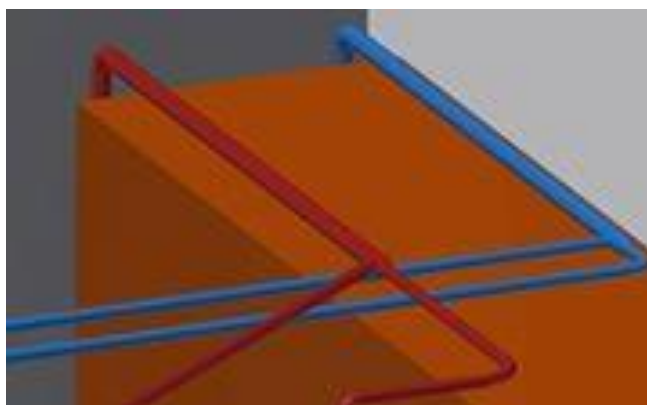
Alternativ nr. 1 var å føre rørene opp langs vest-veggen. Da ville rørene komme opp ved siden av vinduet. Deretter ville rørene deles i forgreneren. Rørene ut fra forgreneren skulle gått direkte bort og inn i AHU1. De andre rørene går opp og over vinduet, og deretter bort til AHU2. Denne løsningen ble ikke valgt, siden det ville blitt en for kompleks rørtrasè med for mange og unødvendige rørbend. Rørtrasèen hadde kommet i veien for skapdører på AHU's. For stort trykktap kunne blitt et problem på grunn av antall rørbend.



Figur 1 Første løsning

2

Alternativ nr. 2 var at rørene skulle komme opp bak AHU1 og så over den. Deretter skulle rørene dele seg og gå til hver sin AHU og tilbake. Denne løsningen gjemte rørene over AHU1 og det ble mer tilgjengelig plass i HVAC rommet. Ved denne løsningen hadde rørene kommet i veien for ventilasjonen som ligger over AHUene. Rørene ville blitt ført opp på ett punkt som var lenger nord i forhold til Tie-in. Det hadde blitt nødvendig med ekstra rørbend på undersiden av HVAC rommet.

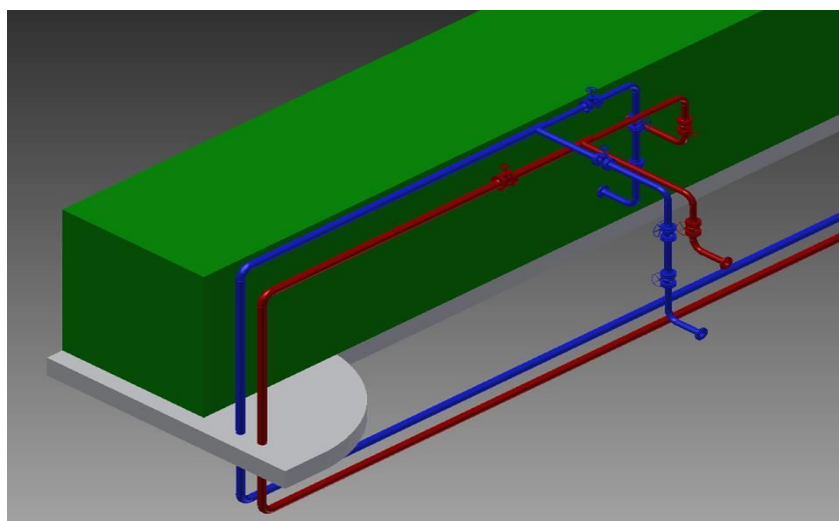


Figur 2 Andre løsning

**3 Valgt løsning**

Rørene skal komme opp på siden av AHU1, og det ene røret skal være litt høyere enn det andre. Røret ut fra forgreneren legges over retur røret, og går så til AHU2. Ved denne løsningen blir det tatt i bruk minst mulig komponenter. Det er lett å komme til ved montering eller utskifting av ventilene. Rørtrasèen er ikke i veien for skapdører på AHU's, og ventiler som skal styres manuelt er lett tilgjengelige.

Det er laget ISO tegninger som viser mer detaljert hvordan rørtrasèen går, og hvor rørstøttene skal være [D,E,F,G]. Det er også lagt ved tegninger som viser rørtrasèen under level 1 [H,I].



Figur 3 Valgt løsning

### Trykktap

Det må utføres trykktapsberegninger for å sjekke om varmeveksleren får tilstrekkelig mengde kjølevann.

### Trykktapsberegninger

Følgende antas om fluidet:

- Tettheten til sjøvannet er  $1000 \text{ kg/m}^3$
- Volumstrømmen deles nøyaktig i to ved forgreneren.
- Forandring på tettheten i henhold til temperatur er neglisjerbart.

Tilførselstrykk levert fra pumpen er 3-5 barg

Returtrykket bør ikke være mindre enn 2 barg ved tie-in [J].

Alle trykktapsberegninger gjøres ved hjelp av Hazel-Williams ligningen [11].

$$P_1 = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times Q^{1,85} \times L$$

Der

$P_1$  = Trykkfall i bar

$Q$  = Strømningshastighet  $l/min$

$d$  = Gjennomsnittlig innvendig diameter i mm

$C$  = Rørmaterial konstant

$L$  = Tilsvarende lengde på rør og rørdeler i

Denne ligningen ble brukt fordi den bare er gyldig for vann, og konstanten C er ikke en funksjon av reynolds-tallet. Hazen-Williams ligningen tar ikke hensyn til temperaturen og viskositeten til vannet. Denne ligningen brukes også av Apply Leirvik i deres beregninger. Det hadde også vært mulig å brukt Bernoullis-ligning til å regne ut trykktap. Men siden en da måtte tatt hensyn til temperatur, viskositet og reynolds tallet, ble det valgt enn enklere metode.

Trykktap gjennom ventiler og koblinger skal beregnes ved hjelp av en tilsvarende rørlengde i henhold til tabell 1. Det skal legges til lengden på røret før Hazel-Williams ligningen brukes [12].

Beskrivelse	Tilsvarende lengde [m]	
	Nominell diameter	
Diameter	80(3")	100(4")
Sveiset bend 90°	2,1	3
Kuleventil	0,3	0,3
Sluseventil	0,3	0,6
Forgrener, Gren av 90°	4,6	6,1

Tabell 1 Tilsvarende lengder

For de tilsvarende lengdene i tabell 1 skal Hazel-Williams konstanten C150(Titan) være 1,51 [13,14]. Siden det regnes i både 3" og 4" rør tykkelse må konstanten C multipliseres med en faktor utledet fra følgende formel:

$$\text{Faktor} = \left( \frac{\text{Faktisk innvendig diameter}}{40 \text{ stålrør innvendig diameter}} \right)^{4,87} = 1,316$$

Tilsvarende lengde for seteventiler var ikke tilgjengelig, derfor ble trykkfallet i seteventilene beregnet for hand med følgende formel [15]:

$$\Delta P = \zeta \times \rho \times \frac{v^2}{2}$$

Der

$\Delta P$ =Trykktap

$\zeta$ =Zeta verdien for helt åpne seteventiler. ( $\zeta = 3$ )

[16]

$\rho$ =Tetthet til sjøvann.  $\left( 1000 \frac{kg}{m^3} \right)$

$v$ =Strømningshastighet på fluidet.  $(1,35 \frac{m}{s})$

$$\Delta P = 3 \times 1000 \frac{kg}{m^3} \times \frac{(1,35 \frac{m}{s})^2}{2} \approx 0,03 \text{ bar}$$

Strømningshastigheten beregnes med kontinuitet ligningen[17]:

$$v = \frac{Q}{A} [\frac{m}{s}]$$

Der

$Q$ =Volumstrøm.  $\left[ \frac{m^3}{s} \right] \left( 14,5 \frac{l}{s} = 870 \frac{l}{min} \right)$

$A$ =Innvendig tverrsnittsareal av røret.  $[m^2]$

Der vi bruker rørets indre diameter.  $d = 0,1082m$



$$v = \frac{0,0145 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi \times 0,1082\text{m}^2}{4}} = 1,58 \text{ m/s}$$

I Vedlegg [K] er en P&ID tegning med numeriske noder slik at avstanden som beregnes enkelt kan sees.

Node 1 til 2.

Bruk av Hazel-Williams ligningen:

$$P_1 = \frac{6,05 \times 10^5}{150^{1,85} \times 108,2\text{mm}^{4,87}} \times 870 \text{ l/min}^{1,85} \times (40,64\text{m} + ((1 \times 1,2 + 3 \times 3) \times 1,51 \times 1,316)\text{m})$$

$$P_1 = 0,12 \text{ barg}$$

Her blir L utregnet med å ta den totale rørlengden og addere med den tilsvarende lengden til bend. Ventilene multiplisert med antall, konstanten C og faktoren F.

Totale rørlengden finnes ved å addere opp rørlengdene og bendene.

Indre diam. mm	Volum strøm L/min	Elevasjon Differanse m	Rør Lengde m	Tilsvarende Lengde m	Inngangs Trykk barg	Utløps Trykk barg	Trykk Fall barg	Strømnings hastighet m/s
108,2	870	3,82	40,64	20,27	5,10	4,61	0,12	1,58

Tabell 2 Node 1 til 2

Node 2 til 3

Strømningshastighet etter den deles i forgreneren:

$$\frac{Q_1}{2} = Q_2$$

$$\frac{A_1 \times v_1}{2} = A_2 \times v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1 \times v_1}{A_2 \times 2}$$

$$v_2 = \frac{\frac{\pi \times (0,1082\text{m})^2}{4} \times 1,58 \text{ m/s}}{\frac{\pi \times (0,0828\text{m})^2}{4} \times 2}$$

$$v_2 = 1,35 \text{ m/s}$$

Indre diam. mm	Strøm L/min	Elevasjon Differanse m	Rør Lengde m	Tilsvarende Lengde m	Inngangs Trykk barg	Utløps Trykk barg	Trykk Fall barg	Strømnings hastighet m/s
82,8	435	-1,92	3,96	9,54	4,61	4,74	0,06	1,35

Tabell 3 Node 2 til 3

Node 3 til 4

Trykktapet i cooling coils fikk vi oppgitt [J].

	Volumstrøm	Trykktap	Innstrøms temperatur	Utstrøms Temperatur	$\Delta T$
AHU 1	$7,25 \text{ l/s} \left( 26,1 \text{ m}^3/\text{h} \right)$	<b>267,64 KPa</b>	<b>11,00°C</b>	<b>14,50°C</b>	<b>3,5°C</b>

Tabell 4 Node 3 til 4

Node 4 til 5

Indre diam. mm	Volum strøm L/min	Elevasjon Differanse m	Rør Lengde m	Tilsvarende Lengde m	Inngangs Trykk barg	Utløps Trykk barg	Trykk Fall barg	Strømnings hastighet m/s
82,8	435	0,80	3,24	8,35	1,97	<b>1,83</b>	<b>0,05</b>	<b>1,35</b>

Tabell 5 Node 4 til 5

Node 2 til 6

Indre diam. mm	Volum strøm L/min	Elevasjon Differanse m	Rør Lengde m	Tilsvarende Lengde m	Inngangs Trykk barg	Utløps Trykk barg	Trykk Fall barg	Strømnings hastighet m/s
82,8	435	-1,92	4,85	18,68	4,61	<b>4,72</b>	<b>0,08</b>	<b>1,35</b>

Tabell 6 Node 2 til 6

Node 6 til 7

	Volumstrøm	Trykktap	Innstrøms temperatur	Utstrøms Temperatur	$\Delta T$
AHU 2	$7,25 \text{ l/s} \left( 26,1 \text{ m}^3/\text{h} \right)$	<b>267,64 KPa</b>	<b>11,00°C</b>	<b>14,50°C</b>	<b>3,5°C</b>

Tabell 7 Node 6 til 7

Node 7 til 5

Indre diam. mm	Volum strøm L/min	Elevasjon Differanse m	Rør Lengde m	Tilsvarende Lengde m	Inngangs Trykk barg	Utløps Trykk barg	Trykk Fall barg	Strømnings hastighet m/s
82,8	435	0,80	3,02	17,49	1,95	<b>1,80</b>	<b>0,07</b>	<b>1,35</b>

Tabell 8 Node 7 til 5

Node 5 til 8

Indre diam. mm	Volum strøm L/min	Elevasjon Differanse m	Rør Lengde m	Tilsvarende Lengde m	Inngangs Trykk barg	Utløps Trykk barg	Trykk Fall barg	Strømnings hastighet m/s
108,2	870	-3,70	40,28	12,52	1,83	<b>2,09</b>	<b>0,10</b>	<b>1,58</b>

Tabell 9 Node 5 til 8

Den oppgitte inngangstrykket er satt til å være 3 til 5 barg, og utløpstrykket ved tie-in er satt til å ikke være mindre enn 2,0 barg. Beregningene viser at inngangstrykket må minst være 5,1 barg for å sikre 2,0 barg ved retur tie-in.

Ved beregning med 5,1 barg inngangstrykk, viser beregningene at retur trykket er på sitt laveste mellom node 7 og 5, med 1,80 barg. Trykket ved retur tie-in er 2,09 barg som opprettholder kravet på ikke mindre enn 2 barg.

### **Rørsupport**

Rørsupport er et konstruert element som overfører lasten fra rørene til bærende konstruksjoner. Lasten omfatter vekten av rørene, innholdet i rørene og alle komponenter festet til rørene. Rørsupportens viktigste funksjon er å forankre, veilede, absorbere støt og støtte en bestemt belastning.

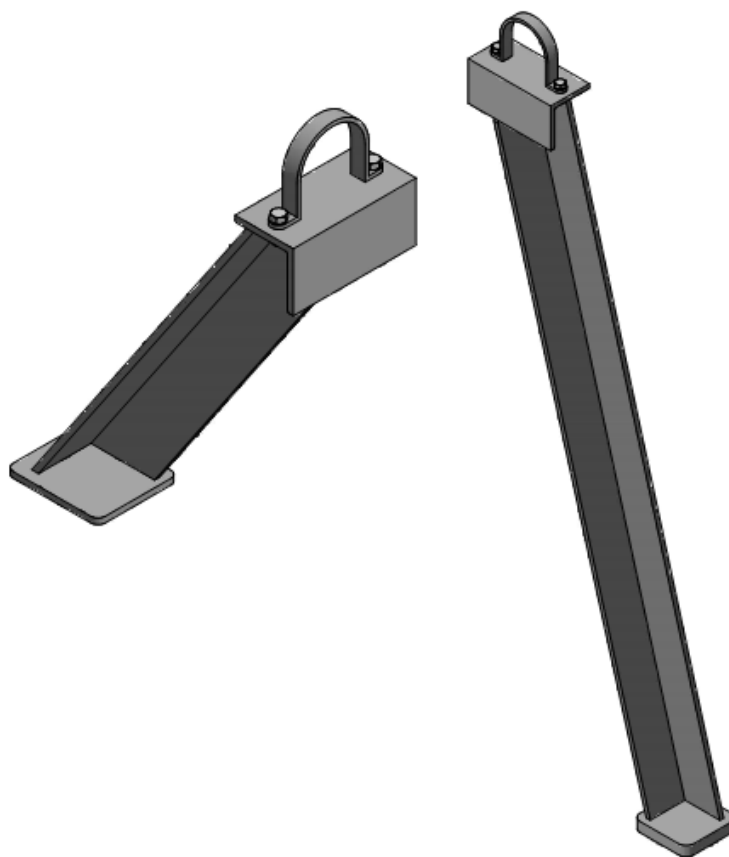
### **Krav til rørtøtter**

- Rørstøttenes materiale skal være SS 316 L eller CS.
- Rørstøtter skal plasseres nærmest mulig tunge ventiler og vertikale rørlengder.
- Ventiler skal kunne fjernes for vedlikehold uten at det trengs ekstra midlertidige rørstøtter.
- Rørstøtter skal ikke være i veien for vedlikeholdsoppgaver.

## Valg av rørstøtte

Rørstøttene brukt i denne rørtrasèen er av tre forskjellige design. En standard rørstøtte «clamped shoe» som festes i taket, [L][18] og to egendesignet som står på gulvet [M,N,O]. Alle rørstøttene skal lages av SS 316 L med en pakning som ligger mellom røret og støttene [P]. Pakningen ligger mellom for å unngå galvanisk korrosjon mellom de to forskjellige metallene.

Rørstøttene er montert slik at flest sveisesømmer ikke henger i spenn, og slik at støttene tar opp kraften jevnest mulig [Q,R,S,T].



Figur 4 Rørstøtter

## Beregninger av rørstøtter

Restriksjoner:

- Det er kun sett på krefter som virker i vertikal retning.
- Tyngden av ventilene er en standard vekt.
- PS 01 til PS 10 og PS 17 til PS 26 er det gjort handberginger på.
- PS 11 til PS 16 er satt inn i SAP2000.
- Rørene blir sett på som bjelker.
- Krefter på rørbend er ikke med i beregningene.

I TR2320 er det gitt at maksimal nedbøyning over ett fritt rørs penn mellom rørstøtter ikke skal overstige 7mm[U,V]. Fra PS 01 - PS 10 og PS 19 – PS 28 er det gjort handberegninger. Det er brukt nedbøyingsformler for fast innspente bjelker med fordelt last. Fra forgreneren til AHU's er konstruksjonen satt inn i sap2000, påført med egenvekt, vekt av vann og punktlast fra ventiler.

Rørstøtter	Fritt rørs penn(mm)	Fordelt last(N/mm)	Konsentret last(N)	Nedbøyning (mm)
PS 1 - PS 2	3445	137000	0	1.450
PS 2 - PS 3	3445	137000	0	1.450
PS 3 - PS 4	2935	137000	0	0.764
PS 4 - PS 5	4005	137000	0	2.649
PS 5 - PS 6	3045	137000	0	0.885
PS 6 - PS 7	5000	137000	0	6.435
PS 7 - PS 8	4670	137000	0	4.897
PS 8 - PS 9	3121	137000	522,655	0.979
PS 9 - PS 10	2349	137000	0	0.313
PS 19 - PS 20	4600	137000	158	4.610
PS 20 - PS 21	3782	137000	506	2.107
PS 21 - PS 22	4670	137000	0	4.897
PS 22 - PS 23	4715	137000	0	5.089
PS 23 - PS 24	3045	137000	0	0.885
PS 24 - PS 25	4005	137000	0	2.649
PS 25 - PS 26	2935	137000	0	0.764
PS 26 - PS 27	3445	137000	0	1.450
PS 27- PS 28	3445	137000	0	1.450

Tabell 10 Nedbøyning for hvert rørs penn

Tekniske spesifikasjoner for Titan som er brukt i beregninger og for å definere materiale i Sap2000 [19,20]:

Bruddstyrke	344MPa
Bruddstyrke avkastning	275 – 410 MPa
Elastisitetsmodul	105 GPa
Poisson's Ratio	0,37(Konstant ingen betegninga på den)
Minimum strekk fy	275 MPa
Minimum strekk fu	345 MPa

Tabell 11 Spesifikasjoner for Titan

For å regne ut lengste tillatte rørspenn mellom rørstøttene er det brukt formelen for maksimal nedbøyning for fast innspenne bjelker.

$$y_{maks} = \frac{5 \times w \times l^4 \times 8 \times w_c \times l^3}{384 \times E \times I_x}$$

[21]

Der:

$l$ : Fritt rørspenn mellom rørstøtter

$y_{maks}$  : maksimal nedbøyning

$w$ : fordelt last i N/m

$w_c$ : Konsentrert last i N

$E$ : Elastisitetsmodul

$I_x$ : Annet arealmoment

$D$ : Ytre diameter

$d$ : Indre diameter

Verdier brukt til utregning:

	3"	4"
D - Ytre diameter	88,9mm	114,3 mm
d - Indre diameter	82,8mm	108,2 mm
Vekt	3,7 <sup>kg</sup> /m	4,78 <sup>kg</sup> /m
E - Elastisitetsmodul	105 GPa	105 Gpa

Tabell 12 Verdier for utregning

Annet arealmoment [22]:

$$I_x = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$$

4" rør :

$$I_x = \frac{\pi}{64} (0,1143^4 m - 0,1082^4 m)$$

$$\underline{I_x = 1,650388 \times 10^{-6} \text{ m}^4}$$

3" rør:

$$I_x = \frac{\pi}{64} (0,0889^4 \text{ m} - 0,0828^4 \text{ m})$$

$$\underline{I_x = 7,58801 \times 10^{-7} \text{ m}^4}$$

**Vekt av 4" rør:**

Egenvekt 4"rør :  $4,78 \text{ kg/m}$

Gjør om til N/m →

$$w_r = 4,78 \text{ kg/m} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$w_r = 46,9 \text{ N/m}$$

Vekt av vann i 4" rør [23]:

$$w_v = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \rho \times g$$

Der:

$\rho$ : Tetthet til sjøvann  $1000 \text{ kg/m}^3$

d: Indre rørdiameter

g: Tyngdeakselerasjonen

$$w_v = \frac{\pi}{4} \times (0,1143 \text{ m} - 2 \times 0,00305 \text{ m})^2 \times 9810 \text{ N/m}^3$$

$$w_v = 90,2 \text{ N/m}$$

Totalvekt :

$$w = 90,2 \text{ N/m} + 46,8 \text{ N/m}$$

$$\underline{w = 137 \text{ N/m}}$$

**Vekt av 3" rør**

Egenvekt 3" rør:  $3,7^{kg}/m$

Gjør om til N/m →

$$w_r : 3,7^{kg}/m \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$w_r = 36,3 \text{ N/m}$$

Vekt av vann 3" rør

$$w_v = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \rho \times g$$

$$w_v = \frac{\pi}{4} \times (0,0889\text{m} - 0,829\text{m})^2 \times 9810 \text{ N/m}^3$$

$$w_v = 52 \text{ N/m}$$

Totalvekt:

$$w = 52 \text{ N/m} + 36,36 \text{ N/m}$$

$$w = 88 \text{ N/m}$$

Omformulerer formelen for maksimal nedbøyning med hensyn på  $l$  og setter  $w_c = 0$ , setter inn verdier og finner lengste tillatte rørspekk.

$$l = \sqrt[4]{\frac{y_{maks} \times 384 \times 384 \times E \times I_x}{5 \times w}}$$

4" rør

$$w_c = 0$$

$$l = \sqrt[4]{\frac{0,007\text{m} \times 384 \times 105\text{Gpa} \times 1,650388 \times 10^{-6}\text{m}^4}{5 \times 137 \text{ N/m}}}$$

$$l = 5,1\text{m}$$

3" rør

$$w_c = 0$$



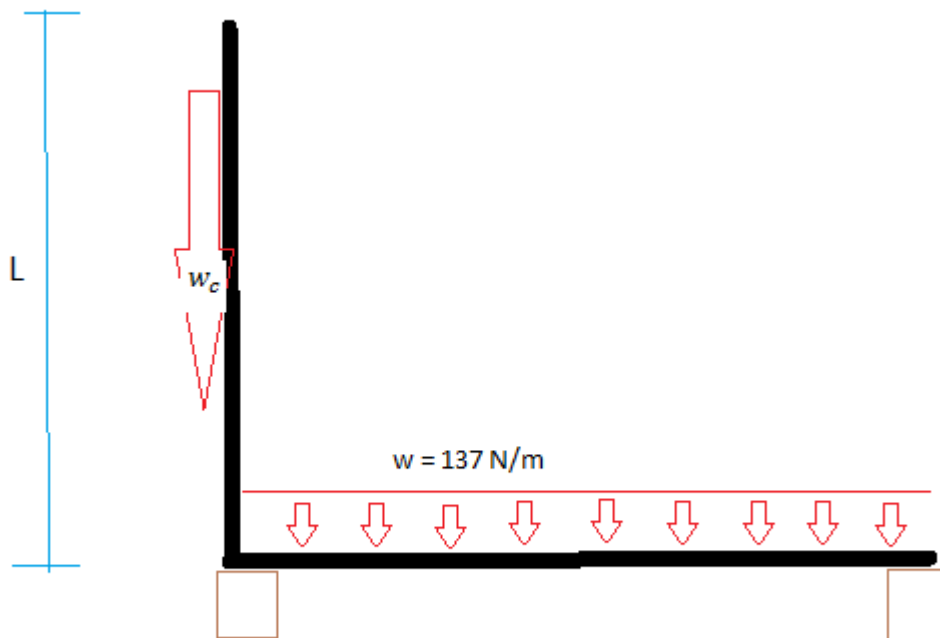
$$l = \sqrt[4]{\frac{0,007m \times 384 \times 105Gpa \times 7,58801 \times 10^{-7}m^4}{5 \cdot 88 \text{ N/m}}}$$

$$l = 4,7m$$

Lengste tillatte rørs spenn er som utregnet 5,1 m for 4" rør og 4,7m for 3" rør. Plassering av rørstøtter er derfor gjort slik at lengdene ikke overstiges.

### Konsentrerte laster

Ventiler og rør som går i vertikal retning blir sett på som konsentrerte laster på rørstøttene.



PS 09/18

Figur 5 Krefter

Rørenes lengde i vertikal retning er 3,815 m for supply, og 3,700m for return. Tyngden av røret og vannet er regnet ut med formelen:

$$w_c = w \cdot l$$

Konsentrert last PS 09:

$$w_c = 137 \text{ N/m} \times 3,815m$$

$$w_c = 522 \text{ N}$$

Konsentrert last PS 18:

$$w_c = 137 \text{ N/m} \times 3,700 \text{ m}$$

$$w_c = 506 \text{ N}$$

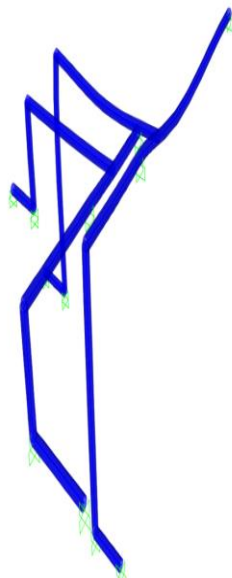
Ettersom vekten av ventilene ikke er kjent, har vi funnet standard vekt for ventilene.

Ventiler	Vekt 3"(N)	Vekt 4"(N)
Seteventil	45 N	
Kuleventil	100 N	
Sluseventil	144 N	158 N

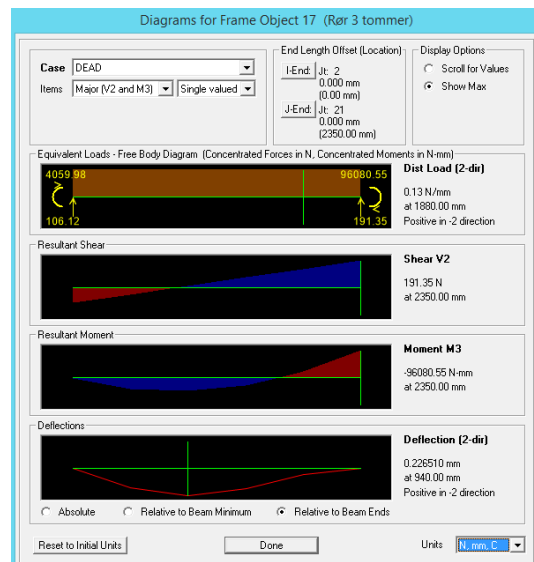
Tabell 13 Vekt til ventiler

Mellom PS 19 og PS 20 er det en 4" sluseventil, en last på 158 N er satt inn i formelen for konsentrert last.

Fra PS 10 – PS 17 er konstruksjonen satt inn i Sap2000. Materialet er spesifisert med verdier fra tabell 11. Konstruksjonen er påført med fordelte krefter fra vann, og konsentrerte laster fra ventiler og rør i vertikal retning. Den største nedbøyninga ifølge Sap2000 er mellom PS 10 og PS 11. Den er på 0.226510mm, som vist i figur 7.



Figur 6 Nedbøyning



Figur 7 Momenter

## HVAC

### AHU

Air handling unit blir brukt til å tilføre og sirkulere luft gjennom bygninger. Generelt sett består et AHU system av en stor isolert metallboks som inneholder en vifte, varme og kjøle element, filter, lyd feller og ventiler. Luft som strømmer gjennom AHU er filtrert, og blir enten oppvarmet eller avkjølt, avhengig av værforhold. Ved oppvarming eller avkjøling blir AHU's koblet opp mot et sentral anlegg. Det kan også være bygd inn ekspansjonskjøleaggregat eller elektriske varmeelement i anlegget [24].

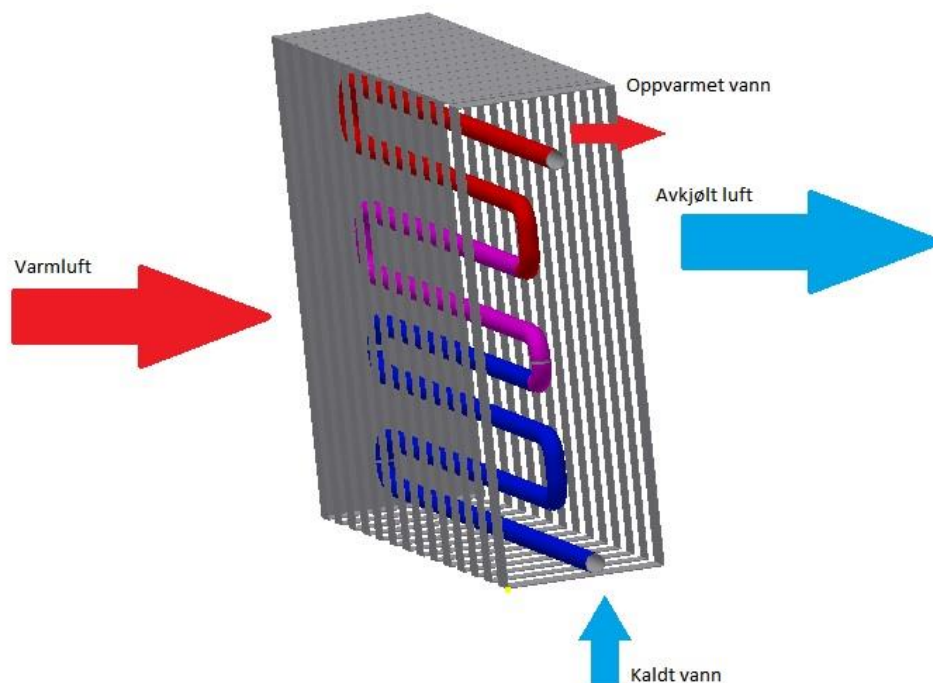
I HVAC rommet på Gina Krog skal det være 2 Air handling Units som skal tilføre luft til boligmodulen. AHU's vil bestå av:

- Inntak seksjon
- Filter seksjon
- Sjøvann kjøle coil
- Elektrisk varme coil
- Sentrifugal forsyningsvifte

### Varmeveksling

Varmevekslingen skjer i to store cooling coils, en i hver AHU. Cooling coilen er lokalisert i senter av AHU og består av titan.

Etttersom sjøvannet som strømmer gjennom AHU blir hentet fra dypt vann, vil temperaturen på vannet være ganske stabil hele året 4 – 7 C ved 50-75m. Derfor kan vannet bli brukt til både kjøling og oppvarming av luften. Ved sommertider vil sjøvannet ta opp varme fra luften som strømmer langs cooling coilen, slik at innløpstemperaturen på sjøvannet vil være lavere enn utløpstemperaturen. Ved vintertider vil vannet være noe varmere enn luften som blir hentet inn til AHU. Derfor vil da sjøvannet avgi varme til luften, og på den måten være med på å forvarme luften som skal videre til boligmodulen [25].



Figur 8 cooling coils

### Kjølebehov

Kjølebehovet til cooling coilen i hver AHU er gitt i vedlegg [J]. Kjølebehovet er satt til å være 104,12 KW ved en luft temperatur på 20°C på innløpssiden og 15°C på utløpssiden. Verdiene fra vedlegg [J] er brukt til å regne ut temperaturendringen på sjøvannet som strømmer gjennom cooling coilen.

	Sea water cooling coil
Kjølebehov	104,12 KW
Varmeoverføringsareal	1,40611 $m^2$
Trykk i rør	3 – 5 bar
Strømningsrate	7,25 $dm^3/S$
Innløpsluft	20 C
Utløpsluft	15 C

Tabell 14 Verdier fra vedlegg [J]

### Temperaturrendring varmeveksler

Innløps temperaturen på sjøvannet er satt til å være 11°C. Energien som blir overført til sjøvannet er 104120 Watt. Formelen som er tatt i bruk er [26]:

$$W = \dot{m}_v C_v \Delta T_v$$

W: Energi som blir overført til kjølevannet → 104120 Watt

$\dot{m}_v$ : masse sjøvann tilført per sekund

$C_v$ : spesifikk varmekapasitet for sjøvann → 4180 J/kgK

$\Delta T_v$ : Temperaturrendring gjennom varmeveksler

Masse sjøvann:

Massen til sjøvannet blir regnet til kg/s ved hjelp av formelen for massestrøm [27]:

$$\rho = \frac{\dot{m}_v}{V}$$

$$\dot{m}_v = V \cdot \rho$$

$\rho$  = Tetthet til vann: 1000 kg/m<sup>3</sup>

V = Strømningsrate: 7,25 dm<sup>3</sup>/s → 7,25 · 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>/s:

$$\dot{m}_v = 7,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\dot{m}_v = 7,25 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Omformulerer formelen med hensyn på  $\Delta T_v$ :

$$\Delta T_v = \frac{W}{\dot{m}_v C_v}$$

$$\Delta T_v = \frac{104120 \text{ W}}{7,25 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 4180 \text{ J/kgK}} = \underline{\underline{3,43 \text{ C}^0}}$$

Temperaturrendringen på sjøvannet vil være på 3,43°C ved en innløps og utløpstemperatur på luft satt til 20°C og 15°C, samt ett kjølebehov på 104 KW

### Kondens og drenering

I cooling coils kan det oppstå kondens dersom luftstrømmen overstiger  $3^m/s$  [28]. Derfor skal cooling coils være utstyrt med en dråpefangere slik at det ikke kommer vann i ventilasjonsanlegget. All kondensat i coils samles nederst i coilen, og gjør at selve luftstrømmen øker. For slike tilfeller må luftstrømmen reduseres og kondensat dreneres. I coilene skal det være mulig å utføre enkel lufting og drenering. Når coilene dreneres skal ingen lommer med væske være igjen. En dreneringspanne laget av rustfritt stål AISI SS316L skal være plassert under coilene og dråpefangeren [W]. Kondens og avtapp dreneres ned i en sluk via en vannlås for å hindre vond lukt.

## Komponenter

### Valg av rør og rørdeler

De ulike delene er valgt på bakgrunn av Ahlsell sin «Technical Catalogue» som Apply Leirvik anbefalte oss å bruke. Alle rør og rørdeler skal ha en vinkel på kantene slik at det blir en fin sveisefuge mellom komponentene når de sammenstilles.

### Rør

Rørene som brukes er delt opp i flere forskjellige lengder. Veggtykkelsen ble satt til å være 3,05mm, vekten til rørene ble da  $3,7^{kg}/m$  for 3" og  $4,78^{kg}/m$  for 4" [X].

Forskjellige rørlengder:

3"		4"	
Rørlengde[mm]	Antall	Rørlengde[mm]	Antall
50	2	768	1
213,3	1	850	2
226	1	1000	1
268	3	1118	1
380	4	1170	2
433	1	1893	1
482,3	1	2243	1
495	1	2935	2
547	1	3045	2
618	1	3396	1
749	1	3445	4
863	1	3511	1
1316	1	3638	1
1558	1	4005	2
		4420	2
		4547	1
		4920	2

Tabell 15 Antall rørlengder

## Rørbend

Alle rørbend i rørtrasèen skal være «90° Long Radius Elbow» bender. Det skal totalt være 14 rørbend i denne rørtrasèen, seks 4" og åtte 3" rør [Y].



Figur 9 Bend

## Flenser

Denne flensen ble valgt på grunn av den lange sveise halsen. Denne gjør det enklere å utføre en god sveis. Flensen har en glatt overflate, og det er ingen spor til forsegningsringer på den [Z].

Class 150 Raised Face	3"	4"
Antall	21	4
Antall bolt hull	4	8
Bolt størrelse "	5/8	5/8
Mutter størrelse "	5/8	5/8

Tabell 16 Flenser



Figur 10 Flenser



## Forgrener

Vi har valgt å bruke to «Reducing Outlet Tees» [Æ]. Denne komponenten har 4" gjennomstrømning og en 3" utgang på siden. Vi har valgt å bruke denne komponenten slik at vi sparer oss for to «Reducers» enn vist vi hadde brukt «Equal Tees».



Figur 11 Reducing Outlet Tee

## Reduser / Diffusor

For å få røret lengst mot gulvet etter forgreneren, valgte vi å bruke «Eccentric Reducer»[Ø]. Reduseren reduserer rørdiameteren fra 4" til 3".



Figur 12 Eccentric Reducer

## Pakninger

Pakningene vi skal bruke heter «Compressed glassfibre gasket». De er en komprimert glassfiber pakning, laget av aramid og uorganisk fiber med en høy kvalitet. Pakningene av glassfiber leder ikke elektrisk strøm, og dette gjør at det ikke blir galvanisk korrosjon [29].



Figur 13 Pakninger

## Ventiler

I rørtrasèen er det totalt ni ventiler. Tre sluseventiler til avlufting, to kuleventiler til å stenge av strømmen med, og fire seteventiler til å redusere strømningshastigheten. Ventilene er valgt i henhold til TR2000 [30] og tilsendt vedlegg [Å,AA,AB,AC,AD].

### Sluseventil

Sluseventilene skal være montert øverst i rørtrasèen, slik at luft i røret ventileres ut. Det skal være to 3" ventiler på supply røret til hver AHU, og en 4" på retur røret. Sluseventilen er koplet sammen med en "bleed plug" som blør ut luften i rørene. Pluggen hindrer også at vann strømmer ut [AE,AF]. Ventilene er av duplex stål og har «Flanged Raised Face» slik at de passer med flensene [31].



Figur 14 Sluseventil

### Kuleventilene

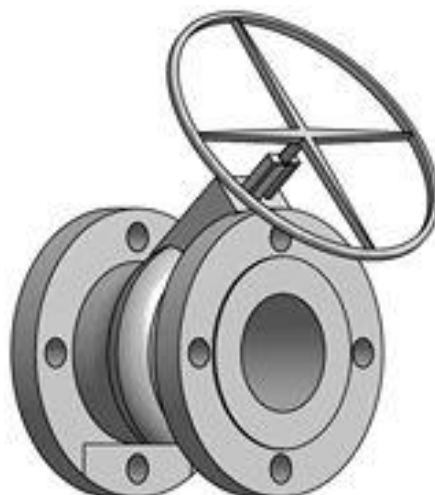
Kuleventilene skal være 3", og er montert før seteventilene på supply røret. Ventilene brukes kun til å stenge av strømmen. Kuleventilen har en stor kule i midten, kulen har et stort hull gjennom senter. Når handtaket opereres snus kulen, og vannstrømmen stenges eller lukkes. Ventilene er av duplex stål og har «Flanged Raised Face» slik at de passer med flensene [32].



Figur 15 Kuleventil

### Seteventil

Det blir montert fire seteventiler, en før og en etter hver AHU. Seteventilene har en roterende spinde, en plugg og et såkalt sete. Når man vrir spindelen dyttes pluggen opp eller ned i setet, og man kan da regulere volumstrømmen [33]. Ventilene lages av duplex stål, og har «Flanged Raised Face» slik at den passer med flensene. Ventilene skal kun være 3" og ha Y-pattern slik at manuell styring av ventilen er enklere [34].



Figur 16 Seteventil

## Materialvalg

### Kriterier for materialvalg

Ved bruk av sjøvann stilles det strenge krav til valg av materiale. Sjøvann er korrosivt og kan gi begroingsproblemer. I henhold til NORSOK Standard m-001, er det gitt at ved topside rørsystem skal det brukes 6Mo, 25 Cr duplex, Titanium eller GRP [35].

Ved valg av materiale er det tatt hensyn til

- Kundens tanker og krav
- TR2000
- Estimert levetid på 30 år

### Valg av materiale

I henhold til TR2000 er det bestemt at på Gina Krog skal det brukes Titan/AT100X på rør som skal lede sjøvann, og at det på ventiler skal brukes 25 Cr duplex [36].

#### Titan

Titan er et materiale som stadig oftere blir anvendt til offshore installasjoner. Dette kommer av at titan har egenskaper som gjør at rørsystemet får lang levetid. Med mindre behov for korrosjonsbeskyttelse, inspeksjon og overvåkning enn ved anvendelse av andre materialer med tilsvarende egenskaper. Ettersom Titan er svært korrosjonsbestandig, er det ikke nødvendig med korrosjonstillegg på rørene. Noe som resulterer i at det kan brukes rør med mindre rørstørrelse, som kan gi besparinger på kostnad, vekt og plass. Titan er et svært dyrt materiale i forhold til andre materialer, men levetiden veier opp for kostnaden siden dette er ett rørsystem som skal ha en levetid på 30 år. Dersom levetiden var estimert til å være betydelig mindre 5 – 10 år, ville det vært naturlig å diskutert mulighetene for å anvende ett annet materiale enn Titan [37].

#### Duplex

På ventilene skal det brukes 25 Cr duplex, Duplex rustfritt er kjent for å ha god korrosjonsbestandighet, det er også motstandsdyktig mot spenningskorrosjon. Stålet har lavere kvalitet enn titan, men samtidig mye billigere enn titan. Det er sett på muligheten for at ventilene vil bli utsatt for slitasje i form av regulering av strømningshastighet, mye krefter som virker osv. Slik at de i løpet av 30 år må ha en eller flere utskiftninger, uavhengig om de var laget av titan eller duplex. Derfor vil dette være et kostnadsbesparende valg av materiale [38].

## Vedlikeholdsutfordringer

Rørtrasèen er lang og har mange ventiler og flenser. I sjøvannet blir det tilsatt klor, slik at marin begroing unngås. Siden rørene består av titan unngås korrosjon. På grunn av dette spares masse tid og penger på vedlikehold. Det eneste man må tenke på, er utvendig beskyttelse som maling og vedlikehold av ventiler. Ventilene kan tettes til, ruste fast eller få fysiske skader av belastninger som kavitasjon eller utvendige trykkpåkjenninger. Ventilene må derfor regelmessig tas ut og åpnes opp slik at de kan spyles, smøres og renses. Ved enkelte situasjoner må ventilene erstattes av nye ventiler. Siden ventilene ikke er helt forutsigbare, sveises de ikke fast. Alle ventiler skal boltes fast til en flens med en pakning imellom. Flensen derimot skal sveises fast.

For utskifting av komponenter i AHU's som er tyngre enn 25kg, eller som er vanskelige å komme til, skal det brukes taljer som festes i løfteøyer i taket. I stedet for å bruke en «monorail» eller annet løfte utstyr i taket, brukes en tralle til å flytte komponentene ut og inn.

## Marin begroing

I alle sjøvannssystem er marin begroing ett problem. Marin begroing finner en på alle overflater der ubehandlet sjøvann er. For å hindre marin begroing, blir det tilsett såkalte biocider. Biocider blir som oftest tilsatt på sugesiden av sjøvannspumpen. Klor er mye brukt som biocid, og i henhold til NORSOK standard P-100, skal alle sjøvannssystem ha injeksjonspunkt for tilsetning av klor. Maksimale restinnhold av klor i avløpsvannet er 0,05 ppm [39]. Det bør kontinuerlig sjekkes at sjøvannet inneholder nok mengde biocider til enhver tid. Ved minket strømningshastighet må rørene inspiseres for marin begroing. Høytrykksspyling er en effektiv metode for å fjerne marin begroing [40].

## Kavitasjon

Kavitasjon er små gassbobler i væsken som imploderer, og kan føre til store skader på rør og ventiler. Gassboblene opptrer dersom trykket i væsken synker til under damptrykket. Dette fører til faseovergang slik at små bobler dannes. Kavitasjon kan føre til at det oppstår erosjon, og store vibrasjoner som fører til støy. Kavitasjon er derfor viktig å unngå, slik at vedlikehold blir til et minimum [41].

## Utmatting

Svikt på grunn av utmatting kan bli ett problem. Dersom rørsystemet blir utsatt for forskjellige spenninger, kan det føre til svikt på grunn av utmatting. Ved utmatting vil det forekomme sprekkdannelse, uten at røret blir deformert. Sprekkdannelsen oppstår i områder der strekkspenningene er konsentrerte, som for eksempel skarpe geometriske overganger og sveiser [38].

## Korrosjon

Titan blir ansett som immun mot korrosjon i sjøvann, det blir derfor sett bort ifra muligheten for korrosjon i rørene.

Det er sett på muligheten for galvanisk korrosjon mellom flens og ventiler. For at det skal oppstå galvanisk korrosjon, må to elektrisk ledende metaller med ulik sammensetning være i nærheten av hverandre. Begge materialene må være utsatt for en elektrolytt. Mellom ventil og flens vil det være en ikke elektrisk ledende glassfiber pakning, slik at det vil være en liten avstand mellom de to forskjellige metallene. I referanse [42] vises det til at titan og duplex er i samme gruppe, og at to metaller innen samme gruppe kan kobles sammen uten problem.

## Konklusjon

Rørtrasèen vi har designet er i henhold til gjeldende regler og forskrifter. Trasèen går gjennom et område der det er trangt om plassen, og det er i den forbindelse gjort en del tiltak for å legge rørene på mest hensiktsmessig plass.

De forskjellige beregningene vi har gjort viser at rørtrasèen oppfyller kravene for trykktap, maksimal nedbøyning og kjølebehov.

Vi har plassert ventiler slik at de er lett tilgjengelige for utskifting og manuell styring. Det er lagt frem en oversikt av antall rør, rørbend, ventiler og rørstøtter som skal brukes. Vi har også laget ISO tegninger som skal kunne brukes til fabrikkasjon og installasjon.

Materialvalget har falt på Titan for rør og Duplex for ventiler, og er gjort i henhold til TR2000 og kundens krav. Titan er etter vår mening det beste valget, det har enestående korrosjonsbestandighet og styrke, samtidig som det har lav vekt. Eneste ulempen er at det er svært dyrt, men vi mener prisen veier opp for kvaliteten og den anslåtte levetiden på 30 år.

Vi har sett på vedlikeholdsutfordringer som kan oppstå, og designet rørtrasèen slik at flest mulig av dem unngås.

Vi mener å ha lagt frem en god løsning på en rørtrasè, som vi tror at Apply Leirvik kan dra nytte av frem mot utbygging av boligmodulen på Gina Krog Plattformen.

## Referanser

1. <http://www.applyleirvik.no/about-apply-leirvik/>
2. <http://www.statoil.com/no/ouoperations/futurevolumes/projectdevelopment/pages/dagny.aspx>
3. <http://www.tu.no/petroleum/2013/12/17/gina-krog-har-ventet-i-40-ar-pa-teknologien>
4. [http://snl.no/Gina\\_Krog/petroleumsfelt](http://snl.no/Gina_Krog/petroleumsfelt)
5. <http://www.applyleirvik.no/projects/p/gina-krog-living-quarters-to-apply?ctl=Details&neID=5450&mid=3713>
6. [http://en.wikipedia.org/wiki/Piping\\_and\\_instrumentation\\_diagram](http://en.wikipedia.org/wiki/Piping_and_instrumentation_diagram)
7. <http://www.ask.com/question/what-is-a-plot-plan>
8. [http://wiki.answers.com/Q/What\\_is\\_an\\_isometric\\_drawing?#slide=5](http://wiki.answers.com/Q/What_is_an_isometric_drawing?#slide=5)
9. Jens Christian Lindaas, Tilvirkning Kompendium, S.E9.
10. Fredrik Ugland Litlekare, Pipe/mech-engineer, Apply Leirvik.
11. <http://www.care-is.com/en/12/tool-box/14/hazen-williams-tool.html>
12. <http://buildingcoderesourceclibrary.com/wp-content/uploads/2009/11/Fitting-Equivalent-Lengths.pdf>
13. [http://en.wikipedia.org/wiki/Hazen%E2%80%93Williams\\_equation](http://en.wikipedia.org/wiki/Hazen%E2%80%93Williams_equation)
14. <http://www.layouttech.com/calculation/calc2/calc2.htm>
15. Knut Brautaset, Inføring i olje hydraulikk, 1.utgave 8. opplag 2010, Gyldendal, S.63
16. Svein Erik Pedersen, Jan Gustavsen, Svein Kaasa og Oddmund Olsen, Teknisk Formelsamling, 7. utgave, 8. opplag, 2010, Gyldendal, S.175
17. Svein Erik Pedersen, Jan Gustavsen, Svein Kaasa og Oddmund Olsen, Teknisk Formelsamling, 7. utgave, 8. opplag, 2010, Gyldendal, S.167
18. [http://www.google.no/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.torgy.no%2Fcomponent%2Fk2%2Fdownload%2F50\\_0f1846f5541128d26135f5f14aadadfa&ei=PI1nU8mVC8OwywP0mILQAQ&usq=AFQjCNFJQ5dd7aC6M5mKhaB80DaKt0D0UA&bvm=bv.65788261.d.bGQ](http://www.google.no/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.torgy.no%2Fcomponent%2Fk2%2Fdownload%2F50_0f1846f5541128d26135f5f14aadadfa&ei=PI1nU8mVC8OwywP0mILQAQ&usq=AFQjCNFJQ5dd7aC6M5mKhaB80DaKt0D0UA&bvm=bv.65788261.d.bGQ)
19. [http://www.semos.dk/Per/41653/download/Titanium\\_Specifications\\_Book.pdf](http://www.semos.dk/Per/41653/download/Titanium_Specifications_Book.pdf)
20. <http://asm.matweb.com/search/GetUnits.asp?convertfrom=43&value=4.51>
21. <http://www.academypublisher.com/ijrte/vol01/no06/ijrte0106046049.pdf>
22. Svein Erik Pedersen, Jan Gustavsen, Svein Kaasa og Oddmund Olsen, Teknisk Formelsamling, 7. utgave, 8. opplag, 2010, Gyldendal, S.43
23. <http://www.academypublisher.com/ijrte/vol01/no06/ijrte0106046049.pdf>
24. [http://en.wikipedia.org/wiki/Air\\_handler](http://en.wikipedia.org/wiki/Air_handler), HVAC Design Requirements Ivar Aasen
25. Design Requirements Ivar Aasen
26. Svein Erik Pedersen, Jan Gustavsen, Svein Kaasa og Oddmund Olsen, Teknisk Formelsamling, 7. utgave, 8. opplag, 2010, Gyldendal, S.160
27. Svein Erik Pedersen, Jan Gustavsen, Svein Kaasa og Oddmund Olsen, Teknisk Formelsamling, 7. utgave, 8. opplag, 2010, Gyldendal, S.23
28. HVAC Design Requirements Ivar Aasen s.32



29. [http://tr2000.statoil.com/TR2000/complete\\_issue/dataSheet6.xsql?opn=92&issue=1.4&6=PG501&DScompany=1&DSarea=1&setcustomrev=0](http://tr2000.statoil.com/TR2000/complete_issue/dataSheet6.xsql?opn=92&issue=1.4&6=PG501&DScompany=1&DSarea=1&setcustomrev=0)
30. <http://tr2000.statoil.com/TR2000/index.jsp>
31. [http://tr2000.statoil.com/TR2000/complete\\_issue/dataSheet4.xsql?opn=92&issue=1.4&4=GVAD202R&DScompany=1&DSarea=1&setcustomrev=0](http://tr2000.statoil.com/TR2000/complete_issue/dataSheet4.xsql?opn=92&issue=1.4&4=GVAD202R&DScompany=1&DSarea=1&setcustomrev=0)
32. [http://tr2000.statoil.com/TR2000/complete\\_issue/dataSheet4.xsql?opn=92&issue=1.4&4=BHAD201R&DScompany=1&DSarea=1&setcustomrev=0](http://tr2000.statoil.com/TR2000/complete_issue/dataSheet4.xsql?opn=92&issue=1.4&4=BHAD201R&DScompany=1&DSarea=1&setcustomrev=0)
33. <http://no.wikipedia.org/wiki/Seteventil>
34. [http://tr2000.statoil.com/TR2000/complete\\_issue/dataSheet4.xsql?opn=92&issue=1.4&4=LYAD201R&DScompany=1&DSarea=1&setcustomrev=0](http://tr2000.statoil.com/TR2000/complete_issue/dataSheet4.xsql?opn=92&issue=1.4&4=LYAD201R&DScompany=1&DSarea=1&setcustomrev=0)
35. <http://www.standard.no/pagefiles/1176/m-001.pdf>
36. [http://tr2000.statoil.com/TR2000/complete\\_issue/dataSheet6.xsql?opn=92&issue=1.4&6=TP102&DScompany=1&DSarea=1&setcustomrev=0](http://tr2000.statoil.com/TR2000/complete_issue/dataSheet6.xsql?opn=92&issue=1.4&6=TP102&DScompany=1&DSarea=1&setcustomrev=0)
37. <http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/183085/Henriksen%2cAndreas.pdf?sequence=1>
38. <http://www.standard.no/pagefiles/1132/p-100.pdf>
39. [https://www.tekna.no/ikbViewer/Content/819133/\(08\)%20Jens%20Egil%20F%F8rrisdahl.pdf](https://www.tekna.no/ikbViewer/Content/819133/(08)%20Jens%20Egil%20F%F8rrisdahl.pdf)
40. <http://no.wikipedia.org/wiki/Kavitasjon>
41. [http://www.npl.co.uk/upload/pdf/bimetallic\\_20071105114556.pdf](http://www.npl.co.uk/upload/pdf/bimetallic_20071105114556.pdf) Side 9

**Vedlegg**

<A>	Datablad	General design requirements
<B>	Plotplan	Gina Krog level 1
<C>	Prosedyre	Apply leirvik sveise prosedyre
<D>	ISO	Supply 001
<E>	ISO	Supply 002
<F>	ISO	Return 003
<G>	ISO	Return 004
<H>	Plotplan	Piping below level 1 East
<I>	Plotplan	Piping below level 1 West
<J>	Datablad	Design basis
<K>	P&ID	SeaWater cooling
<L>	Datablad	Clamped shoe
<M>	Design	Pipesupport floor 002
<N>	Design	Pipesupport floor 001
<O>	Desing	Pipesupport floor 003
<P>	Datablad	TR2320
<Q>	ISO	Supply Rørsupport 001
<R>	ISO	Supply Rørsupport 002
<S>	ISO	Supply Rørsupport 003
<T>	ISO	Supply Rørsupport 004
<U>	Datablad	Allowable pipe spans
<V>	Datablad	Krav til rørstøtter
<W>	Datablad	Sea Water Coils
<X>	Datablad	Pipe dimensjons
<Y>	Datablad	Long Radius Elbow

<Z>	Datablad	Class 150 Flanges
<Æ>	Datablad	Reducing Outlet Tee
<Ø>	Datablad	Eccentric Reducer
<Å>	Datablad	Selection of valve types
<AA>	Datablad	Selection of valve types
<AB>	Datablad	Selection of valve types
<AC>	Datablad	Selection of valve types
<AD>	Datablad	Selection of valve types
<AE>	Datablad	Piping Detail Standard
<AF>	Datablad	Piping Detail Standard

(Dobbel klikk på vedleggene for å få i PDF format)

## 5 HVAC

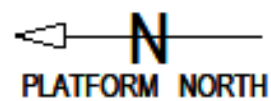
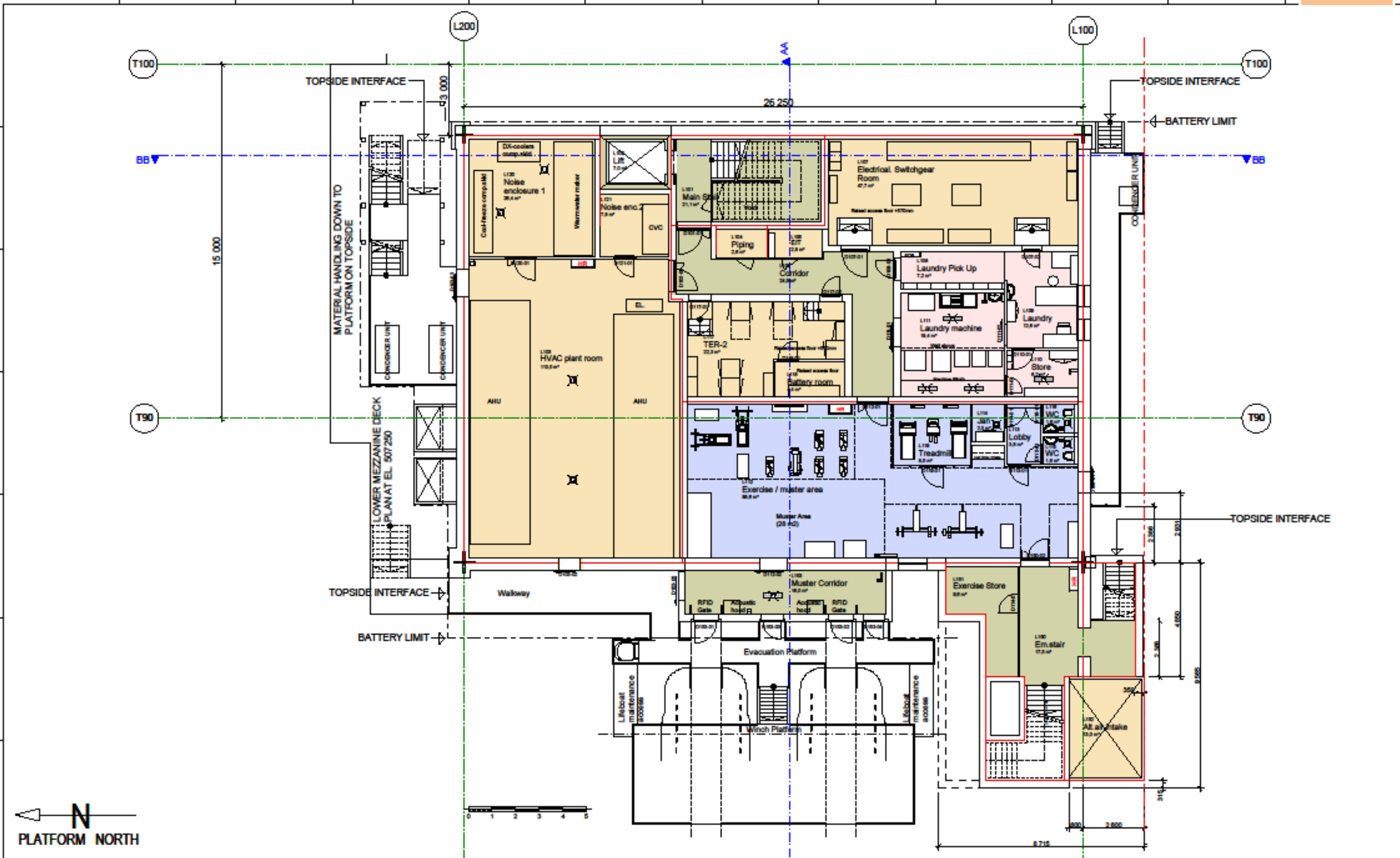
### 5.1 General design requirements

The HVAC and plumbing systems for the Living Quarter shall cover all areas specified in scope of work comply with the standards and specifications listed in Appendix E.

### 5.2 System and equipment requirements

The HVAC systems shall be developed in accordance with scope of work and shall in addition to the specified standards meet the following requirements:

- Displacement ventilation shall be used in cabins and corridors and when required for safety reasons. Supply diffusers shall be located relative to personnel and furniture inside rooms to avoid draft problems. Locations in walls near to doors, cupboard bases etc. with no visible local ducting are preferred. In general the displacement units shall be integrated in the wall systems.
- Sufficient space for sound attenuator downstream regulating damper to be integrated in the cabin locker.
- Dining, offices and lounges shall be provided with mixing ventilation.
- Hatches shall be provided in suspended ceiling and in shaft wall panels in order to get access to balancing dampers, measuring devices, duct inspection doors, and other equipment where inspection is required.
- All grilles and diffusers shall be provided in the same colour/material as the wall/ceiling panels where they are installed.
- Ventilation shall provide sufficient cooling to meet temperature requirements for working environment in galley, scullery, scrub and laundry areas.
- The main HVAC system (supply, general extract and kitchen extract) shall have frequency converters for fan motors and the fans shall be selected to provide minimum 80% of design air flow with only one fan in operation.
- The use of plug/chamber fans in the supply system is preferred.
- SeaWater shall be used for cooling of ventilation air. The cooling coil shall be installed downstream of fans. The seawater flow shall be manually operated by a flow control valve in the supply pipe.
- Pre-heating coil in the air handling unit shall be designed for process water as heating medium with temperature 50/30°C.
- Use of electrical duct heaters shall be limited as far as possible. Ref section 7, chapter 7.3.10.
- Drain water from the filters and cooling coils shall be routed via a water trap to drain.
- Ducts from kitchen and laundry extract shall be in AISI 316L.
- All main ducts branches to and from each room/area shall have manual balancing dampers with necessary sound attenuation.
- All duct branches shall be sized to produce approximately same pressure drops.
- Insulated ductwork not protected in HVAC shafts or above suspended ceiling shall be provided with jacketing.
- Crossover ventilation from corridors to toilets etc. may be used where this is not in conflict with fire and sound reduction requirements.



**NOTES**  
 1. UNDERSIDE OF LEVEL 1 TO BE PROTECTED BY CLADDING DUE TO NOISE INSULATION REQUIREMENTS. CLADDING TO FOLLOW DECK BETWEEN BEAMS.

**APPLY CLADDING**

REV	DATE	REASON FOR REV	PREPARED	CHECKED	APPROVED
06	05.12.12	Revised for post FEED Impl. Task 04	MTO	ØHE	FHa
05	26.11.12	Revised for post FEED Impl. Task 04	THM	ØHE	FHa
04	20.06.12	Issued for final FEED	MY	ØHE	OG
03	18.06.12	Issued for IDC	MY	ØHE	OG
02	16.05.12	Reissued for IDC	MY	ØHE	FHa
01	22.02.12	Issued for IDC (review)	MTO	ØHE	FHa

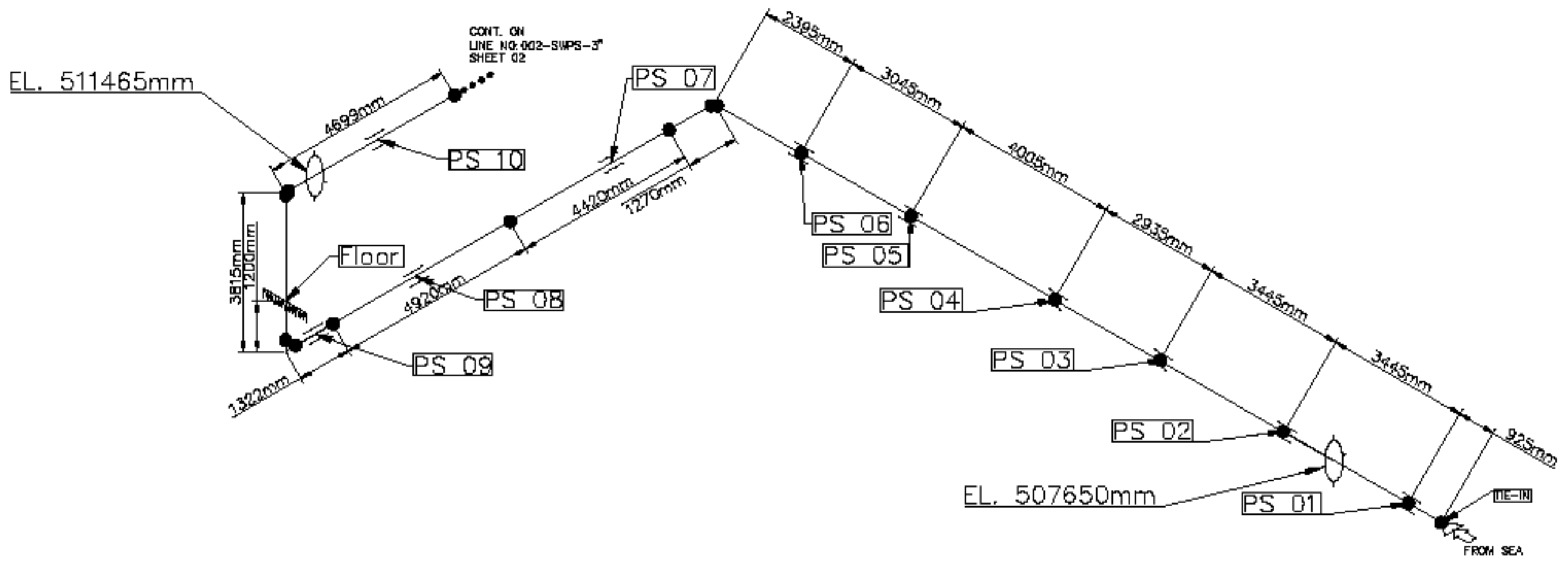


**INSTALLATION**  
**DAGNY FEED**  
 OWNER: Statoll  
 Architectural GA Plan  
 Level 1  
 EL: 508 850

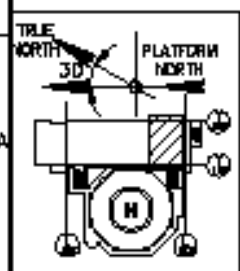
CONT. NO. 4502374939	SCALE: 1:150	NO. A3	AREA: L100	97
C132-FA-C-XD-9001-01				06





FABRICATION MATERIALS		
PT NO	QYT	COMPONENT DESCRIPTION
1	3	Bend 90 deg 4"
2	1	RF Flange
3	10	Pipe support



CONT. ON  
LINE NO: 002-SWPS-3"  
SHEET 02



NOTES:  
● - Welded joints  
PS - Pipe support

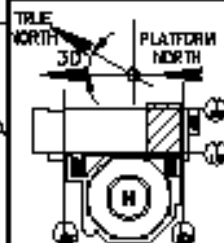
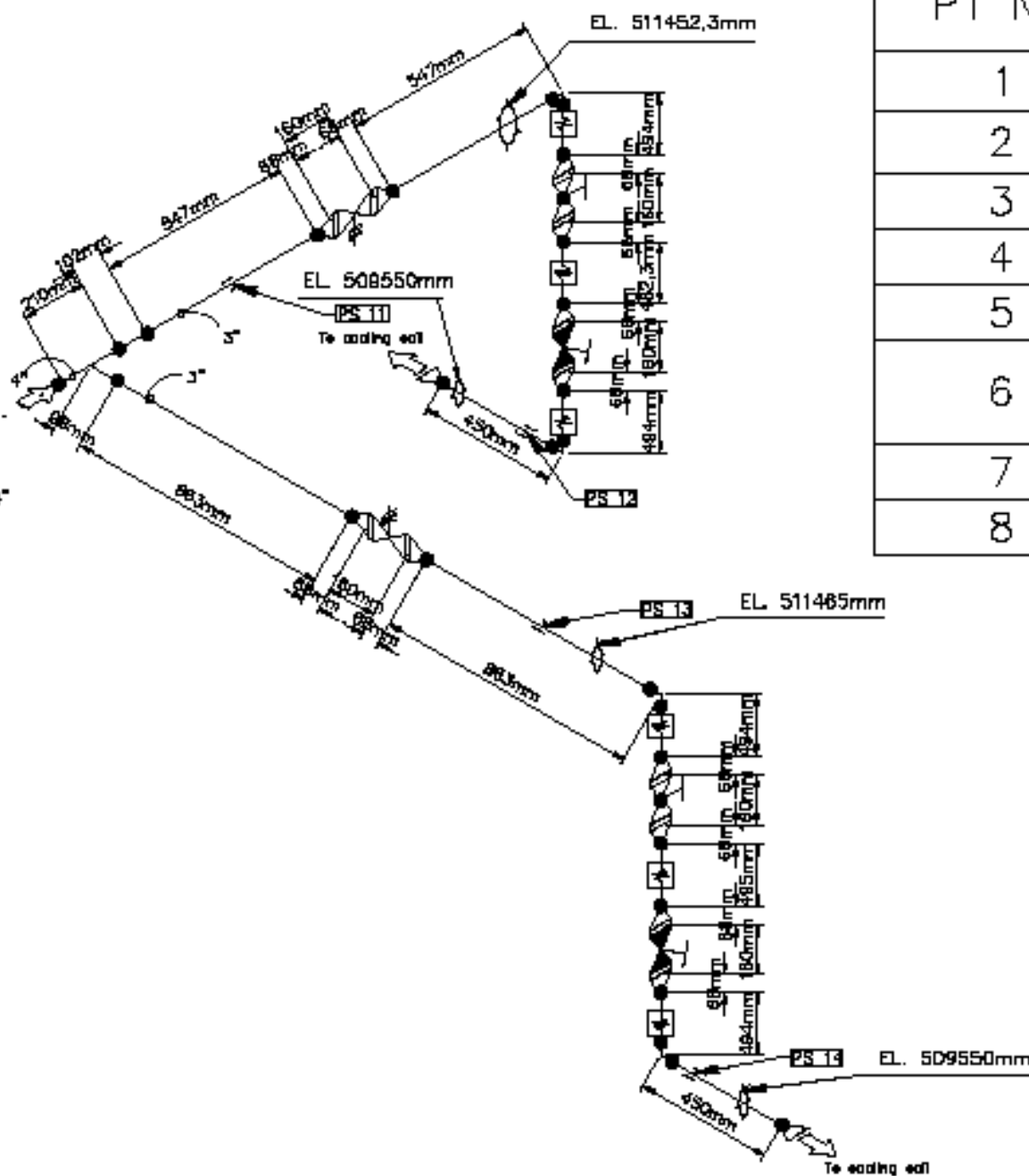
CONTRACT NO.				PROJECT NAME <b>Gina Krog Topside EPCH - LQ</b>				
DRAWING TITLE Supply Water Pipe LINE NO: D01-SWPS-4"				DRAWER TITLE				
								
A3	100:1			001		01	01	04
SCALE				COMPANY DOCUMENT NUMBER		REV. SHEET		TOTAL



### FABRICATION MATERIALS

PT NO	QYT	COMPONENT DESCRIPTION
1	4	Bend 90 deg 3"
2	14	RF Flange 3"
3	4	Pipe support
4	1	Reducin outlet Tee
5	1	Eccentric reducer
6	2	Gate valve Flanged
7	2	Ball valve Flanged
8	2	Globe valve Y-Pattern Flanged

CONT. ON  
LINE NO: 001-SWPS-4"  
SHEET 01



NOTES:  
● - Welded points  
PS - Pipe support

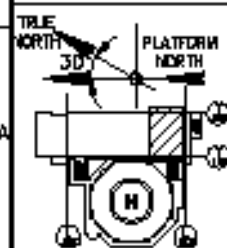
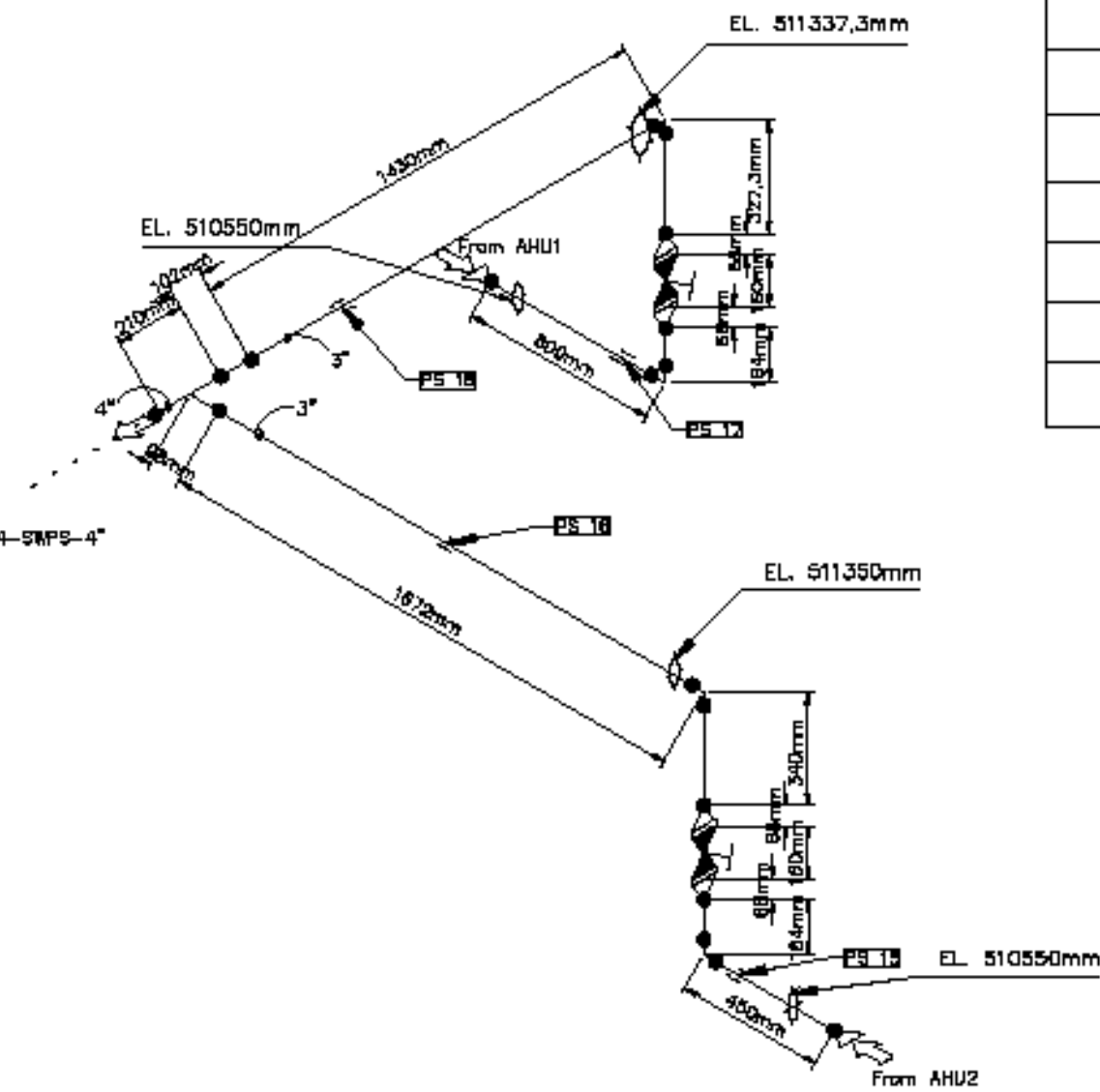
CONTRACT NO.				PROJECT NAME <b>Gina Krog Topside EPCH - LQ</b>				
DRAWING TITLE Supply water pipe LINE NO: 002-SWPS-3"				DRAWER TITLE				
A.S	1:20			002		01	02	04
NO	SCALE	AREA	SYSTEM	COMPANY DOCUMENT NUMBER		REV.	SHEET	TOTAL



### FABRICATION MATERIALS

PT NO	QYT	COMPONENT DESCRIPTION
1	4	Bend 90 deg 3"
2	6	RF Flange 3"
3	4	Pipe support
4	1	Reducin outlet Tee
5	1	Eccentric reducer
8	2	Globe valve Y-Pattern Flanged

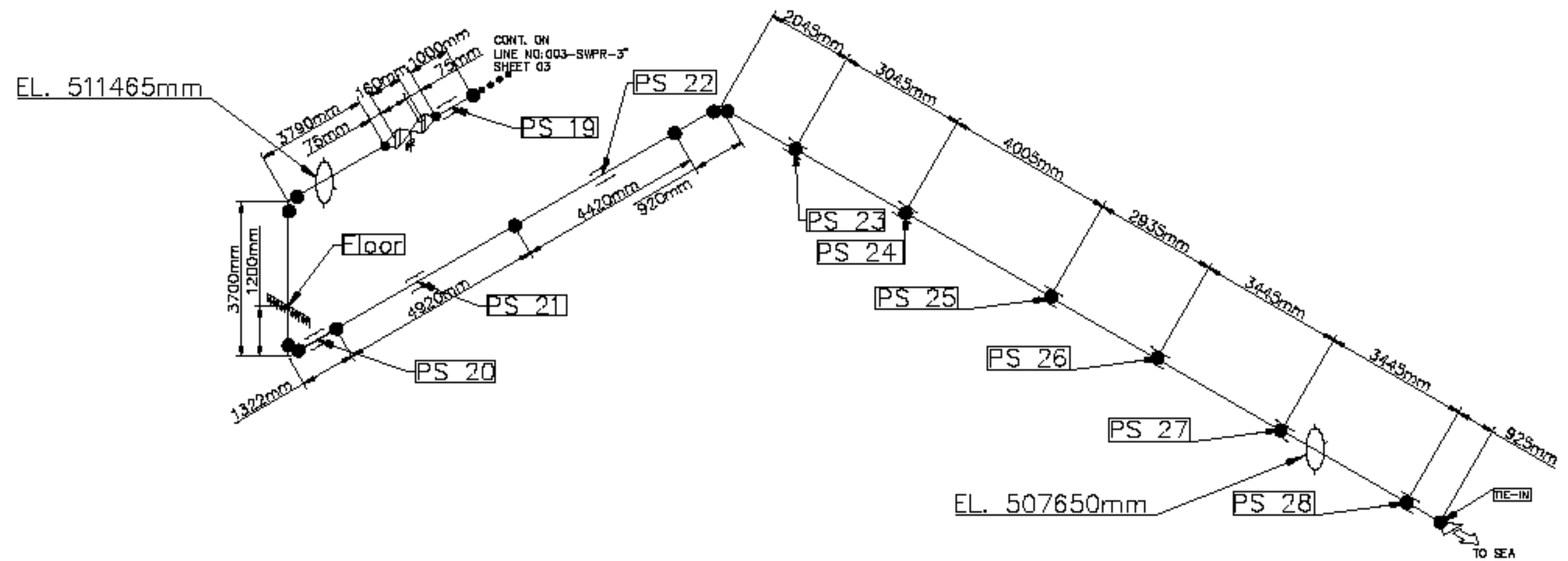
CONT. ON  
LINE NO: 004-SWPS-4"  
SHEET 04



NOTES:  
● - Welded points  
PS - Pipe support

CONTRACT NO:				PROJECT NAME <b>Gina Krog Topside EPCH - LQ</b>			
DRAWER TITLE Return water pipe LINE NO: 003-SWPR-3"				DRAWER TITLE Return water pipe LINE NO: 003-SWPR-3"			
AS	1:20	ARCH	SYSTEM	003	01	03	04
COMPANY DOCUMENT NUMBER						REV.	SHEET TOTAL

FABRICATION MATERIALS		
PT NO	QYT	COMPONENT DESCRIPTION
1	3	Bend 90 deg 4"
2	3	RF Flange
3	10	Pipe support
4	1	Gate valve Flanged



TRUE NORTH  
30°  
PLATFORM NORTH

NOTES:  
● - Welded joints  
PS - Pipe support

PROJECT NAME  
**Gina Krog Topside EPCH - LQ**

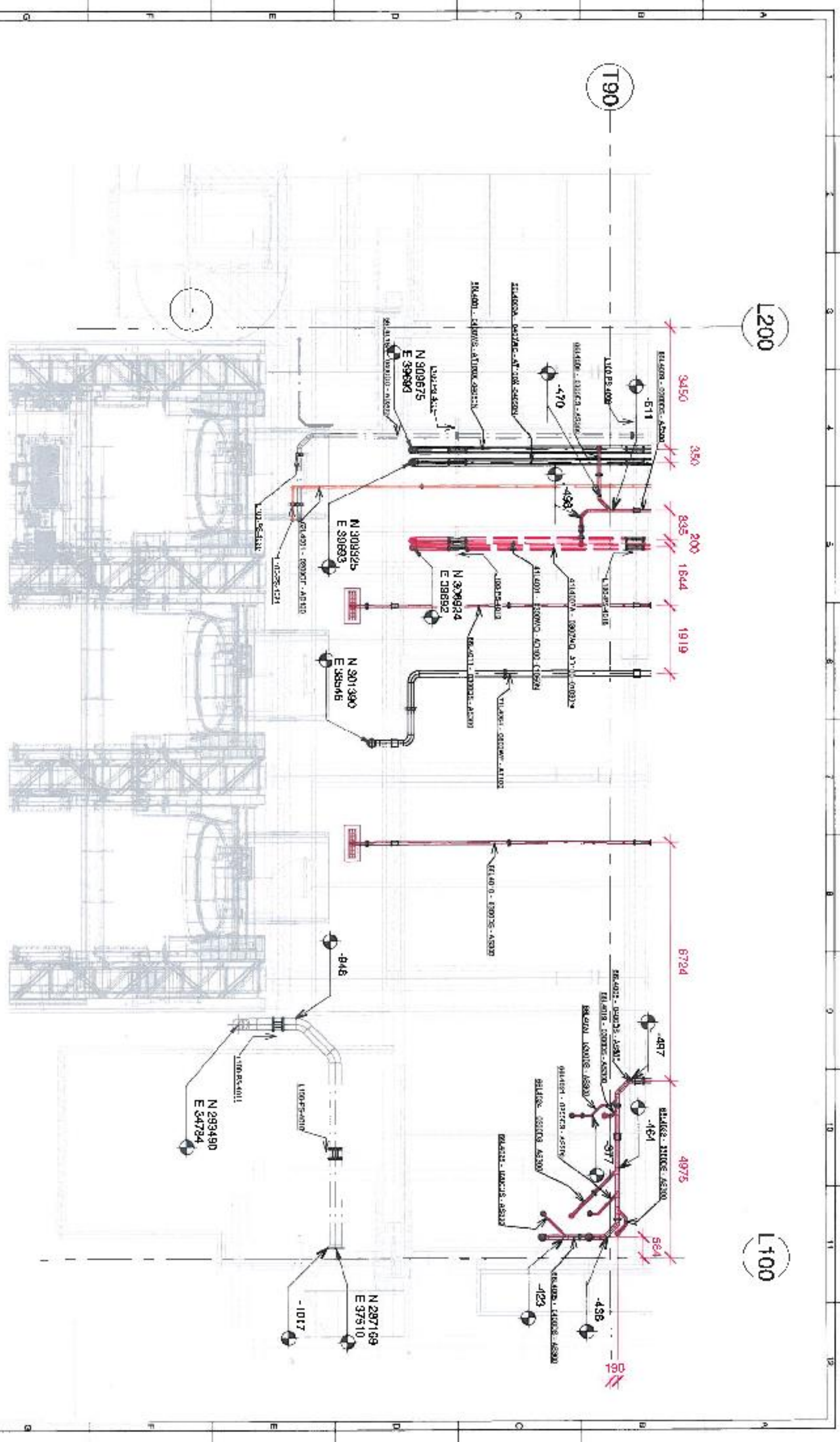
CONTRACT NO.

DRAWING TITLE  
Return Water Pipe  
LINE NO: D04-SWPR-4"

A3	100:1			004	01	04	04
SIZE	SCALE	AREA	SYSTEM	COMPANY DOCUMENT NUMBER	REV.	SHEET	TOTAL







1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

**APPLY SERVICE**

01	12.08.2014	Issued for Review	APPLY SERVICE
01	12.08.2014	Issued for Review	APPLY SERVICE
01	12.08.2014	Issued for Review	APPLY SERVICE



**GINA KROG**  
 Piping GA Below Level 1 West  
 C132-KE-L-XD-002-01

## 1 DESIGN BASIS

### 1.1 Regulations and standards

Design shall be in accordance with the following regulations:

- TR1951
- NORSOK P-001 Process Design,
- NORSOK H-003 Heating, ventilation and air conditioning (HVAC) and sanitary system.
- Friction loss formula from section 6-4 Hydraulic Calculation Procedures of NFPA 13.

### 1.2 Drawings

P&ID - C132-KE-L-XB-5001-01

## 2 SYSTEM DESCRIPTION AND DESIGN CRITERIA

The cooling medium data for circulating through the cooling coils is as follows:

Item	Flow	Pressure loss	Inlet temperature	Outlet temperature	$\Delta T$
LQ AHU A	435 l/min (26,1 m <sup>3</sup> /h)	267,64 kPa	11,00 °C	14,50°C	3,5 °C
LQ AHU B	435 l/min (26,1 m <sup>3</sup> /h)	267,64 kPa	11,00 °C	14,50°C	3,5 °C

All info is given for one item only. The piping and valve material is Titanium.

Supply pressure delivered from the pumps is 3-5 barg.

Return pressure should not be less than 2 barg at tie-in point.

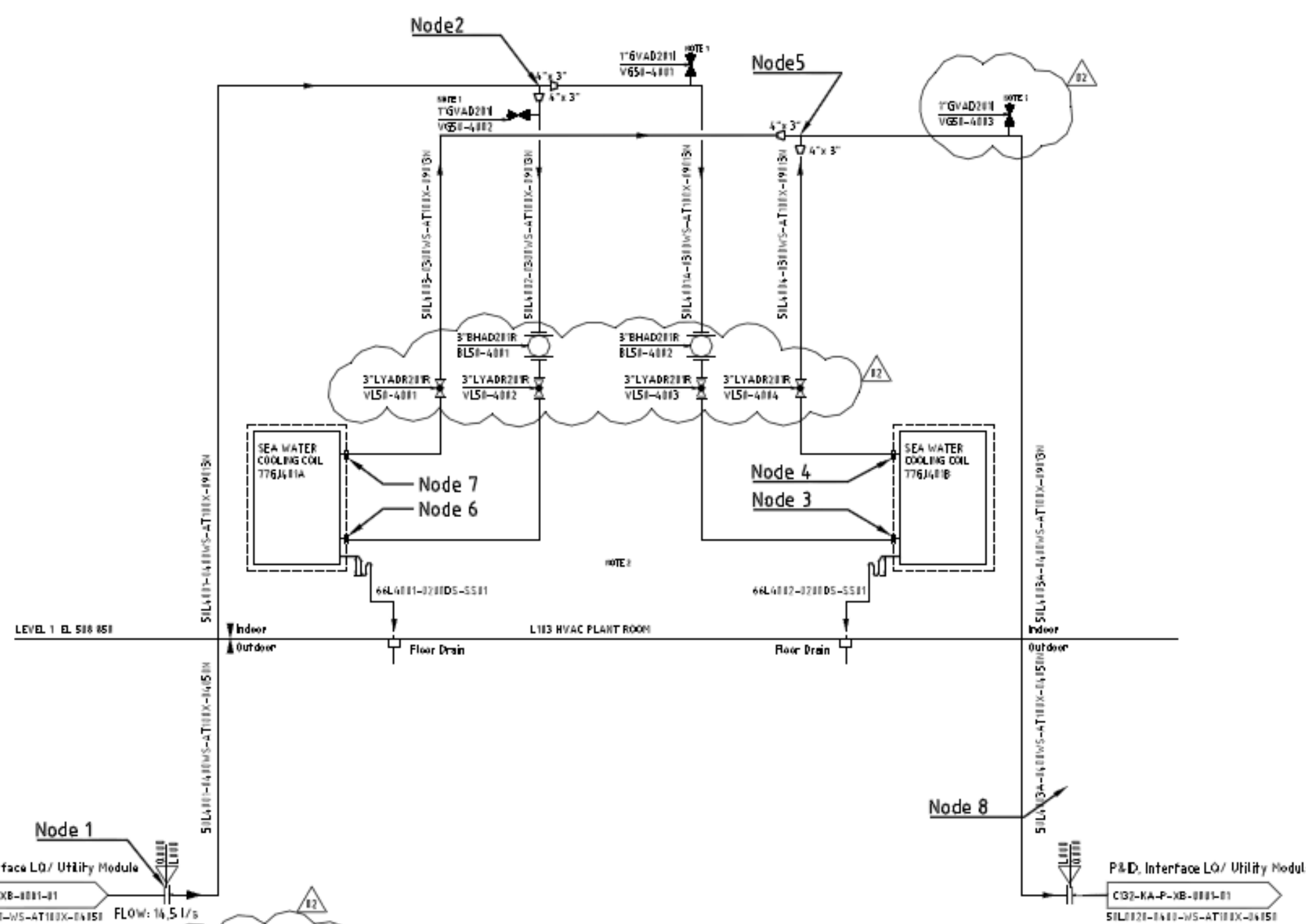
Design pressure for the system is 17,7 barg.

Velocity should not exceed 7m/s.

The cooling medium is sea water.

TAS 10000		TAS 10000	
SERVICE	TROUVER	SEA WATER COOLING OIL	SEA WATER COOLING OIL
DESIGN CASE DUTY	kW 16420	DESIGN CASE DUTY	kW 16420
HEAT TRANSFER AREA	m <sup>2</sup> 16460	HEAT TRANSFER AREA	m <sup>2</sup> 16460
DRUMS/COILS	28/16/28/16	DRUMS/COILS	28/16/28/16
TUBE DEL./OPR. PRESSURE	bars 3-5	TUBE DEL./OPR. PRESSURE	bars 3-5
TUBE DEL./OPR. TEMPERATURE	°C 11-14.6	TUBE DEL./OPR. TEMPERATURE	°C 11-14.6
Flow Rate	L/S 7.25	Flow Rate	L/S 7.25
AIR SIDE DEL./OPR. PRESSURE	101325 kPa	AIR SIDE DEL./OPR. PRESSURE	101325 kPa
AIR SIDE DEL./OPR. TEMPERATURE	°C 5-11 °C	AIR SIDE DEL./OPR. TEMPERATURE	°C 5-11 °C
U/DRAW		U/DRAW	
PURCHASE NO.		PURCHASE NO.	

NOTE:



KEY PLAN

NOTE:

- High points to be marked, low points to be drained. Valve to be in accordance with TRISTIS, PDS, VDI.
- Do not put up systems for changed POC, from AT00 to AT00K.

REV	DESCRIPTION	REV	DESCRIPTION
01	CB2-KE-L-Q-5001-01	01	PNB Sea water cooling, Seawater distribution

REV	DATE	REVISION	BY	CHKD	APPV
01	06.11.2019	Issued for construction	PH	PH	PH
02	17.09.2020	Issued for Review	PH	PH	PH
03	26.06.2020	Issued for EOC	PH	PH	PH
04	04.07.2020	Issued for Issue	PH	PH	PH

**Statoil**

Gina Krog Topside EPCH - LQ

DRIVER: VLS

P&ID SEAWATER COOLING LQ, With Calculation Nodes

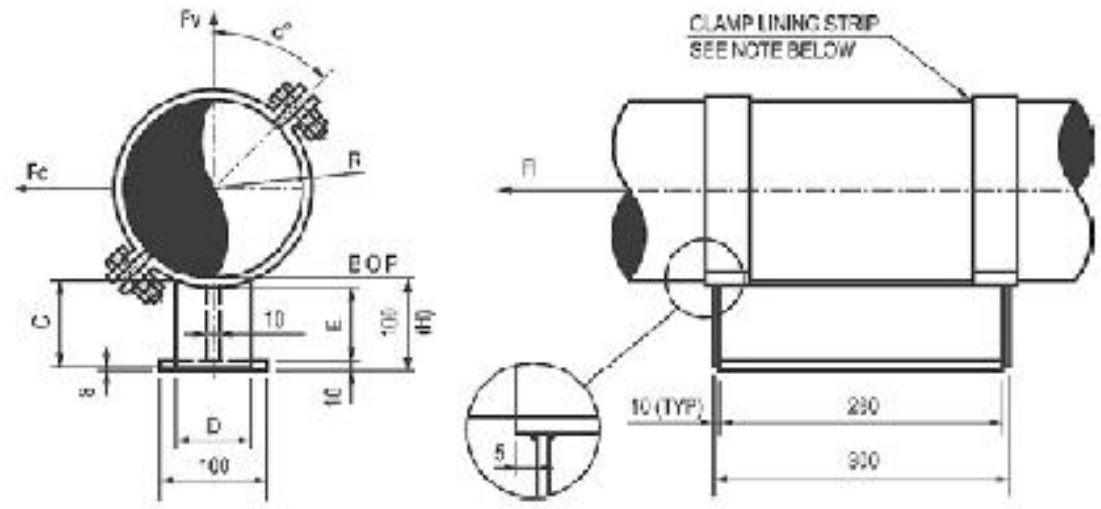
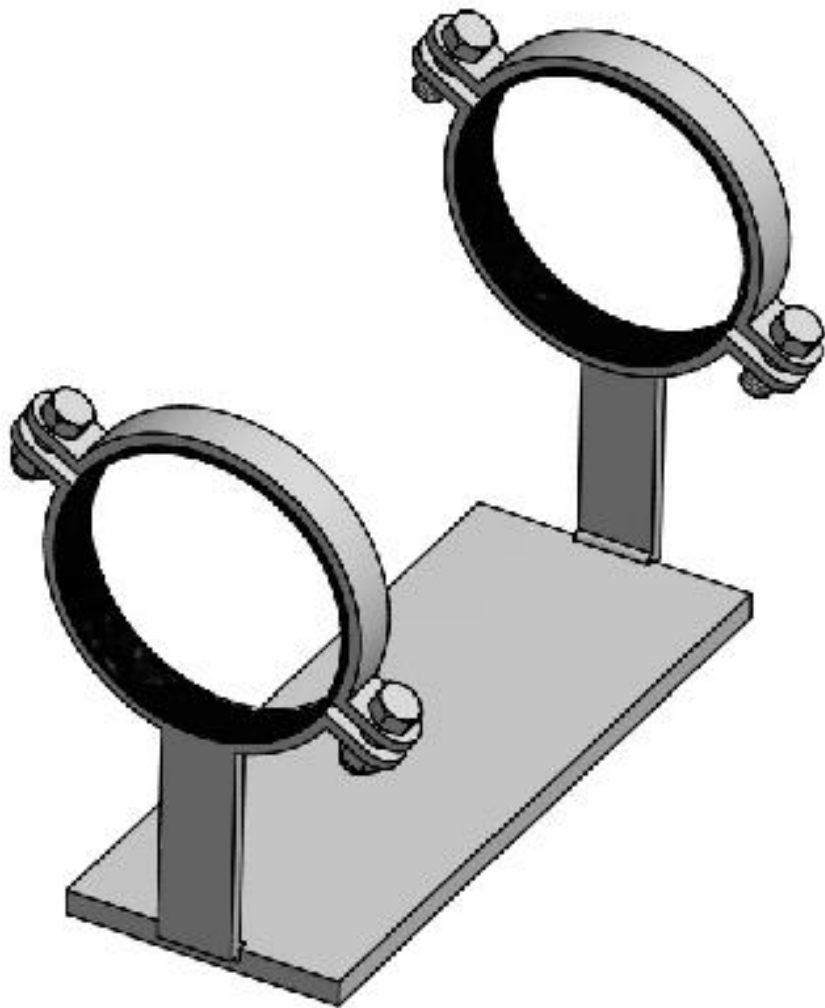
4600018256

WTS AT A1 L000 50

CB2-KE-L-Q-5001-01

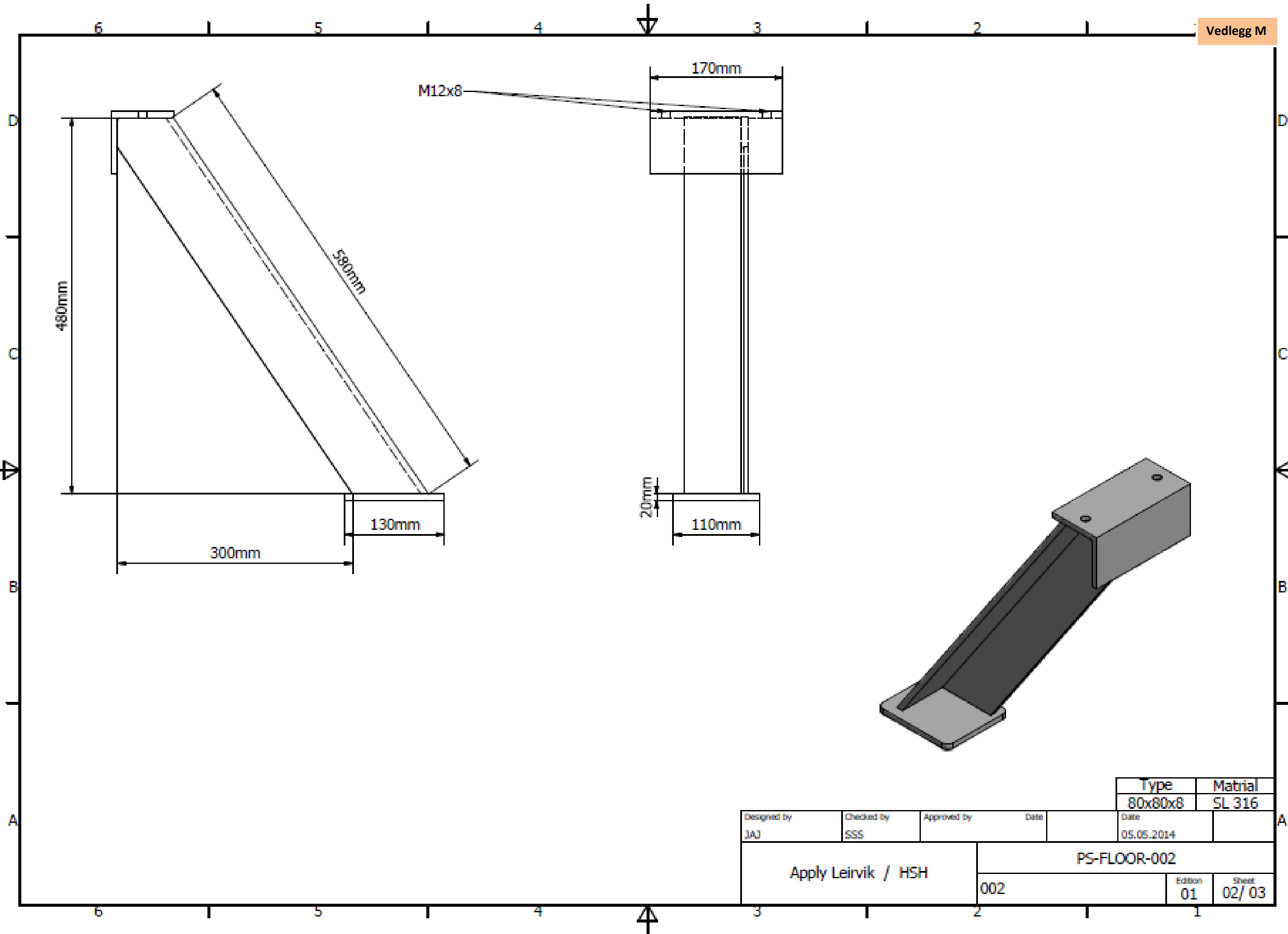
02





Typical Part Number Name	Available material short code	Standard Detail Temperature Limitation	
		Max design temp.	Min design temp.
SH-003-(DN)-SS/CS (CS bottom plate)	SS/CS	150 °C	46 °C
SH-003 (DN) CS	CS	150 °C	-16 °C
SH-003 (DN) CS/SS (SS bottom plate)	CS/SS	150 °C	46 °C
SH-003-(DN)-SS	SS	150 °C	-46 °C

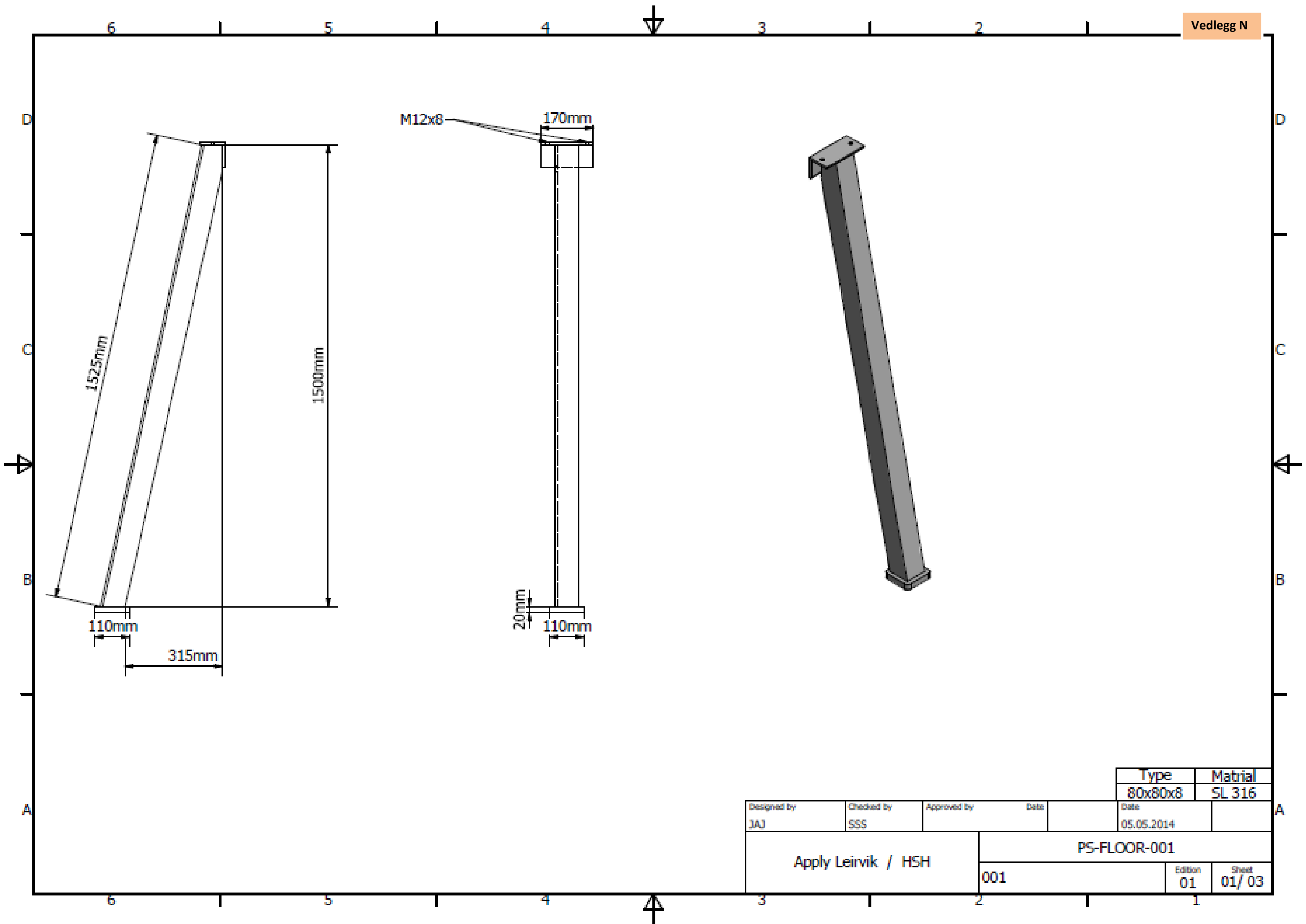
TYPE	LINE SIZE		SHOE DIMENSIONS				CLAMP INFO			MAX LOADS (KN)		
	mm	in	C	D	E	R	TYPE	No Off	G°	Fv (KN)	Fc (KN)	Fl (KN)
SH-003-0050	DN 50	2"	88	30	82	38	PC-020	2	60			
SH-003-0080	DN 80	3"	86	30	82	53	PC-020	2	50			
SH-003-0100	DN 100	4"	88	50	81	66	PC-020	2	50			
SH-003-0125	DN 125	5"	87	50	81	79	PC-020	2	45			
SH-003-0150	DN 150	6"	82	50	79	97	PC-020	2	50			



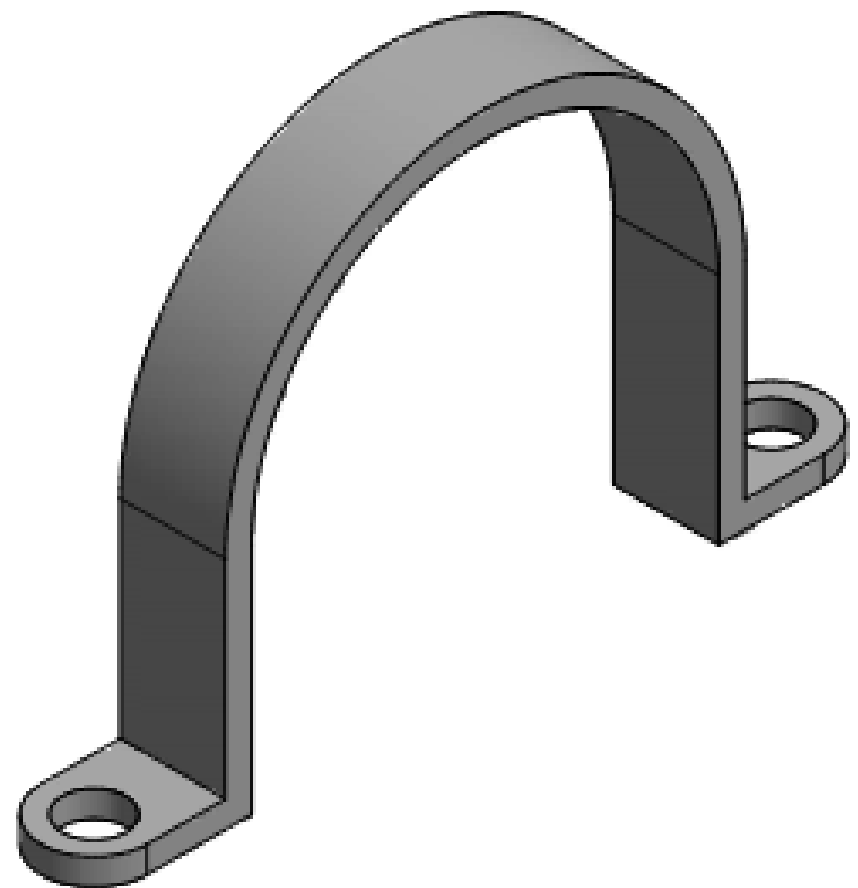
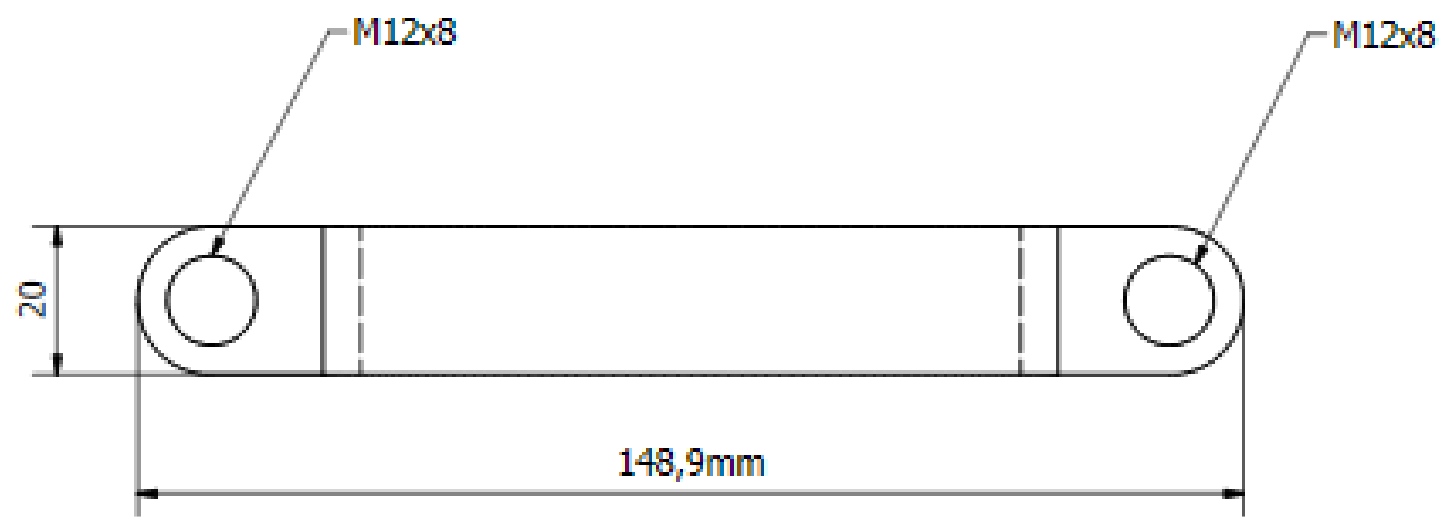
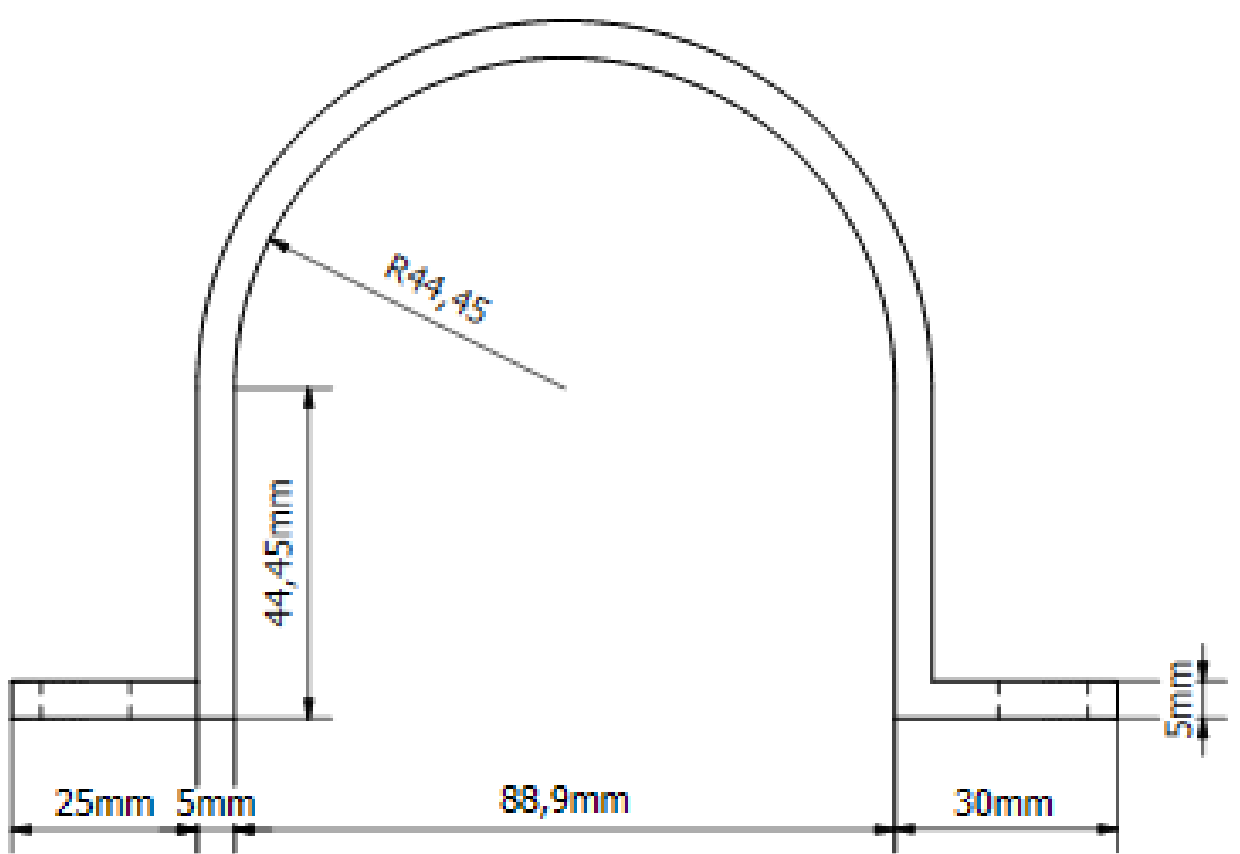
Type	Matrial
80x80x8	SL 316
Date	
05.05.2014	

Designed by	Checked by	Approved by	Date
JAJ	SSS		
Apply Leirvik / HSH		PS-FLOOR-002	
002		Edition	Sheet
		01	02/ 03





Designed by	Checked by	Approved by	Date	Type	Material
1AJ	SSS			80x80x8	SL 316
Apply Leirvik / HSH				PS-FLOOR-001	
				001	Edition 01
					Sheet 01/ 03



Designed by IAJ	Checked by SSS	Approved by	Date	Date 05.05.2014	Type 80x80x8	Matrial SL 316
				PS-FLOOR-003		
				003	Edison 01	Sheet 03/ 03

---

The pipe support structural deflections allowance shall meet the most conservative value of  $L \times 1/360$  or 3 mm (1/8"), where L = Length of support beam. Larger deflections may be acceptable if they are included in the flexibility analysis and accepted by the stress group.

Piping support shall not be independently designed and installed by field personnel.

## 2.2 Design standards

Pipe supports shall be designed in conformance with recognised design codes (Typical B31.1, B31.3 and B31.8).

The documentation for the pipe supports shall be according to TR2381.

The relevant project structural design standard shall be used for design of pipe support structure.

## 2.3 Material Selection requirements

Materials shall be selected in accordance with ISO 21457.

One of the following material alternatives shall be selected: SS 316L or CS. The material selection shall be based on an evaluation of life time for the plant / installation, design temperature for the support material versus cold/ hot service, galvanic corrosion prevention and accessibility for painting after installation.

Support structures connected to aluminium structures shall be in aluminium or stainless steel (316).

Materials in low temperature service selected for parts of the pipe support clamping details between the cold barriers and reinforcement plates on piping shall be impact tested at a temperature equal to or lower than the minimum design temperature for the piping class.

Special consideration shall be taken for lines with pipe internal medium design temperature below  $-46^{\circ}\text{C}$  ( $-51^{\circ}\text{F}$ ). A barrier (cold trap) might be required between pipe support and steelwork to avoid cold transportation into the main steel through the support.

The piping support system shall be designed to avoid ice build-up which can impact the free movement of pipe supports. Special consideration shall be taken for lines with pipe internal medium operating temperature below  $0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ ). A barrier (cryogenic shoe) shall be provided between pipe support and steelwork to avoid ice build up and to avoid cold transportation into the main steel through the support.

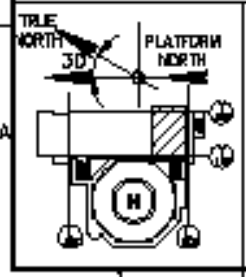
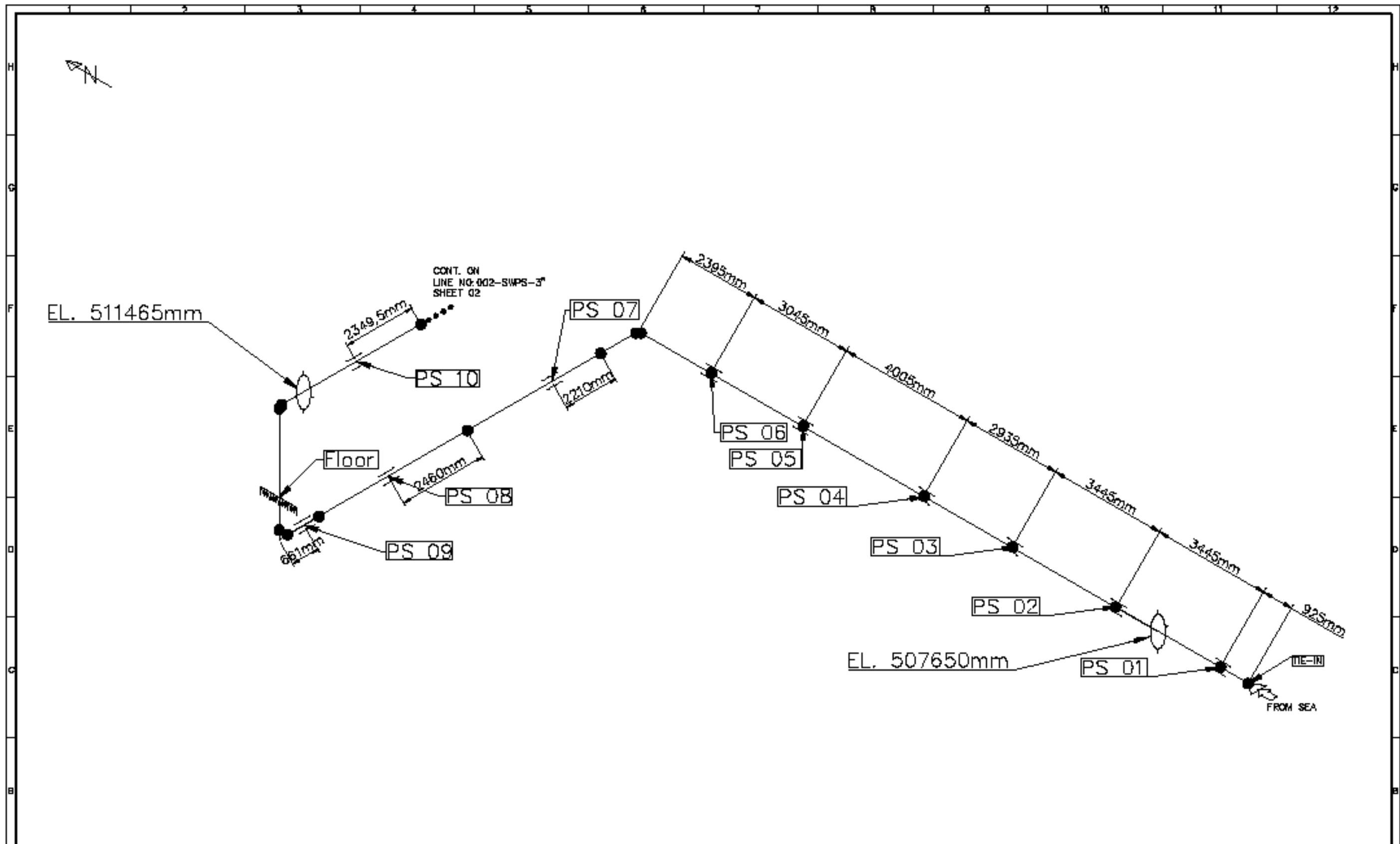
Galvanic corrosion between dissimilar metals shall be avoided. Water ingress shall be prevented by using an accepted procedure for surface protection. Ref. is made to chapter 2.7.

Materials for bolts and nuts, including U-bolts, shall be in accordance with TR3101. Bolt length shall be selected by the Sub-Contractor such that preferably 2-3 gauges of thread protrude after final installation of the pipe supports.

## 2.4 Design loads requirements

The design of pipe support elements and supporting structures shall be based on load combinations described in TR1951 and acting loads, e.g.:

- Wind loads
- Explosion loads



NOTES:  
 ● - Welded joints  
 PS - Pipe support

CONTRACT NO.

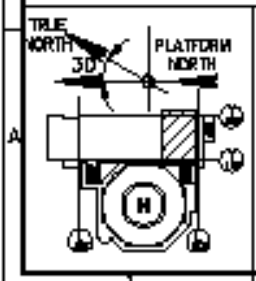
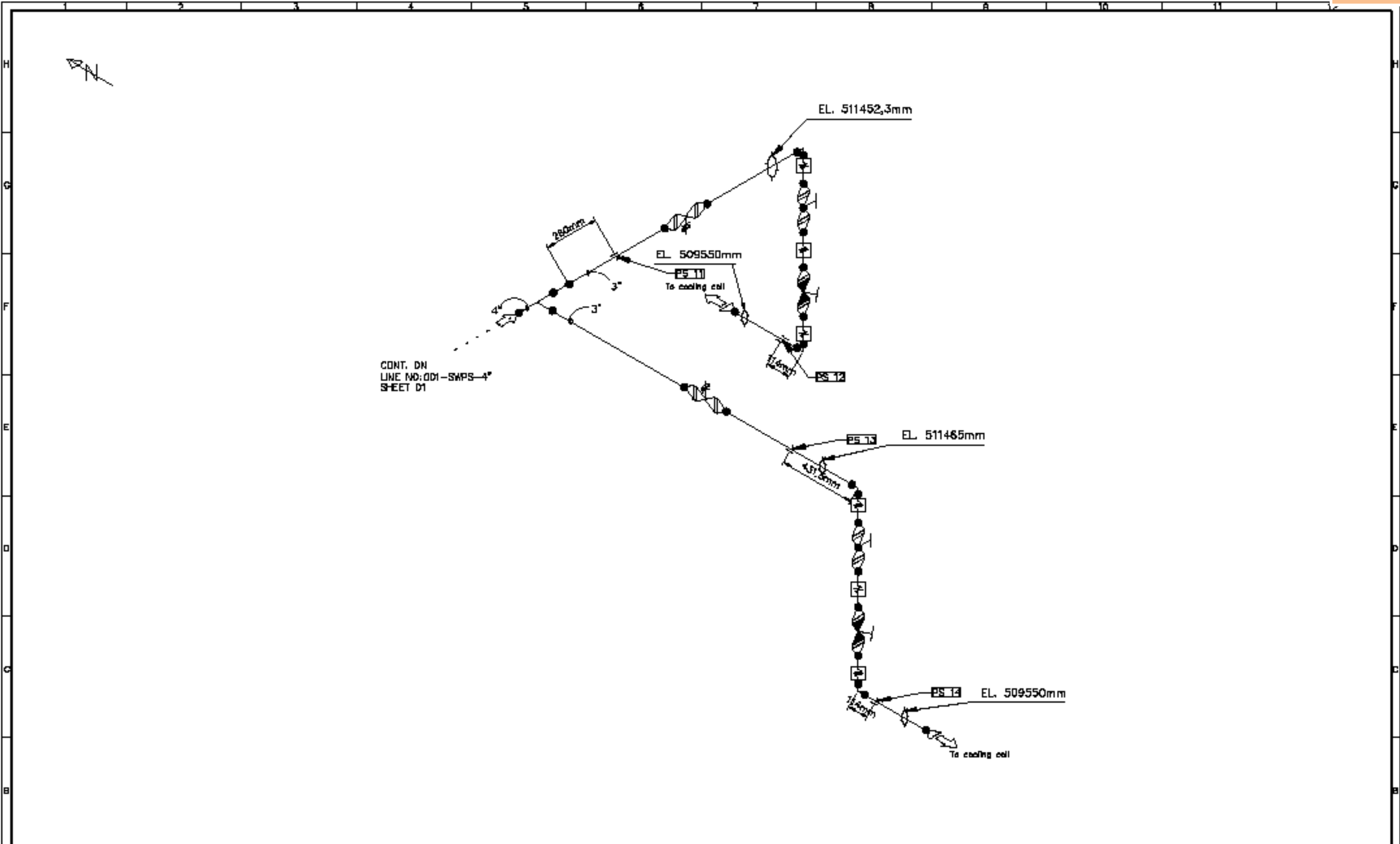
**APPLY**

A3	100:1		
NO	SCALE	AREA	SYSTEM

PROJECT NAME  
**Gina Krog Topside EPCH - LQ**

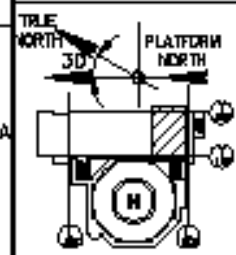
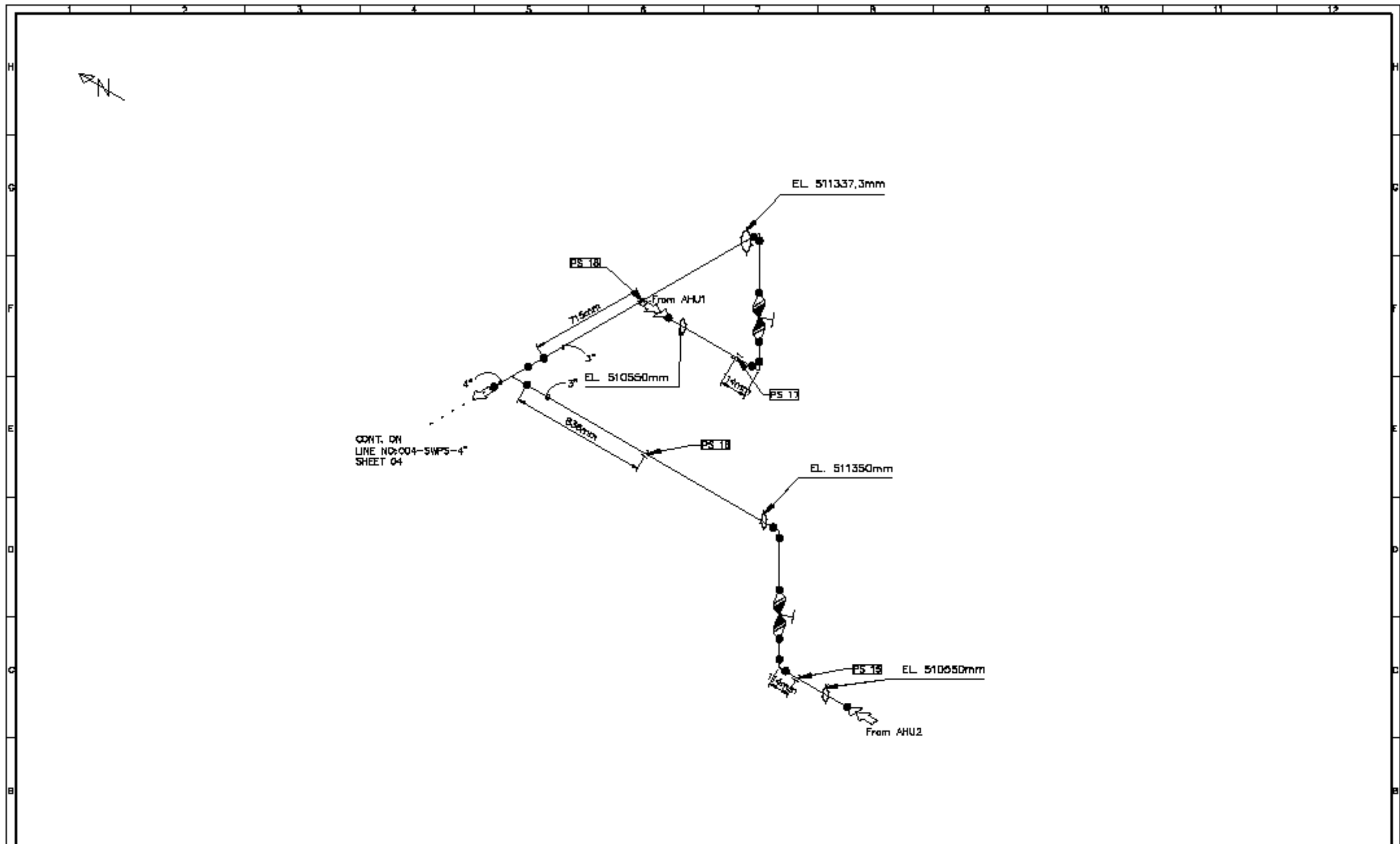
DRAWING TITLE  
 Supply Water Pipe  
 LINE NO: 001-SWPS-4"-Rørstøtte

001	Q1	Q1	Q4
COMPANY DOCUMENT NUMBER	REV.	SHEET	TOTAL




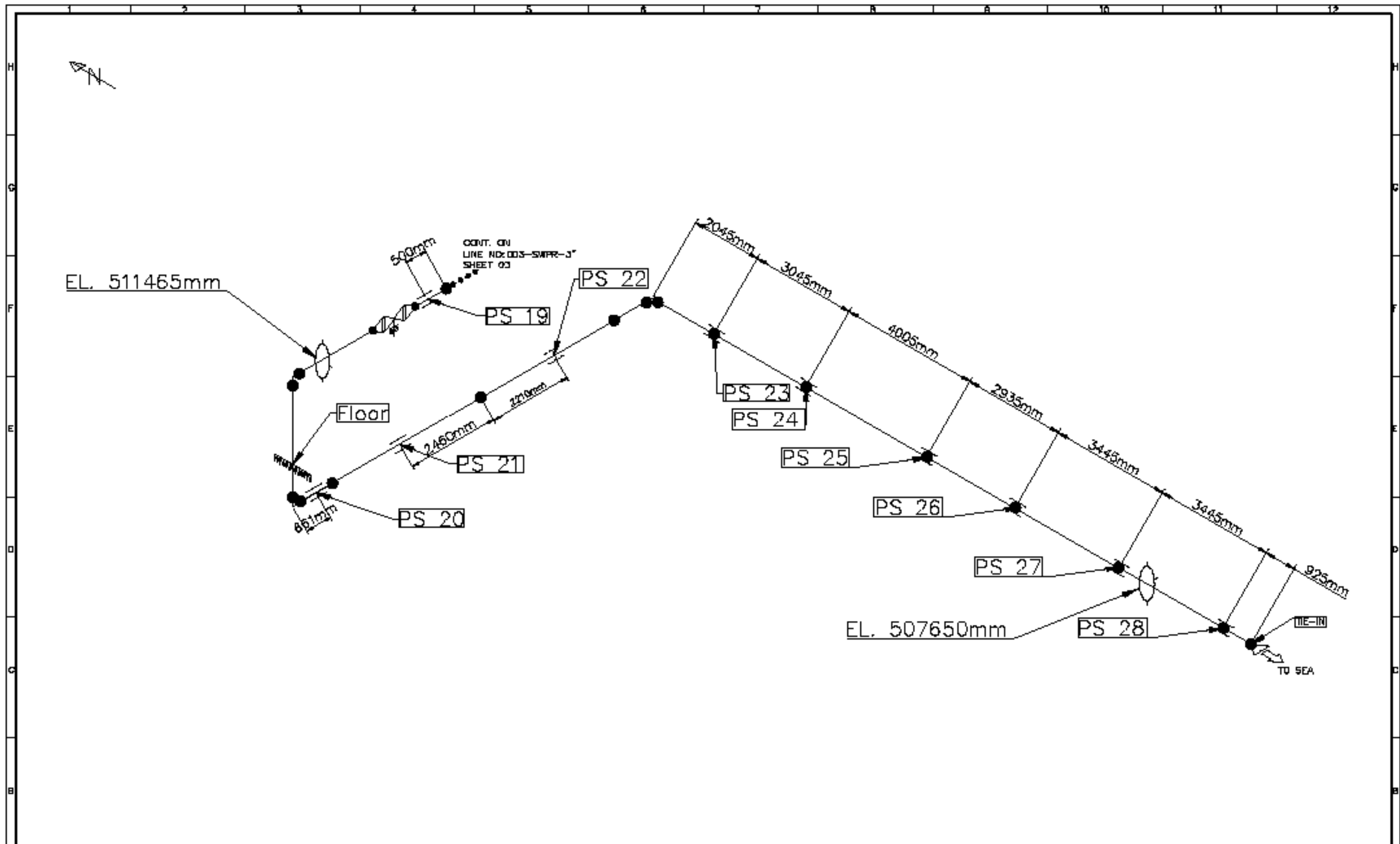
NOTES:  
● - Welded points  
PS - Pipe support

CONTRACT NO:				PROJECT NAME			
				Gina Krog Topside EPCH - LQ			
				DRAWING TITLE			
Supply water pipe				LINE NO: 002-SWPS-3"-Rørstøtte			
A3	1:20	AREA	SYSTEM	002	Q1	Q2	Q4
NO	SCALE	AREA	SYSTEM	COMPANY DOCUMENT NUMBER	REV.	SHEET	TOTAL



NOTES:  
 ● - Welded points  
 PS - Pipe support

CONTRACT NO:				PROJECT NAME: <b>Gina Krog Topside EPCH - LQ</b>				
				DRAWING TITLE: Return water pipe LINE NO: 003-SWPR-3"-Rørsupport				
A.3	1:20			003		Q1	Q3	Q4
NO	SCALE	AREA	SYSTEM	COMPANY DOCUMENT NUMBER		REV.	SHEET	TOTAL



TRUE NORTH  
3D  
PLATFORM NORTH

NOTES:  
● - Measured points  
PS - Pipe support

CONTRACT NO.		PROJECT NAME	
APPLY		Gina Krog Topside EPCH - LQ	
LINE NO: D04-SWPR-4-Rørsupport		DRAWING TITLE	
004		Return Water Pipe	
SCALE		COMPANY DOCUMENT NUMBER	
100:1		004	
AREA		REV. SHEET TOTAL	
SYSTEM		01 04 04	

CONTRACT NO.		PROJECT NAME	
APPLY		Gina Krog Topside EPCH - LQ	
LINE NO: D04-SWPR-4-Rørsupport		DRAWING TITLE	
004		Return Water Pipe	
SCALE		COMPANY DOCUMENT NUMBER	
100:1		004	
AREA		REV. SHEET TOTAL	
SYSTEM		01 04 04	

---

## 2.7 Bolted connections requirements

If a pipe support structure is bolted to the structural steel, it shall be ensured that the bolted connection will not constitute a weak link.

If bolted supports are used, which rely on friction for staying in place or fulfil the design function, the design shall ensure that the bolt pre-tension loads do not diminish during the design life time of the support.

All thread dimensions for bolts, rods, nuts, etc. shall be in accordance with ISO 68-1, and ISO 262.

All bolts shall be secured with a safe locking device for the nut.

Holes for bolts up to and including M24 (1") shall be 2 mm (1/16") larger than the bolt diameter. For bolt sizes larger than M24 (1") the bolt holes shall be 3 mm (1/8") larger than the bolt diameter.

Reference is made to TR3101 for bolt requirements.

An accepted procedure for surface protection of the bolted connection shall be used to avoid water ingress. The procedure shall ensure that all surfaces are protected, including bolting, bolt holes etc. Surfaces between steel profiles that will be inaccessible after installation must be protected prior to assembly.

## 2.8 Allowable Pipe Spans

The stress group shall provide the necessary data for determination of basic spans, overhangs and guide spacing, for piping systems not covered by detailed stress analysis.

Piping systems covered by a detailed stress analysis shall be supported strictly in accordance with the requirements shown on the relevant piping stress isometric. Alteration from the tolerances listed below is not allowed unless a written approval is received from the stress group.

The spacing shall be such that a maximum deflection of 7 mm (1/4") is not exceeded.

The pipe deflections should be calculated for the operating fluid density. Valves, risers, insulation and other installed loads shall be included. Deflections shall not be greater than the slope between two supports on sloped lines.

For GRP lines, ISO 14692 can be used as guidance to span lengths in the initial project development phase. Vendor requirements shall be followed for detailed pipe supports design.

The pipe support spacing does not apply where concentrated weights such as valves or heavy fittings occur. Supports shall be placed as close as possible to these loads in order to keep pipe bending stresses within the code allowance.

## 2.9 Guide spans

The piping system shall be sufficiently guided. The design loads listed in section 2.4 shall be accounted for when determining distances between guides.

## 2.10 Location requirements

Pipe supports shall be located as close as possible to heavy valves, strainers, orifice flanges, removable spools etc.

---



---

Particular attention shall be given to supporting of pressure relief valves, control valves and valves with big actuators. Actuators that require additional guiding of the actuator itself due to explosion loads or vibration risk shall be identified, and suitable located bolt holes or similar shall be agreed with vendor in an early stage.

Pipe supports including springs, shock absorbers etc., shall not be placed in a location likely to be a safety hazard to personnel, e.g., tripping hazard, restricted headroom, blocking escape routes etc.

Supports shall be located such that inline equipment such as control valves, etc., can be removed for maintenance without the need for temporary supports for the remaining piping.

The location or type of support shall not interfere with the installation or removal of maintenance spools, blinds and spacers and shall not obstruct the withdrawal of flange bolts.

The need for temporary supports at equipment in conjunction with maintenance shall be minimized.

Pipe supports shall be located such that sufficient space is allowed for fitting and removal of flange and valve insulation boxes.

Special supporting considerations shall be given to piping systems using rubber seal type couplings to avoid misalignment and bending stresses.

The location of pipe shoes shall ensure full bearing at the maximum point of movement.

The location of spring supports shall ensure that load adjusters, load flanges, fixing bolts, etc. are accessible for adjustment or removal.

Bolted supports solutions shall be considered where required to give sufficient flexibility for removal of inline equipment.

Location of supports shall maximise the use of existing structure.

Supports shall always be located within the confines of each module or preassembled unit/package, and shall not protrude beyond their perimeters, with the exception of supports classified as "Hook-up".

Support frames or posts shall not be placed such that offshore erected plates have to be trimmed around the support, with exception of open grid flooring.

Supporting of one pipe by another pipe requires approval and shall only be considered when all other possibilities have been investigated. GRP pipes shall never be used to support another pipe. However, vents, drains and other branches with a free end shall be supported to the main pipe according to TR2325.

Lines crossing a fire barrier (wall or deck/floor) shall be supported in such a way that the integrity of the fire barrier is maintained in the event of a fire.

Cable trays shall not be used to support piping.

Lines supported off platforms shall be attached directly to structural support members only and not to the flooring or grating.

Vertical piping shall be supported independently of connected horizontal piping.

---



housing. Requirements for fan efficiency to be specified. Fans for corrosive or contaminated air shall be carefully selected for suitability and special properties. Fans for low pressure can be of axial type, i.e. fans in fan coil units and fin fan coolers etc. VSD drive shall be used on all fans in main HVAC systems except small fans in fan coil units, fans in fin fan coolers etc.

### Sea Water Coils

Coils for sea water shall be made from titanium. For cooling coils where condensation may occur, the face air velocity shall not exceed 3 m/s. Such cooling coils shall always be equipped with droplet eliminators. For all coils, the amount of condensate that gathers on the lower part of the coil shall make the actual air velocity increase. For such cases, the face velocity must be reduced. Coils shall have fittings to enable easy venting and drainage. When draining the coil, no pockets filled with liquid shall be left.

A drain pan made from AISI SS316L shall be located below the coil and the droplet eliminator. The drain pan, drain and droplet eliminator shall be designed for an ambient condition where maximum air temperature and humidity occur simultaneously with the minimum cooling medium temperature.

### Fan Coil Units

Fan coil units shall be for sea water cooling, waste heat reclaim or DX cooling. For DX cooling, the coolant medium shall be in accordance with latest internationally recognised rules and regulations to comply with environmental requirements

### Heating Coils

Heating shall be with electrical heating coils (Ex / Ingress Protection class as required). The surface temperature of heating elements shall not exceed the auto ignition temperature of any gas potentially present in the area.

### Dampers

Dampers shall be of a brand with good reputation from offshore use. All dampers shall be suitable for operation in any position/orientation and shall be in compliance with duct/operational conditions where installed.

Dampers installed as part of air handling /conditioning unit shall have handles, junction boxes and blade indicators located external to the envelope of the unit casing. The actuator shall have sufficient torque to operate the damper with full air flow. The arrangement shall ensure easy operation of the damper with full air flow and a differential pressure of 2000Pa in closed position.

Manual lever for operation shall be supplied with each damper. Each damper shall be fitted with a local blade position indicator, giving a scaled or fixed status indication of blade position, marked "open" and "closed". Limit switch for closed and open identification shall be implemented for all actuator operated dampers.

Damper blades shall be constructed to withstand actual design pressure in closed position.

#### 8.2.1.1 Fire Dampers

All fire dampers shall be actuator operated and fail closed. Main Intake and extract fire dampers for areas with active smoke control shall not have temperature sensors (fusible link). Damper shall close completely within 1 second from local solenoid closing. This requirement shall be met with air velocity of 20 m/s, and pressure differential of 2000 Pa, acting from either face on damper blades. At similar conditions, the response time for fire/gas dampers installed in air intakes shall be 1 second.

Main fire damper features shall be as follows:

- Pneumatic actuator.
- Quick exhaust valve.



PIPE SCHEDULE CHART (INCH)

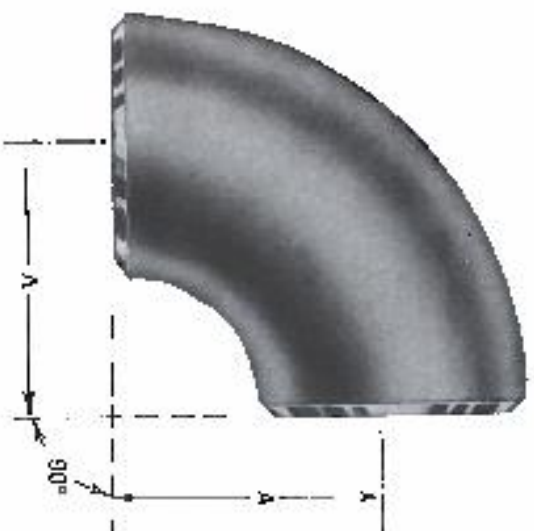
ASME B36.19-B36.10 - pipe dimensions in inch and weights in kg

DN (mm)	OD (inch)	5	10	15	20	25	STD (inch)	40	60	80	100	120	140	160	180
1/8	0.005						0.005	0.008							
1/4	0.040						0.040	0.048							
3/8	0.075						0.075	0.090							
1/2	0.100						0.100	0.120							
3/4	0.125						0.125	0.150							
1	0.150						0.150	0.180							
1 1/4	0.1875						0.1875	0.225							
1 1/2	0.21875						0.21875	0.2625							
2	0.28125						0.28125	0.3375							
2 1/2	0.34375						0.34375	0.4125							
3	0.40625						0.40625	0.4875							
3 1/2	0.46875						0.46875	0.5625							
4	0.53125						0.53125	0.6375							
4 1/2	0.59375						0.59375	0.7125							
5	0.65625						0.65625	0.7875							
5 1/2	0.71875						0.71875	0.8625							
6	0.78125						0.78125	0.9375							
6 1/2	0.84375						0.84375	1.0125							
7	0.90625						0.90625	1.0875							
7 1/2	0.96875						0.96875	1.1625							
8	1.03125						1.03125	1.2375							
8 1/2	1.09375						1.09375	1.3125							
9	1.15625						1.15625	1.3875							
9 1/2	1.21875						1.21875	1.4625							
10	1.28125						1.28125	1.5375							
10 1/2	1.34375						1.34375	1.6125							
11	1.40625						1.40625	1.6875							
11 1/2	1.46875						1.46875	1.7625							
12	1.53125						1.53125	1.8375							
12 1/2	1.59375						1.59375	1.9125							
13	1.65625						1.65625	1.9875							
13 1/2	1.71875						1.71875	2.0625							
14	1.78125						1.78125	2.1375							
14 1/2	1.84375						1.84375	2.2125							
15	1.90625						1.90625	2.2875							
15 1/2	1.96875						1.96875	2.3625							
16	2.03125						2.03125	2.4375							
16 1/2	2.09375						2.09375	2.5125							
17	2.15625						2.15625	2.5875							
17 1/2	2.21875						2.21875	2.6625							
18	2.28125						2.28125	2.7375							
18 1/2	2.34375						2.34375	2.8125							
19	2.40625						2.40625	2.8875							
19 1/2	2.46875						2.46875	2.9625							
20	2.53125						2.53125	3.0375							
20 1/2	2.59375						2.59375	3.1125							
21	2.65625						2.65625	3.1875							
21 1/2	2.71875						2.71875	3.2625							
22	2.78125						2.78125	3.3375							
22 1/2	2.84375						2.84375	3.4125							
23	2.90625						2.90625	3.4875							
23 1/2	2.96875						2.96875	3.5625							
24	3.03125						3.03125	3.6375							
24 1/2	3.09375						3.09375	3.7125							
25	3.15625						3.15625	3.7875							
25 1/2	3.21875						3.21875	3.8625							
26	3.28125						3.28125	3.9375							
26 1/2	3.34375						3.34375	4.0125							
27	3.40625						3.40625	4.0875							
27 1/2	3.46875						3.46875	4.1625							
28	3.53125						3.53125	4.2375							
28 1/2	3.59375						3.59375	4.3125							
29	3.65625						3.65625	4.3875							
29 1/2	3.71875						3.71875	4.4625							
30	3.78125						3.78125	4.5375							
30 1/2	3.84375						3.84375	4.6125							
31	3.90625						3.90625	4.6875							
31 1/2	3.96875						3.96875	4.7625							
32	4.03125						4.03125	4.8375							
32 1/2	4.09375						4.09375	4.9125							
33	4.15625						4.15625	4.9875							
33 1/2	4.21875						4.21875	5.0625							
34	4.28125						4.28125	5.1375							
34 1/2	4.34375						4.34375	5.2125							
35	4.40625						4.40625	5.2875							
35 1/2	4.46875						4.46875	5.3625							
36	4.53125						4.53125	5.4375							
36 1/2	4.59375						4.59375	5.5125							
37	4.65625						4.65625	5.5875							
37 1/2	4.71875						4.71875	5.6625							
38	4.78125						4.78125	5.7375							
38 1/2	4.84375						4.84375	5.8125							
39	4.90625						4.90625	5.8875							
39 1/2	4.96875						4.96875	5.9625							
40	5.03125						5.03125	6.0375							
40 1/2	5.09375						5.09375	6.1125							
41	5.15625						5.15625	6.1875							
41 1/2	5.21875						5.21875	6.2625							
42	5.28125						5.28125	6.3375							
42 1/2	5.34375						5.34375	6.4125							
43	5.40625						5.40625	6.4875							
43 1/2	5.46875						5.46875	6.5625							
44	5.53125						5.53125	6.6375							
44 1/2	5.59375						5.59375	6.7125							
45	5.65625						5.65625	6.7875							
45 1/2	5.71875						5.71875	6.8625							
46	5.78125						5.78125	6.9375							
46 1/2	5.84375						5.84375	7.0125							
47	5.90625						5.90625	7.0875							
47 1/2	5.96875						5.96875	7.1625							
48	6.03125						6.03125	7.2375							
48 1/2	6.09375						6.09375	7.3125							
49	6.15625						6.15625	7.3875							
49 1/2	6.21875						6.21875	7.4625							
50	6.28125						6.28125	7.5375							
50 1/2	6.34375														

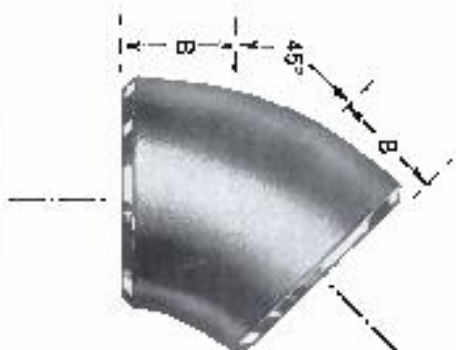


Long radius elbows

90° long radius elbow



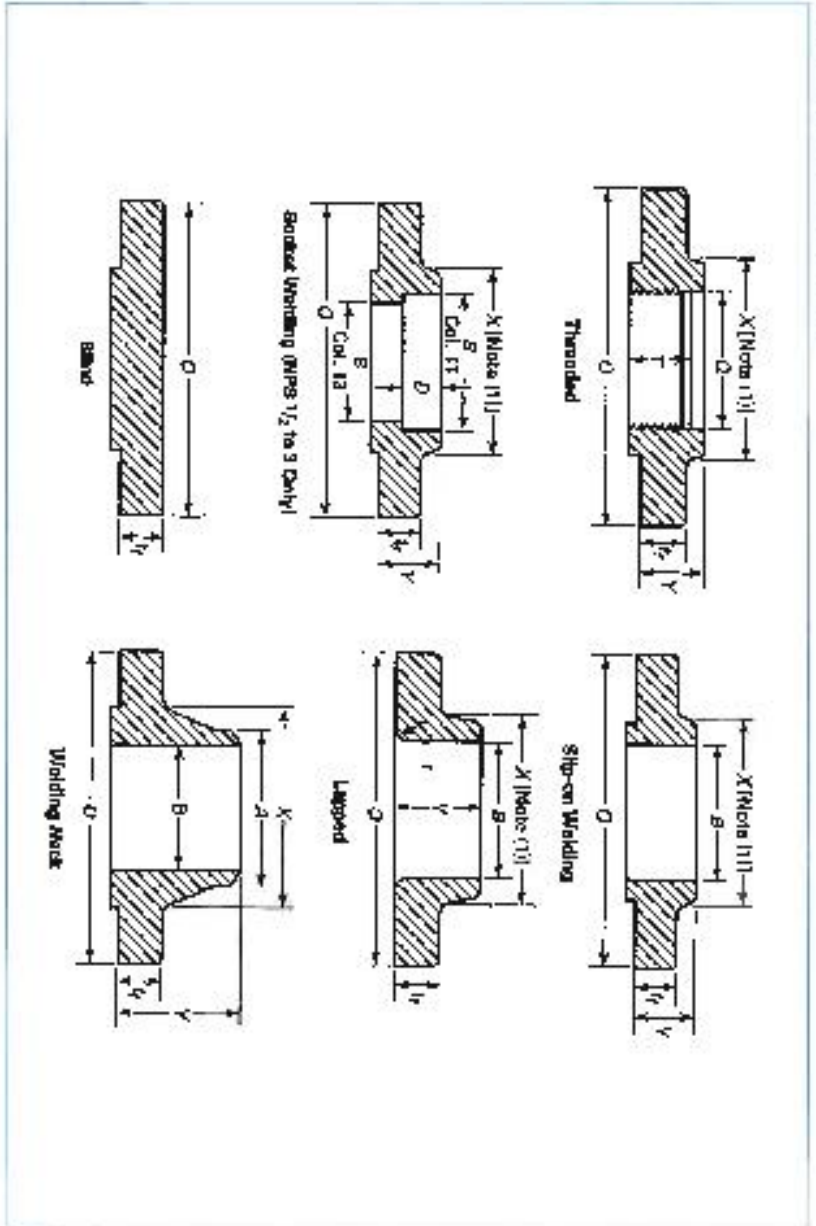
45° long radius elbow



ASME B16.9				MSS SP-75			
N.B.	O.D. at Bevel (mm)	A (mm)	B (mm)	N.B.	O.D. at Bevel (mm)	A (mm)	B (mm)
1/2	21.3	38	6	16	406.1	670	254
3/4	26.7	38	9	18	457.0	686	286
1	33.4	38	12	20	508.0	762	318
1 1/2	42.2	48	15	22	589.0	838	343
2	48.3	57	19	24	610.0	974	381
2 1/2	60.3	76	25	26	680.0	991	436
3	73.0	95	35	28	711.0	1067	438
3 1/2	83.9	114	44	30	762.0	1143	470
4	101.6	133	57	32	873.5	1215	502
4 1/2	114.3	152	64	34	881.0	1295	533
5	141.3	180	75	36	914.0	1372	546
6	168.3	209	95	38	985.0	1445	580
8	213.3	305	127	40	1016.0	1524	632
10	273.0	381	159	42	1067.0	1500	684
12	323.8	457	190	44	1118.0	1570	695
14	365.6	533	222	46	1168.0	1753	727
16	406.4	610	254	48	1219.0	1829	759
18	467.0	686	286				
20	508.0	762	318				
22	559.0	838	343				
24	610.0	914	381				
26	660.0	991	436				
28	711.0	1067	438				
30	762.0	1143	470				
32	813.0	1219	502				
34	864.0	1295	533				
36	914.0	1372	546				
38	965.0	1445	580				
40	1016.0	1524	632				
42	1067.0	1600	684				
44	1118.0	1676	695				
46	1168.0	1753	727				
48	1219.0	1829	759				



CLASS 150 FLANGES

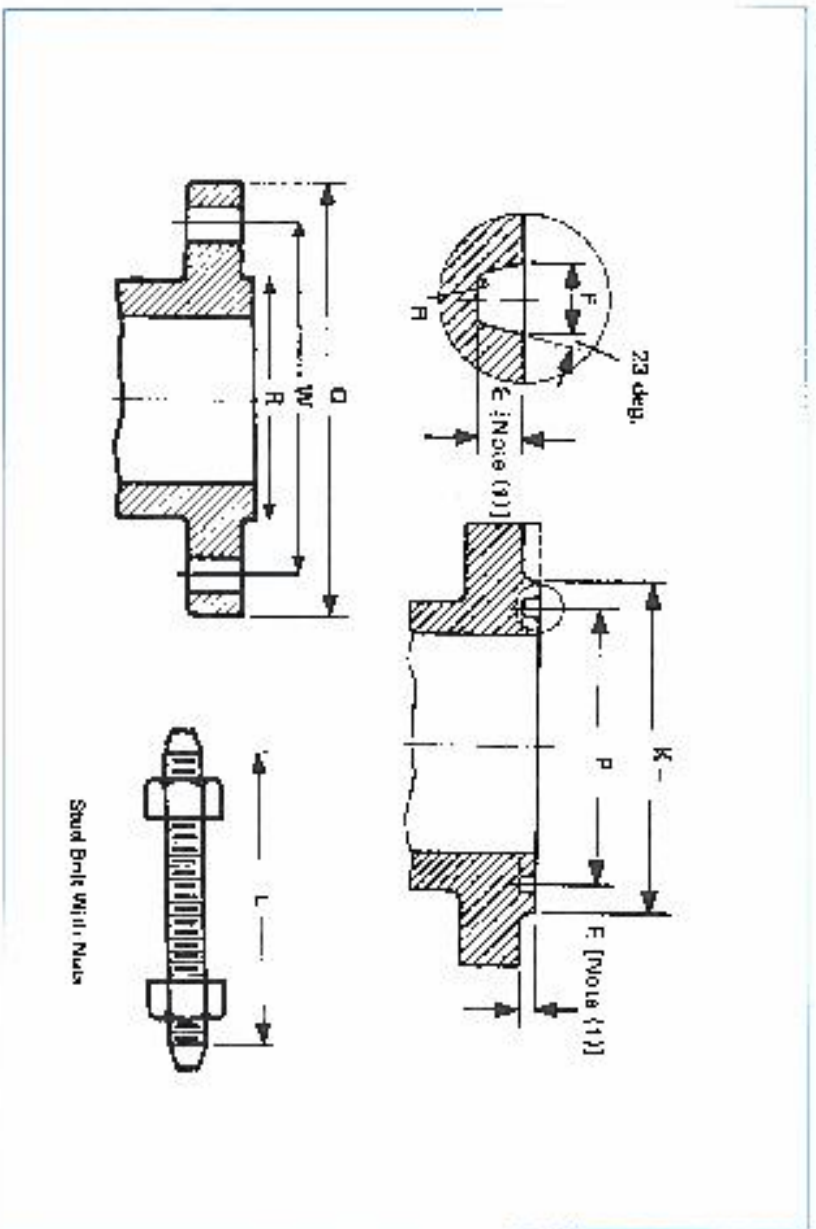


DIMENSIONS OF CLASS 150 FLANGES (mm)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Flange dimensions	Hub dimensions	Length	Through Hub	Threaded Range	Slip-on	Weld Neck	Counter bore	Thread length	Socket depth	Slip-on	Lapped	Weld neck	
Nominal pipe size	OD	Thickness	Large end	Small end	Thru Slip Sw	Lapped	Weld neck	Counter bore	Thread length	Socket depth	Slip-on	Lapped	Weld neck
NPS	Ø	# min. r	X	A	Y	Y	Y	Ø min.	T min.	D	B min.	B min.	B
1/2	48.0	0.6	80.0	21.3	14.0	16.0	48.0	..	18.0	13.0	22.2	22.9	19.3
3/4	60.0	0.7	88.0	26.7	14.0	16.0	51.0	..	18.0	11.0	27.7	28.2	20.9
1	72.0	0.8	96.0	32.1	16.0	18.0	54.0	..	17.0	13.0	34.6	34.9	26.5
1 1/2	88.0	1.0	108.0	42.2	18.0	21.0	58.0	..	21.0	14.0	42.2	42.7	35.1
2	108.0	1.3	126.0	50.2	21.0	24.0	63.0	..	24.0	17.0	49.5	50.0	40.9
2 1/2	130.0	1.6	146.0	60.3	24.0	28.0	69.0	..	28.0	19.0	57.9	58.4	47.9
3	150.0	1.9	168.0	73.0	27.0	32.0	78.0	..	32.0	21.0	67.3	67.8	56.0
3 1/2	170.0	2.2	186.0	88.7	30.0	36.0	88.0	..	36.0	23.0	78.7	79.2	65.0
4	190.0	2.5	204.0	106.0	32.0	38.0	101.0	..	38.0	25.0	91.4	91.9	74.0
5	215.0	2.9	230.0	124.3	36.0	42.0	116.0	..	42.0	28.0	104.1	104.6	84.0
6	240.0	3.3	258.0	143.3	38.0	46.0	133.0	..	46.0	31.0	118.9	119.4	95.0
8	280.0	3.9	300.0	168.3	42.0	50.0	154.0	..	50.0	35.0	139.7	140.2	110.0
10	320.0	4.5	342.0	198.3	46.0	54.0	180.0	..	54.0	39.0	162.5	163.0	126.0
12	360.0	5.1	384.0	228.3	50.0	58.0	201.0	..	58.0	43.0	187.3	187.8	144.0
14	405.0	5.7	426.0	258.3	54.0	62.0	222.0	..	62.0	47.0	213.1	213.6	162.0
16	450.0	6.3	468.0	288.3	58.0	66.0	243.0	..	66.0	51.0	239.9	240.4	180.0
18	495.0	6.9	510.0	318.3	62.0	70.0	264.0	..	70.0	55.0	266.7	267.2	198.0
20	540.0	7.5	552.0	348.3	66.0	74.0	285.0	..	74.0	59.0	293.5	294.0	216.0
24	660.0	9.1	666.0	428.3	78.0	86.0	345.0	..	86.0	69.0	353.5	354.0	258.0

NOTE: All dimensions except flange and hub diameter are in millimeters. The dimensions B for slip on range equals B for weld neck.  
 (1) The tolerance for F is only applicable for groove depth.  
 (2) The tolerance for R is only applicable for groove depth.  
 (3) The tolerance for Y is only applicable for groove depth.

CLASS 150 FLANGES



DIMENSIONS OF CLASS 150 FLANGES (mm)

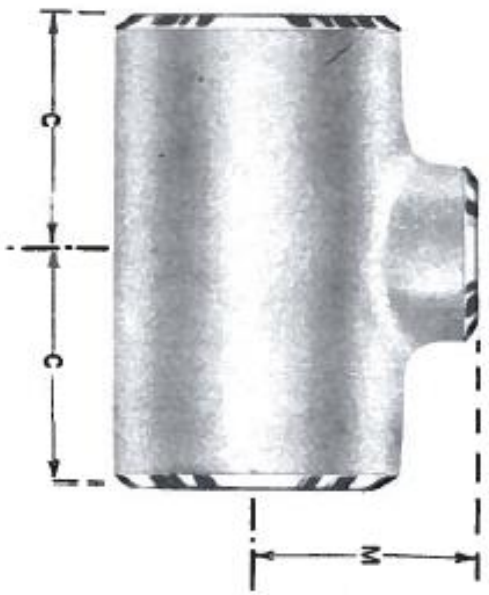
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
RF dimensions	RF dimensions	RF dimensions	RF dimensions	RF dimensions	RF dimensions	RF dimensions	RF dimensions	RF dimensions	RF dimensions	RF dimensions	RF dimensions	RF dimensions	RF dimensions	RF dimensions
Flange	Hub	Flange	Hub	Flange	Hub	Flange	Hub	Flange	Hub	Flange	Hub	Flange	Hub	Flange
OD	Height	OD	Height	OD	Height	OD	Height	OD	Height	OD	Height	OD	Height	OD
NPS	R	K	E	P	ε	F	W	W	W	W	W	W	W	W
1/2	34.9	2.0	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3/4	42.0	2.0	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
1	50.8	2.0	63.5	6.35	41.5	47.63	6.35	8.74	79.2	15.9	4	12	65.0	..
1 1/2	63.5	2.0	73.0	6.35	51.7	57.15	6.35	8.74	98.4	15.9	4	12	70.0	85.0
2	73.0	2.0	82.5	6.35	61.9	65.07	6.35	8.74	109.7	15.9	4	12	70.0	85.0
2 1/2	82.1	2.0	102.0	6.35	72.2	82.55	6.35	8.74	120.7	15.1	4	5/8	95.0	95.0
3	104.8	2.0	121.0	6.35	82.5	101.60	6.35	8.74	131.7	14.1	4	5/8	90.0	100.0
3 1/2	127.0	2.0	133.0	6.35	92.9	114.30	6.35	8.74	142.7	14.1	4	5/8	90.0	100.0
4	157.2	2.0	154.0	6.35	103.3	131.78	6.35	8.74	153.7	14.1	6	5/8	90.0	100.0
5	185.7	2.0	171.0	6.35	113.7	149.23	6.35	8.74	164.7	14.1	6	5/8	90.0	100.0
6	215.9	2.0	194.0	6.35	124.1	171.49	6.35	8.74	175.7	14.1	6	5/8	90.0	100.0
8	259.9	2.0	230.0	6.35	144.3	193.68	6.35	8.74	196.7	14.1	6	5/8	90.0	100.0
10	329.8	2.0	300.0	6.35	164.5	217.49	6.35	8.74	217.7	14.1	6	5/8	90.0	100.0
12	381.0	2.0	330.0	6.35	184.7	241.30	6.35	8.74	238.7	14.1	6	5/8	90.0	100.0
14	417.8	2.0	360.0	6.35	204.9	265.11	6.35	8.74	259.7	14.1	6	5/8	90.0	100.0
16	489.3	2.0	426.0	6.35	225.1	288.92	6.35	8.74	280.7	14.1	6	5/8	90.0	100.0
18	533.4	2.0	468.0	6.35	245.3	312.73	6.35	8.74	301.7	14.1	6	5/8	90.0	100.0
20	584.2	2.0	510.0	6.35	265.5	336.54	6.35	8.74	322.7	14.1	6	5/8	90.0	100.0
24	607.2	2.0	552.0	6.35	285.7	360.35	6.35	8.74	343.7	14.1	6	5/8	90.0	100.0

NOTE: All dimensions except groove and hub diameter are in millimeters. The dimensions B for slip on range equals B for weld neck.  
 (1) The tolerance for F is only applicable for groove depth.  
 (2) The tolerance for R is only applicable for groove depth.  
 (3) The tolerance for Y is only applicable for groove depth.



Tees

Reducing Outlet Tees



REDUCING OUTLET TEES (dimensions in mm)

N.B.	ASME B16.9				MSS SP-75					
	Run	Outlet	O.D. at Bevel	Run	Outlet	Run	Outlet	O.D. at Bevel	Run	Outlet
1/2	3/8	21,3	17,3	25	25					
1/2	1/4	21,3	13,7	25	25					
3/4	1/2	26,7	21,3	29	29					
3/4	3/8	26,7	17,3	29	29					
1	3/4	33,4	26,7	38	38					
1	1/2	33,4	21,3	38	38					
1	3/4	42,2	33,4	48	48					
1	1/2	42,2	26,7	48	48					
1	3/4	42,2	21,3	48	48					
1	1/2	48,3	42,2	57	57					
1	3/4	48,3	33,4	57	57					
1	1/2	48,3	26,7	57	57					
1	3/4	48,3	21,3	57	57					
2	1	60,3	48,3	64	60					
2	1/2	60,3	42,2	64	57					
2	3/4	60,3	33,4	64	51					
2	1	60,3	26,7	64	44					
2	3/4	60,3	21,3	64	44					
2	1/2	73,0	60,3	76	70					
2	3/4	73,0	48,3	76	67					
2	1	73,0	42,2	76	64					
2	3/4	73,0	33,4	76	57					
3	2	88,9	73,0	86	83					
3	1	88,9	60,3	86	76					
3	3/4	88,9	48,3	86	73					
3	1/2	88,9	42,2	86	70					
3	3/4	101,6	88,9	95	92					
3	1	101,6	73,0	95	89					
3	3/4	101,6	60,3	95	83					
3	1/2	101,6	48,3	95	79					

REDUCING OUTLET TEES (dimensions in mm) – continued

N.B.	ASME B16.9				MSS SP-75					
	Run	Outlet	O.D. at Bevel	Run	Outlet	Run	Outlet	O.D. at Bevel	Run	Outlet
4	3	114,3	101,6	105	102					
4	2	114,3	88,9	105	98					
4	1	114,3	73,0	105	95					
4	3/4	114,3	60,3	105	89					
4	1/2	114,3	48,3	105	86					
5	4	141,3	114,3	124	117					
5	3	141,3	101,6	124	114					
5	2	141,3	88,9	124	111					
5	1	141,3	73,0	124	108					
5	3/4	141,3	60,3	124	105					
5	1/2	141,3	48,3	124	105					
6	5	168,3	141,3	143	137					
6	4	168,3	114,3	143	130					
6	3	168,3	101,6	143	127					
6	2	168,3	88,9	143	124					
6	1	168,3	73,0	143	121					
8	6	219,1	168,3	178	168					
8	5	219,1	141,3	178	162					
8	4	219,1	114,3	178	156					
8	3	219,1	101,6	178	152					
10	8	273,0	219,1	216	203					
10	6	273,0	168,3	216	194					
10	5	273,0	141,3	216	191					
10	4	273,0	114,3	216	184					
12	10	323,8	273,0	254	241					
12	8	323,8	219,1	254	229					
12	6	323,8	168,3	254	219					
12	5	323,8	141,3	254	216					
14	12	355,6	323,8	279	270					
14	10	355,6	273,0	279	257					
14	8	355,6	219,1	279	246					
14	6	355,6	168,3	279	238					
16	14	406,4	355,6	305	305					
16	12	406,4	323,8	305	295					
16	10	406,4	273,0	305	283					
16	8	406,4	219,1	305	273					
16	6	406,4	168,3	305	264					
18	16	457	406,4	343	330					
18	14	457	355,6	343	330					
18	12	457	323,8	343	321					
18	10	457	273,0	343	308					
18	8	457	219,1	343	298					
20	18	508	457,0	381	368					
20	16	508	406,4	381	356					
20	14	508	355,6	381	356					
20	12	508	323,8	381	346					
20	10	508	273,0	381	333					
20	8	508	219,1	381	324					
22	20	559	508,0	419	406					
22	18	559	457,0	419	394					
22	16	559	406,4	419	381					
22	14	559	355,6	419	381					
22	12	559	323,8	419	371					
22	10	559	273,0	419	359					
24	22	610	559,0	432	432					
24	20	610	508,0	432	432					
24	18	610	457,0	432	419					
24	16	610	406,4	432	406					
24	14	610	355,6	432	406					
24	12	610	323,8	432	397					
24	10	610	273,0	432	384					





Piping and valve specification Gudrun	Doc.no. TR2000	Plant GUDRUN	Sec.no. 9	<b>TR2000</b>		
VSM: V-5001	Project no.	Rev.no. 0	Rev.date 01.10.2010	Status: 0	Page: 1	Of: 6

**Content:**

1	Objective, target group and provision
1.1	Objective
1.2	Target group
1.3	Provision
2	Scope
2.1	Selection of valve type
2.2	Valve selection matrix for main piping
2.3	Valve arrangements in PDS
2.4	Equipment and system isolation for maintenance
2.5	Riser valve
3	Valve Selection Matrix
3.1	Service
3.2	Function
3.3	Sec, rating and temperature ranges
3.4	Valve Type
4	Cryogenic Service (HOLD!!)
4.1	Cryogenic service valve selection
4.2	Installation position
4.3	Valve selection guide for valves identified to be operated in cold condition
App A	Valve selection Matrix

**Objective, target group and provision****Objective**

The objective of this document is to describe selection of on/off valves to secure correct valve for actual service conditions.

It covers process plants off- and onshore, from topside riser including pipeline ESD valve (offshore plants), and equivalent system onshore.

**Target group**

The target group for this document is personnel involved in conceptual studies, FEED studies, pre-engineering, project execution design and modifications.

**Provision**

This document is a part of TR2000 and is hereby provided for in document, TR3010 'Mechanical Technology Technical Requirements Standards'.



This document is published and updated by TNE PRT MET. Any deviation from this specification shall be handled and approved by the publisher in accordance with Statoil WR0311, Rules, uniformities and dispensations.

## Scope

This document specifies general guidelines for selection of valves.

### Selection of valve type

Valve selection shall be done in accordance with the guidelines described herein and the enclosed valve selection matrix.

### Valve selection matrix for main piping

The valve selection will follow the following steps to identify the valve type to be used:

7. Identification of applicable service and service group
8. Identification of applicable valve function
9. Identification of applicable rating, size range and temperature range
10. Use the valve selection matrix to find the point of intersection and thereby the valve type for the above identified conditions. (Note 1)
11. To finally decide VDS selection, further evaluations need to be made
12. Evaluate alternative valve selection.

Note 1)

The valve selection matrix is a simplified approach for valve selection and shall be used for the defined range in worksheet for "Size". Special considerations shall be made for valve selection falling within one of the following categories:

- o Riser valves if defined as a part of the process plant responsibility
- o Valves with rating > CL2500
- o Valves with sizes >24" (>12" for CL2500)

The valve selection philosophy applies also outside the matrix's scope. Alternatives may be selected where indicated if this is documented to be a more cost effective design.

### Valve arrangements in PDS

TR2325 Piping Detail Standards (PDS) or a project specific PDS will typically show branch valve arrangements not covered by TR2000 which will then prevail.

### Equipment and system isolation for maintenance

TR1951 is referred for Isolation barrier requirements.

### Riser valve

TR1951 is referred for riser valve flanged connection requirements.

### Valve Selection Matrix

The valve selection matrix is established on a spreadsheet using spreadsheet functions to ease and simplify the valve selection spreadsheet includes the main matrix found in worksheet "Valve Selection Manual" which includes hyperlinks to underlying excel supplementary information.

### Service

Valve service conditions are vital for correct valve selection and are in the valve selection matrix left vertical column's simplified services/service code to service group in worksheet "Service".

A definition of the service groups are in the worksheet found in service description and may be used to evaluate services not in listing of services.

### Abrasive/dirty services

The service description shall be used to differentiate between abrasive service and dirty service where erosion allowance in pipe shall be used as basis for addressing actual service in service group.

### Function

Valve function is also relevant for correct valve selection and is defined on the top horizontal row. Supplementary information on valve function is found in worksheet "Function".

### Size, rating and temperature ranges

Rating, size range and temperature ranges are simplified in the valve selection matrix where underlying worksheet includes such information as follows:

- o Definition of rating and size ranges are found in worksheet "Pressure & Size"
- o Definition of temperature ranges are found in worksheet "Temperature"

It is highlighted that size range defined is applicable for general valve selection and may not be coincident with valve design range, VDS size range and valve size range included in Pipe Class Sheet.

It is also highlighted that design and operation temperature range defined on the VDS may not be coincident with the Pipe Class limitations on the VDS is prevailing.

### Valve Type

The point of intersection for Service, Function, Size, Rating and Temperature gives the valve type. The valve type is identified letters being the two first characters in VDS designator.

The valve selection matrix is used to select the correct main valve type but valve design alternatives defined by other VDS characters have to be decided based on pipe class and service conditions. This is applicable for:

- o Pressure rating defined by the pipe class
- o Material selection defined by the pipe class
- o Valve design variations dependent of service conditions
- o End connection defined by pipe class and service conditions

Selection of rating, material and end connections are defined by other criteria than valve selection and are not further detailed in document.

### Valve design alternatives

Sixth and seventh characters in the VDS gives valve design alternatives and need to be evaluated in addition to evaluation on the valve selection matrix.

*Bronze handles & 11:30 handle  
Upstream & Downstream*

#### Valve bore

Reduced bore valves shall, where defined by alternative VDSes, normally be used for isolation service.

*(Bore hole)*

Forged small bore gate and globe valves are supplied with a reduced bore design (a reduction of bore area up to 35%) and shall be selected. If a full bore valve is required an alternative VDS with full bore design need to be identified.

Where pressure drop is critical (e.g. liquid lines with gravity flow, low pressure gas lines such as suction lines at first stage of blow down lines, etc.) full bore valves shall be used. Full bore valves shall also be used for:

- o Isolating valves for pressure safety valves
- o Valves downstream pig launcher and upstream pig receiver
- o Depressuring valves located upstream a restriction orifice

#### Lined valves for sea water service

Lined valves for sea water service may only be selected if qualified in line with requirements specified in "Qualification required butterfly valves intended for sea water service". Manufacturer of lined butterfly valves shall be qualified to this procedure prior of purchase order. The qualification is valid for 10 years, unless otherwise agreed.

#### Through conduit design alternatives

Through conduit valves includes various design alternatives dependent of service conditions. This is related to:

- o Installation position
- o Gate skirt
- o Inside or outside screw





Third character: Pressure rating	Fourth character: Material	Fifth character: Sub material	Sixth and seventh character: Sequential characters	Eighth character: End connection																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017	018	019	020	021	022	023	024	025	026	027	028	029	030	031	032	033	034	035	036	037	038	039	040	041	042	043	044	045	046	047	048	049	050	051	052	053	054	055	056	057	058	059	060	061	062	063	064	065	066	067	068	069	070	071	072	073	074	075	076	077	078	079	080	081	082	083	084	085	086	087	088	089	090	091	092	093	094	095	096	097	098	099	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000

Character: nominal (Pressure DN)

Size DN

Character: Sequential characters	Character: End connection
001	002
003	004
005	006
007	008
009	010
011	012
013	014
015	016
017	018
019	020
021	022
023	024
025	026
027	028
029	030
031	032
033	034
035	036
037	038
039	040
041	042
043	044
045	046
047	048
049	050
051	052
053	054
055	056
057	058
059	060
061	062
063	064
065	066
067	068
069	070
071	072
073	074
075	076
077	078
079	080
081	082
083	084
085	086
087	088
089	090
091	092
093	094
095	096
097	098
099	100
101	102
103	104
105	106
107	108
109	110
111	112
113	114
115	116
117	118
119	120
121	122
123	124
125	126
127	128
129	130
131	132
133	134
135	136
137	138
139	140
141	142
143	144
145	146
147	148
149	150
151	152
153	154
155	156
157	158
159	160
161	162
163	164
165	166
167	168
169	170
171	172
173	174
175	176
177	178
179	180
181	182
183	184
185	186
187	188
189	190
191	192
193	194
195	196
197	198
199	200
201	202
203	204
205	206
207	208
209	210
211	212
213	214
215	216
217	218
219	220
221	222
223	224
225	226
227	228
229	230
231	232
233	234
235	236
237	238
239	240
241	242
243	244
245	

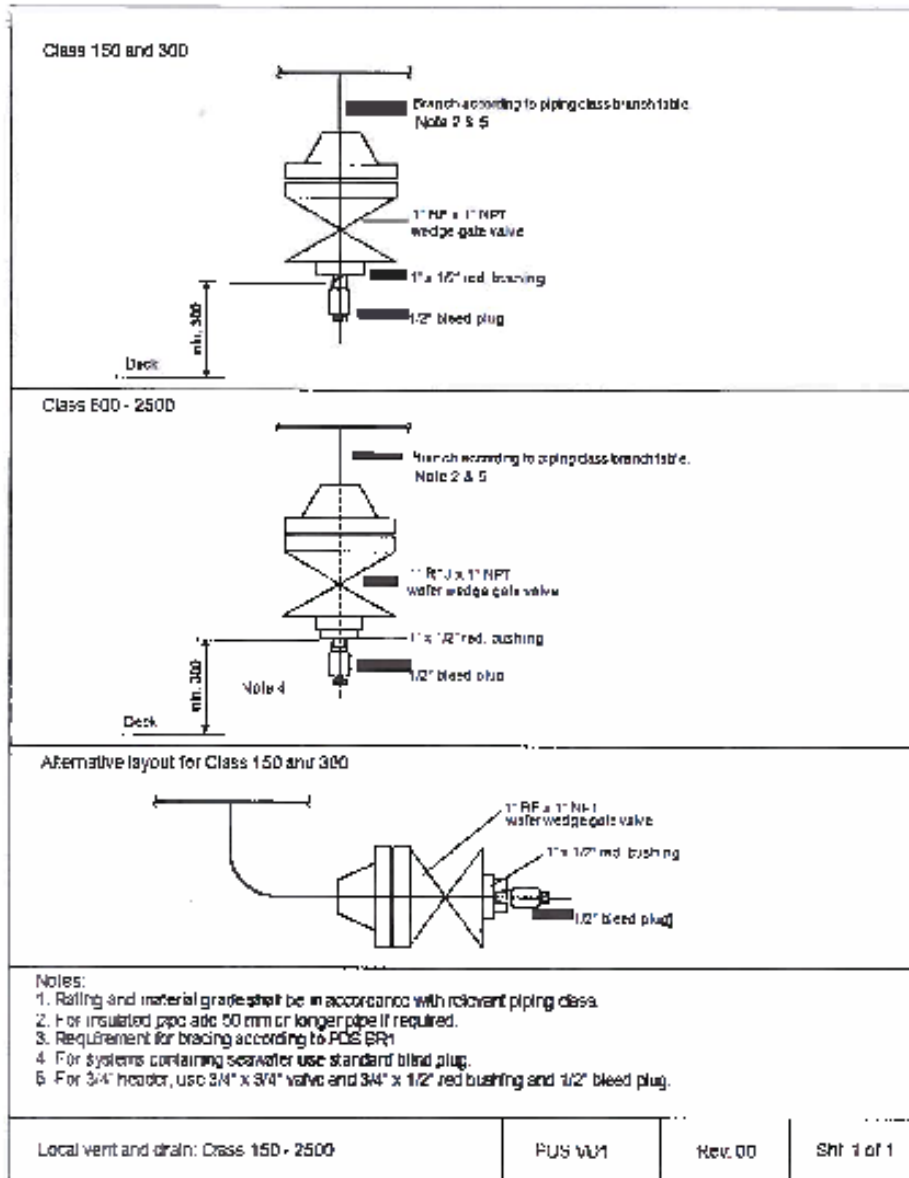


Figure 2.1-24 - PDS VD1, Local Vent and Drain 150-2500

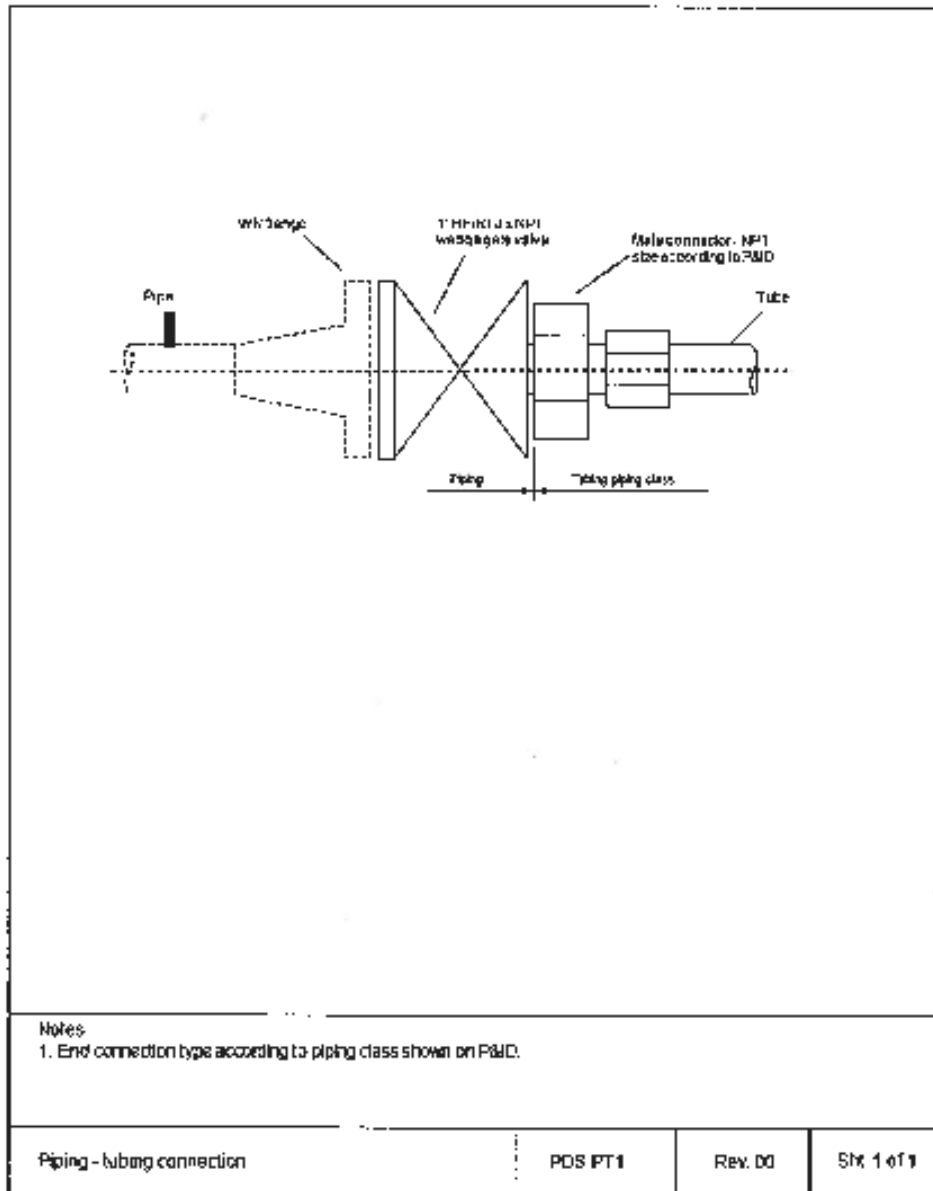


Figure 2.1-40 - PDS PT1, Piping Tubing Connection