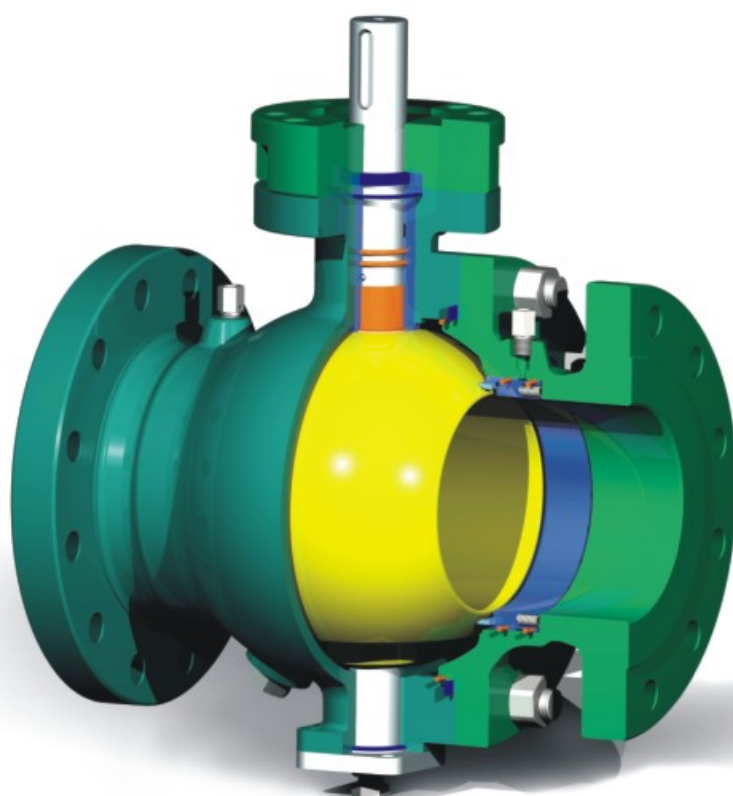




HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Forsvarlig å fjerne PSV- fra ESD-ventiler på Kårstø?



Hovedprosjekt utført ved
Høgskolen Stord/Haugesund – Studie for Ingeniørfag

Maskin, Energi- og Prosessteknikk

Av: *Rune Grønås* *Kandidatnr: 13*
Carl Lauritzen *Kandidatnr: 5*

Haugesund

2008



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Høgskolen Stord/Haugesund
 Studie for ingeniørfag
 Bjørnsonsgt. 45
 5528 HAUGESUND
 Tlf. nr. 52 70 26 00
 Faks nr. 52 70 26 01

Oppgavens tittel Forsvarlig å fjerne PSV- fra ESD-ventiler på Kårstø?		Rapportnummer
Utført av Rune Grønås & Carl Lauritzen		
Linje Maskin		Studieretning Energi- og Prosessteknikk
Gradering Åpen	Innlevert dato 2/5 -08	Veiledere Sanjay Kumar Khattri, HSH Aina Merete Dahle, StatoilHydro ASA

Ekstrakt

Oppgaven drøfter om fjerning av trykksikkerhetsventil (PSV) fra nødavstengingsventil (ESD) er forsvarlig å gjennomføre. En fjerning er ønskelig da Kårstø er usikre på om personell på området stiller på trykksikkerhetsventilene, og det er da usikkert hva slags utløpstrykk PSV ventilene er stilt inn på. Drøftingen viser at det skal være mulig å fjerne PSV ventil dersom godt vedlikehold og trykktesting av aktuelle ventiler før aktivering gjennomføres og hyppige kontroller av bløder ved aktivering oppfølges.

Sammendrag

Denne oppgaven er en drøfting som tar for seg hvorvidt fjerning av trykksikkerhetsventil (PSV) fra nødavstengingsventil (ESD) ved Kårstø er forsvarlig å gjennomføre. Kårstø har en rekke PSV-ventiler koblet opp mot anleggets ESD-ventiler for å ventilere ventilhuset til ESD for gass dersom lekkasje forbi ventilsete skulle oppstå. En fjerning er aktuelt da Kårstø er usikre på hva slags utløpstrykk PSV-ventilene er stilt inn på og om de er overflødige eller nødvendige ved bruk av ESD. Oppgaven viser at det skal være mulig å foreta en fjerning av PSV-ventil dersom en god oppfølging av ventiler og et utfyllende og hyppig vedlikeholdsprogram for å undersøke om lekkasje har oppstått følges. Derimot er det opp til Kårstø selv å velge om de ønsker å utføre en fjerning, da gjeldende krav og regelverk viser at ventiler i slike situasjoner skal være utstyrt med automatisk trykkavlastning.

Oppgaven oppleves å være relevant for Kårstø da den fokuserer på sikkerhetskritiske deler ved anlegget. Det ble derfor bevisst fokusert på viktigheten av oppfølging av ESD-ventil, vedlikehold, sikkerhetsmessige analyser og vurderinger og hvilke faktiske krav som stilles denne type utstyr. Det er også lagt vekt på å skrive fyldig om kuleventiler på generelt basis da en god teori i forkant er viktig for å få en god forståelse for virkemåten til ESD- og PSV-ventilene.

Kapittel 1 til og med 3 tar for seg en innledning til oppgaven.

Kapittel 4 til og med 7 tar for seg teorien rundt kuleventiler og nødavstengingsventiler og de aktuelle tegningene av kuleventilene.

Kapittel 8 og 9 beskriver krav internt og eksternt i forhold til Kårstø og sikkerhetsmessige analyser som kan brukes dersom det velges å fjerne PSV.

Kapittel 10 til og med 13 tar for seg drøfting av problemstillingen og konklusjon av drøfting.

Innholdsfortegnelse

1 Forord	6
2 Innledning	7
2.1 Perspektiv	7
2.2 Kårstø	7
2.3 Begrensninger i utforming av oppgaven.....	8
3 Metoder	9
3.1 Arbeidsmetodikk	9
4 Ventiler	10
4.1 Kuleventiler	10
4.2 "Trunnion" Monterte Kuleventil Med Dobbel Stempel Effekt.....	13
4.2.1 "Trunnion".....	13
4.2.2 Dobbel "Piston" Effekt	13
4.2.3 Dobbel "block and bleed"	14
4.3 ESD/PSV Ventiler	15
4.3.1 Hva er ESD/PSV ventiler?	15
4.4 Seter	18
5 Fluid	20
5.1 Påvirkning på ventiler	20
5.1.1 Krefter På Kulen.....	20
5.1.2 Energibalansen	21
5.1.4 Brannsikkerhet	21
6 Vedlikehold Av ESD	22
6.1 Hvorfor Trengs Vedlikehold	22
6.2 Vedlikehold	22
6.2.1 Smøring.....	22
6.2.3 Sjøkking.....	23
6.2.4 3 Måneders Vedlikehold og Årlig Lekkasetest	23
7 Beskrivelse Av Ventil	24
7.1 "Trunnion Ball Valve – Reduced Bore"	24
8 Krav til ventiler	26
8.1 Krav Fra Myndigheter	26
8.2 Krav Fra Standarder	27
8.3 Krav Internt StatoilHydro.....	27

9 Sikkerhetsmessige Analyser og Vurderinger	29
9.1 RCM Prosessen.....	29
9.2 Feilmodi Og Effekt Analyse	29
9.3 Beslutningsdiagram	30
10 Drøfting Av Problemstilling	31
10.1 Fjerning Av PSV	31
10.2 Termisk ekspansjon som følge av temperaturendring.....	32
10.3 Bruk & Vedlikehold	33
11 Oppfølging Av ESD	35
11.2 FMEA Analyse	36
12 Utregninger	37
13 Konklusjon	39
14 Definisjoner	40
15 Referanseliste/kilder	41
16 Vedlegg	43
16.1 Trunnion Valve – Reduced Bore.....	43
16.2 Trunnion Valve – Full Bore	44
16.3 RCM Prosessen.....	45
16.4 Beslutningsdiagram	46
16.5 FMEA Analyse	47

1 Forord

Formålet med denne hovedoppgaven var å se om en fjerning av trykkavlastnings ventiler fra ESD sikkerhetsventiler med fast kule var forsvarlig. Kårstø er et gassprosessanlegg lokalisert i Tysvær kommune i Rogaland. Det prosesserer gass fra en rekke av StatoilHydro sine gassfelt i Nordsjøen og Norskehavet. Muligheten for å fjerne "Pressure Safety Valves" (PSV - trykkavlastingsventil) fra "Emergency Shut-down Valves" (ESD - nødavstengingsventil) vurderes, i dette tilfellet nærmere bestemt "trunnion" montert, metalltettende kuleventiler med dobbel stempeleffekt. Oppgaven inneholder drøfting av lovligheten for og imot et slik valg, sikkerheten omkring problemstillingen og gjennomførbarheten av problemstillingen.

Oppgaven er et resultat av en henvendelse til StatoilHydro, avdeling Kårstø. Problemet med dagens situasjon er at Kårstø ikke har kontroll på hvilket trykk trykkavlastningsventilene er stilt inn på eller om de i det hele tatt er åpne. En ønsker derfor å finne ut av om det er forsvarlig å fjerne PSV fra ESD.

Vi vil gjerne takke vår eksterne veileder Aina Merete Dahle ved Kårstø for all hjelp og faglige innspill og vår interne veileder ved HSH, Sanjay Kumar Khattri for all hjelp og støtte.

Haugesund, 2008

Rune Grønås

Carl Lauritzen

2 Innledning

2.1 Perspektiv

I industrien blir ventiler vanligvis brukt til å kontrollere strømning, "flow", gjennom rør. Et selskaps profitt eller tap kan avhenge av tilpasninger på ventiler og riktig eller feil kunnskap ved bruk av ventiler. Konstruksjonsendringer kan påvirke operasjoner på anlegget både oppstrøms og nedstrøms av ventilen noe som kan føre til innvirkninger i produksjonen hos aktuelle aktører. Korrekt bruk av og kunnskap om ventilers virkemåte kan minske risikoen for skade på personell, utstyr og miljø, og kan optimalisere bedriftens produksjon.

2.2 Kårstø

Etter vedtak i Stortinget om utbygging av Statpipe i 1981 ble det samtidig bestemt at et gassprosesseringsanlegg for transportsystemet skulle ligge på Kårstø i Nord-Rogaland. Arbeidet ble igangsatt og i 1985 kom den første gassen til anlegget og den første lasten med våtgass ble transportert ut til markedet med båt. Kårstø prosesseringsanlegg har en nøkkelrolle når det gjelder transport og behandling av gass og kondensat (lettolje) fra viktige områder på norsk kontinentalsokkel. Ved prosesseringsanlegget skilles våtgass ("Natural Gas Liquids") ut fra rikgassen som videre splittes til produktene propan, normal butan, isobutan, nafta og etan. Videre blir den eksportert ut til kunde med skip. Når våtgassen er behandlet og skilt ut, står vi igjen med tørrgass som komprimeres og blir videre eksportert i rør ut til kontinentet. I dag er Kårstø en travel havn med rundt 750 skipsanløp årlig. Dette gjør Kårstø til Europas største utskipningshavn for LPG (våtgass) og verdens tredje største utskipningshavn for LPG med en årlig produksjon på rundt 27 milliarder Sm^3 salgsgass [2]. I tillegg produserer Kårstø rundt 80 mill Sm^3 metangass daglig.



2.3 Begrensninger i utforming av oppgaven.

I utformingen av oppgaven har det kun blitt sett på kuleventiler, nærmere bestemt ventiler med fast opplagrede kuler og et bestemt design, se vedlagte tegninger av ventilene vedlegg 16.1 og 16.2. Det finnes en stor mengde forskjellige ventiler på markedet i dag og for å kunne få til en håndterbar problemstilling ble oppgavens retningslinjer tidlig fastsatt.

Da Kårstø er et gassprosesseringsanlegg, ble fokuset lagt på transport av gass gjennom rørene og ikke olje.

Under avsnitt 7 "Beskrivelse Av Ventiler" ble det fokusert på ventiltegning med "reduced bore" da tegningene ellers er like.

Det er blitt valgt fokusert på FMEA ved pålitelighets- og risikoanalyse da større analyser ville blitt for krevende. I tillegg er disse analysene kun fokusert rundt området der en fjerning av PSV har blitt gjennomført og mulige utfall av dette.

En dypere gjennomgang av myndighetens krav vedrørende ventiler er utelatt, da StatoilHydros interne krav (jmf. TR2000) tilfredsstillers myndighetenes krav.

Ved utregninger er det fokusert på metangass og 10" rør.

3 Metoder

3.1 Arbeidsmetodikk

For å løse problemstilling tas det utgangspunkt i gitte tegninger og ventilens design. Det har blitt trukket frem teori omkring kuleventiler og deres bestanddeler for å få nok kunnskap til å skrive en effektiv drøfting. Deretter har man analysert og vurdert gjeldende regler og lovverk fastsatt internt av StatoilHydro og eksternt av Norsk Petroleums Institutt (NPI) og "American Petroleum Institute" (API) for ventiler og deres bruk.

For å etterprøve en eventuell konklusjon er det arbeidet frem pålitelighets- og risikoanalyser i form av en feilmodi- og effekt analyse. Disse skal best mulig fokusere på eventuelle utfall en fjerning av PSV vil kunne føre til. I tillegg tas det med litt informasjon av RCM prosessen og hvordan den best mulig bør brukes i sammenheng med problemstillingen.

For å etterprøve eventuelle utfall av fjerning har man gjennomført beregninger for trykkoppbygging og mulig brann i nærheten av ventil.

Alle utregningene er regnet ut for hånd. For utregning av volum i ventilhus har det blitt brukt excel program levert av Kårstø.

4 Ventiler

4.1 Kuleventiler

En kuleventil er vanligvis designet som et ventilhus med en kule i. Denne kulen kan åpnes ved å vri, enten manuelt eller mekanisk, på et håndtak som er koblet til kulen. Kuleventiler har lang levetid og brukes som regel til å stenge strømmen i et rør helt av.

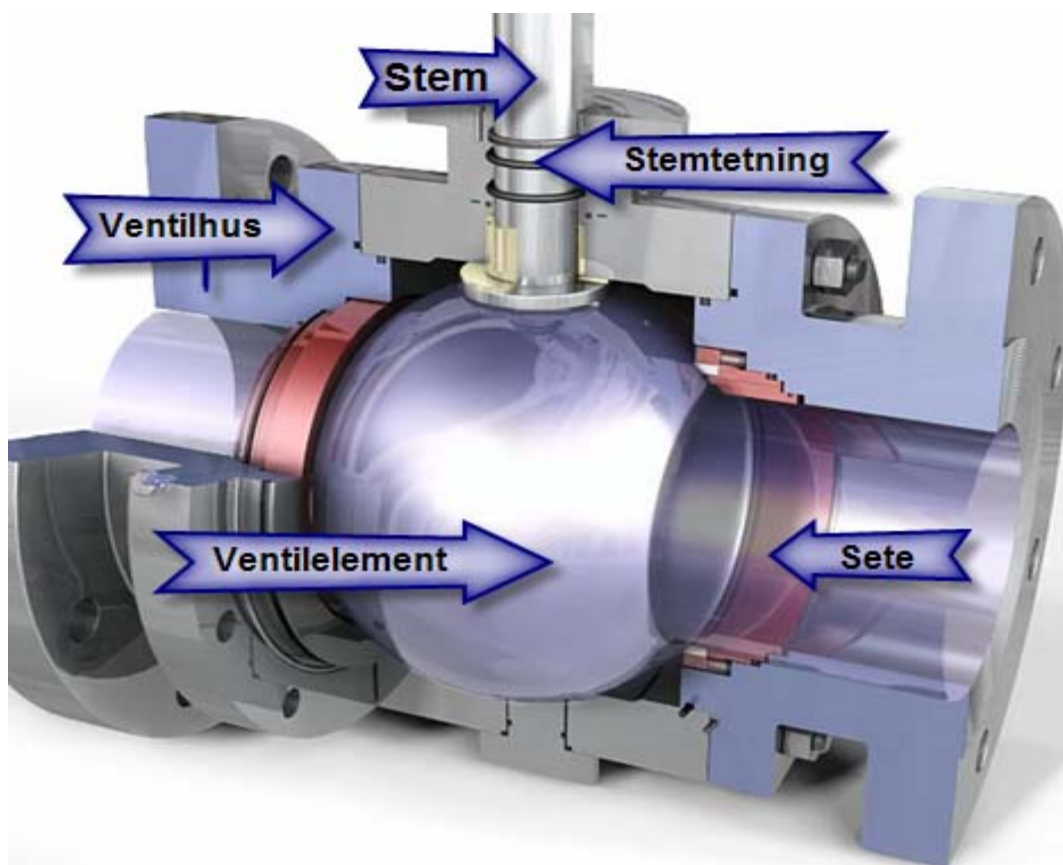


Kuleventiler deles inn i tre hovedgrupper etter trimdesign: flytende kule ("floating"), fast kule ("trunnion") og kuleventiler uten kontakt ("no contact") mellom sete og kuler ved rotasjon. I tillegg har vi fire generelle typer kuleventiler etter åpningsstørrelsen i kulen [1]:

- | | |
|----------------|--|
| "full bore" | ventilen har en kule der hullet i kulen har samme indre diameter som rørledningen. Dette resulterer i lite tap av strømning som følge av friksjon.. |
| "reduced bore" | ventilen har en kule med indre diameter og en rørstørrelse mindre enn de påkoblede rørene, noe som resulterer i en noe redusert gjennomstrømning og trykkfall over ventilen. |

Generelt består ventilene av:

- Ventilelementet – barrieren inni ventilen som stenger av fluidstrømmen gjennom ventilen, selve kulen i kuleventilen.
- Stem – delen som holder ventilelementet på plass.
- Aktuator – delen som åpner, stenger eller tilpasser ventilen.
- Ventilsete – ventilelementet stenger for strømmen ved å legge seg inntil ventilsetene.
- Stem tetning – forhindrer lekkasje fra ventilhuset (forbi stemmen) til atmosfæren.
- Ventilhuset – hva ventilen er bygget inn i. Ventilhuset kan være enten en enkelt del eller sammensatt av flere deler.



Figur 4.1.1 Kuleventil og dens bestanddeler

Kuleventilers styrker:

- 90 graders betjening og lave betjeningskrefter. Gjør at det oppnås hurtig åpning og lukking av ventilen.
- Egnet for pigging, ”full bore”, og for erosive service da de har mulighet for å være metall tettende.
- Kompakte byggemål, noe som gjør konstruksjon, modifikasjon og vedlikehold enklere.
- Trykktapet i rørene ved bruk av kuleventiler er lite dersom ikke innsnevringen i koblingen mellom rør og ventil er for stor som ved ”reduced bore”.
- Fluidstrømmen gjennom en åpen kuleventil er relativt uhindret da innsiden av ventilen er slipt. Fører til at partikler har en mindre sjanse for å sette seg fast på innsiden av ventilen.

Kuleventilers svakheter:

- Økonomi da en stor ventil beregnet for høye trykk kan være relativt kostbar.
- Lite motstandsdyktige for partikler og er lite egnet for høyere differansetrykk, den høye strømmen kan resultere i skade, erosjon på seter eller løsning av seter.
- Lite tetningsareal da det kun er setenes posisjon i forhold til kulen som tetter.
- Hurtig stenging av en kuleventil som regulerer et flytende fluid kan føre til hydraulisk hammer effekt.

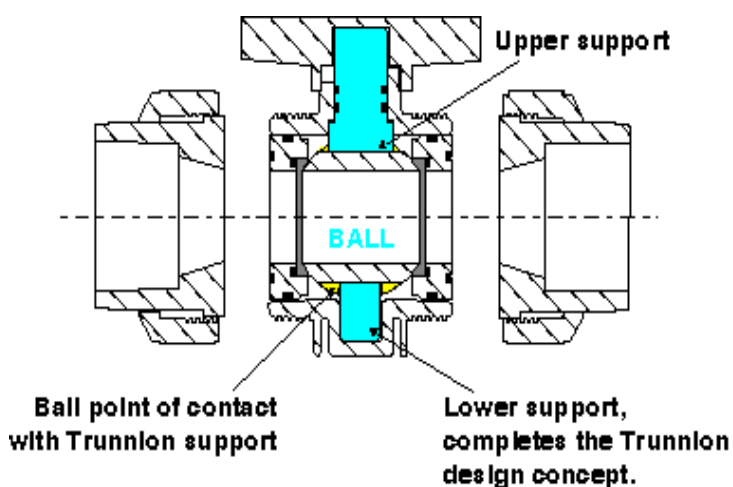
[11]

[12]

4.2 "Trunnion" Montert Kuleventil Med Dobbel Stempel Effekt

4.2.1 "Trunnion"

En kuleventil med "trunnion" (stem) vil si at kulen er festet i toppen og bunnen inne i ventilhuset for å hindre uønsket bevegelse av kulen. I motsetning til enkelte flytende kuleventiler som bruker differentialtrykket i rørene til å trykke kulen mot nedstrøms-sete og dermed stenge for rørstrømningen, er en stem montert kuleventil utstyrt med fjærer på setene som trykker disse mot kulen både oppstrøms og nedstrøms for ventilen. Denne fjæreffekten er forsterket på oppstrøms-setet ved hjelp av trykket i oppstrøms-rør som presser på setene og dermed bidrar til å stenge strømningen ytterligere. (www.eng-tips.com). Kuleventiler med stem brukes ofte i



situasjoner som medfører høyt trykk på kulen da stem-opplagringen absorberer kreftene fra fluidtrykket [12].

Positivt med denne designen er lettere ventiler, mindre design og mindre installasjonstid. Derimot er den største besparelsen, avhengig av design, lekkasje til atmosfæren noe som reduserer risikoen for farer som dette kan føre med seg [4].

Som vi har sett i stem monterte dobbelt "piston" ventiler forhindrer de to setene lekkasje ved å forsegle både oppstrøms og nedstrøms på kulen. En design brukt for setene i stem kuleventiler er dobbel stempel [12].

4.2.2 Dobbel "Piston" Effekt

Dobbel Stempel -effekt i ventilsammenheng er et design som virker på setene i ventilen. Designet fører til at setene ikke har mulighet for å slippe ut overflødig trykk fra ventilhuset

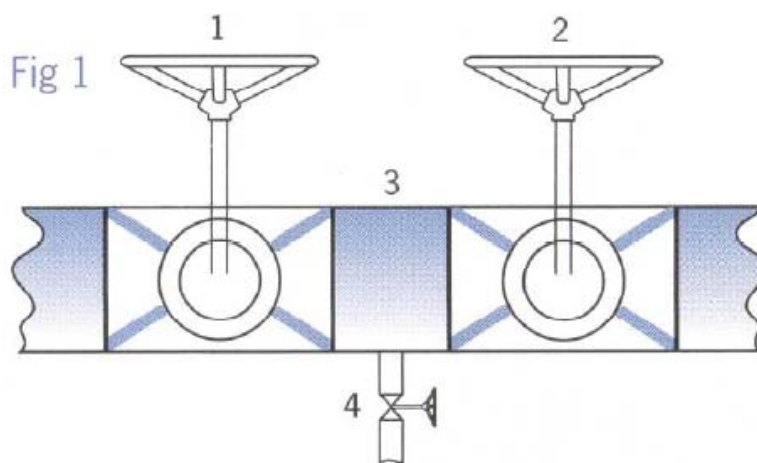
slik som ved selvavløsende seter. Setene tar derimot i bruk fluidtrykket til å bedre forsegle gjennomstrømmingen. Ved eventuell lekkasje i oppstrømssetet og trykkoppbygging i ventilhuset vil nedstrømssetet fortsette å tette og hindre videre lekkasje nedstrøms. For å blø av dette overtrykket i ventilhuset trengs en trykkavlastingsventil eller en annen form for avblødning [12].

4.2.3 Dobbel "block and bleed"

Kuleventiler av typen "trunnion" har to seter som stenger for strømmingen i rørene både oppstrøms og nedstrøms. Da kan ventilen effektivt stenge for strømmingen på begge sider av ventilen samtidig. Med en "bleed" ventil montert på ventilhuset for å blø av overflødig trykk som eventuelt kan fylle ventilhuset, oppnås det som kalles dobbel "block and bleed" i ventilsammenheng. Denne typen ventiler inneholder i første ventilsammensetning et hus med en kuleventil og deretter en ny sammensetning som inneholder den andre doble kuleventilen. Første og andre kuleventil er uavhengig av hverandre mellom åpen og lukket posisjon og hver av kuleventilene er holdt i en bestemt stilling av en aktuator [5]. En kuleventil som blokkerer strømming oppstrøms og nedstrøms og mellom disse har et hulrom som kan fylles med fluid og blø av, oppfyller nevnte funksjon om dobbel blokkering og blødning.

Figur 4.2.3.1 Bilde av konvensjonell double block and bleed

- 1) Kuleventil 1
- 2) Kuleventil 2
- 3) Hulrom "cavity"
- 4) "Bleeder"



4.3 ESD/PSV-ventiler

4.3.1 Hva er ESD/PSV-ventiler?

ESD står for "Emergency Shut-down Valve" som direkte oversatt til norsk betyr nødavstengingsventil og er en rask stengeventil som ivaretar sikkerheten mot feil som kan oppstå i prosessen. Hovedfunksjonen til nødavstengingsventilen er å stoppe tilførsel av hydrokarboner (gass) i rørene ved feil. Selv om ESD ventilers spesifikasjon generelt kan sammenlignes med vanlige av/på ventiler, kreves det at slike ventiler har en høyere pålitelighetsfaktor og en særdeles forutsigbar oppførsel. ESD ventiler er såkalte "non-manual valves", det vil si at de er uten manuell interaksjon ved at de er utstyrt med en aktuator som automatisk posisjonerer ventilen i gitt stilling ved signal. Vanligvis derimot er ventilene utstyrt med en manuell operator som redundans [16].

ESD-ventilene på Kårstø er designet til å fungere som "fail-close". Dette vil si at de ved signal eller feil går direkte til ønsket posisjon, her stengt posisjon. En ESD-ventil har ulike virkemåter, den kan bli aktivert til å stenge for å isolere en prosess, stoppe inn og utstrømming, eller den kan aktiveres til å åpne for å frigjøre et system eller rør for trykk.



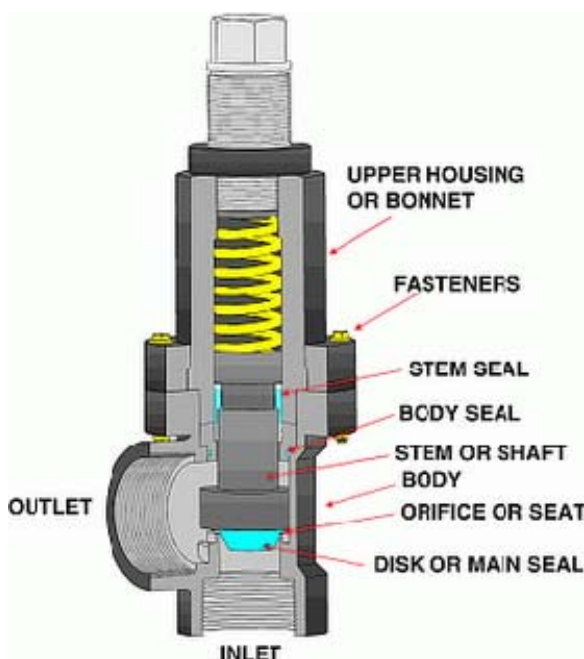
Figur 4.3.1.1 Bilde av typisk ESD kuleventil

ESD kuleventiler er kvart vridningsventiler, det vil si stemmen roteres en kvart omdreining (90 grader) når ventilen blir aktivert. En slik ventil skal helst ikke åpnes med differansetrykk i røret da setene i ventilen kan skades [16].

PSV står for "Pressure Safety Valve" og fungerer som sikkerhetsventil på ESD arrangementet. Dette er armaturer som sørger for at beholdere og rørledninger beskyttes mot skader hvis det skulle bli et altfor høyt overtrykk i ESD-ventilen. Denne vil åpne seg automatisk dersom et gitt forutbestemt overtrykk i systemet overskrides, og lukker seg igjen når trykket senkes.

Det finnes forskjellige typer sikkerhetsventiler:

"Pressure Relief Valve"	Fjær eller pilotoperert. Stenger etter at normal tilstand oppnås i systemet. Også kalt "Pressure Safety Valve".
"Safety Valve"	Åpnes fort når systemtrykket overstiger innstilt trykk ("pop action").
"Relief Valve"	Åpnes når trykket overstiger innstilt størrelse. Styres av statisk trykk.
"Safety Relief Valve"	Åpner fort ("pop action") eller ved trykkøkning.
"Pilot Operated PRV"	Hovedavlastningsanretningen er kombinert med en aktuert PSV.
"Non-reclosing Pre Relief Device"	Sprengblikkmembran ("rupture disk"). Denne sprenger og må erstattes av ny etter normaliserte forhold i systemet er oppnådd.



Figur 4.3.1.2 Bilde av PSV ventil

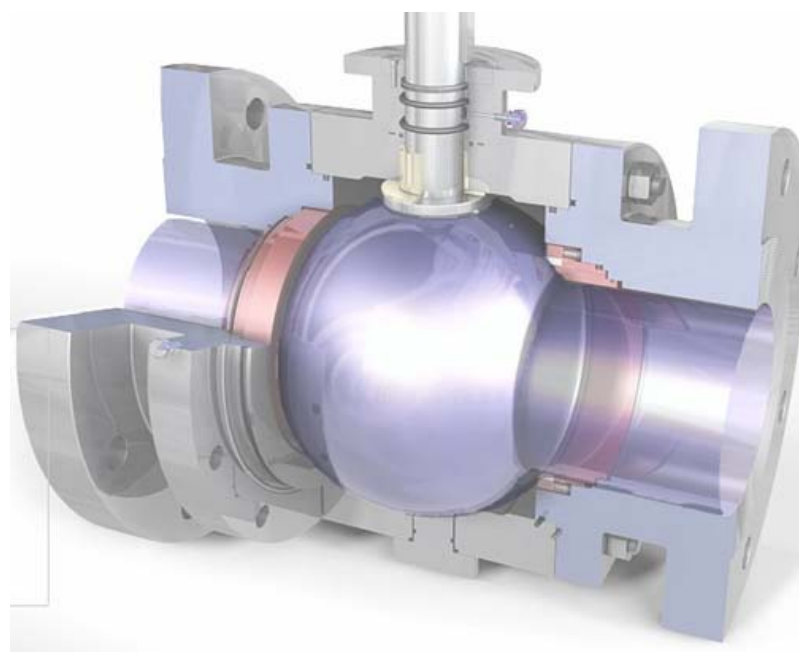
Det skilles mellom direkte belastede og styrte sikkerhetsventiler. Ved direkte belastede ventiler vil det si at kraft sørger for direkte åpning fra mediet mot ventilkjeglen. Den modellen som er mest brukt, er den fjærbelastede typen PSV sikkerhetsventil. En trykkfjær stilles inn på en fjærspindel med en kontringsmutter. Dette vil bestemme kraften for åpning. Hvis det forhåndsinnstilte trykket overskrides, vil ventilkjeglen løftes slik at væske/gass blåses ut og letter trykket [12].

Ventilen er bygd slik at væsken ikke strømmer gjennom det indre av ventilen når ventilen åpnes, men trykker mot ventilkjeglen nedenfra og går ut på siden gjennom et stort tverrsnitt. Når all væske/gass har strømmet ut og trykket har falt, lukkes sikkerhetsventilen. Hele denne prosessen blir som regel gjort uten at kontrollrommet får beskjed eller alarm. Dersom PSV-ventilen åpnes hyppig på grunn av at trykket er for høyt, vil dette merkes i systemet da trykket vil bli lavere og lavere.

Sikkerhetsventiler er nødvendige for å beskytte anlegg og menneskene som jobber der. Det er derfor strengt forbudt å forandre på noen av innstillingene eller sette ventilene ut av drift. PSV-ventiler er sikret med en plombering som skal forhindre at personell kan stille på dem. PSV-ventiler skal kalibreres en gang i året [11].

4.4 Seter

Fra starten av var kuleventiler designet til å ha myke seter laget av plastikkbasert materiale for å kunne forme en tett forsegling mot en flytende ball. Energien til å stenge mot kule kommer fra 3 kilder: utholdenheten av det valgte setestoffet, designet av ulike ventildeler til å oppnå et forhåndsinnstilt trykk på setene og fra ledningstrykket mot en stengt kule. Dette designet fører



til at setene alltid holdes i direkte kontakt med kule og gir den stabilitet og veiledning når den blir drevet. Problemer slik som kald strømning mot setene grunnet et høyt forhåndsinnstilt trykk, høye ledningstrykk og ønske om å øke tjenestetemperatur, har vært utfordringene til ventilprodusenter i mange år.

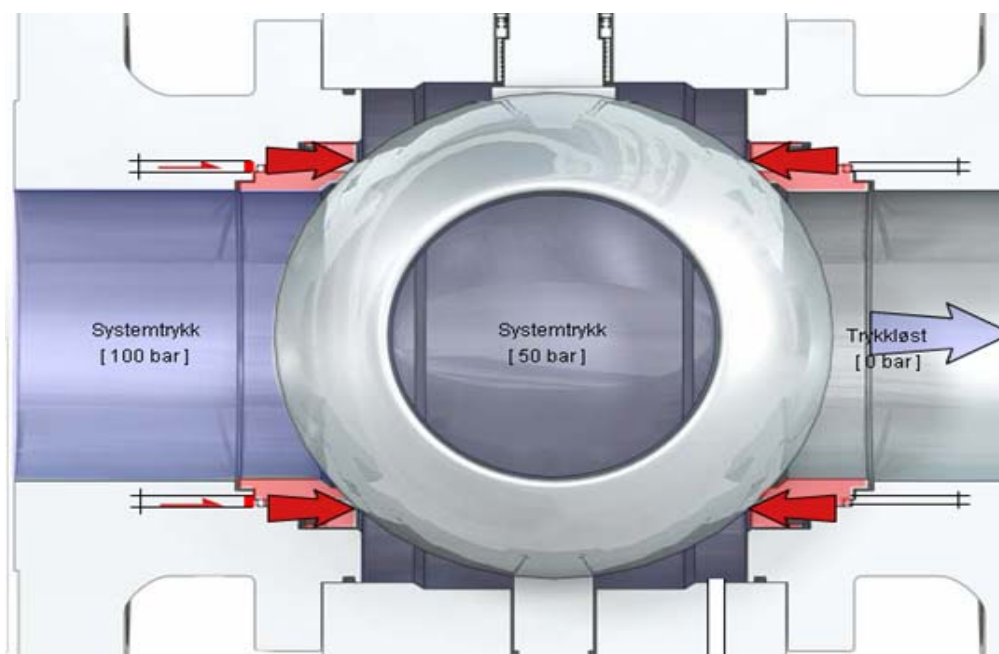
Figur 4.4.1 Seter i kuleventil her markert i rødt

I nyere tid har nytt setestoff og blandinger ført til egenskaper som effektiviserer utholdenheten til setene i visse sammenhenger. Det originale materialet som først ble brukt i kuleventiler, selv med et stort utvalg og ulike muligheter for anvendelse, hadde likevel visse begrensinger. Selv det å øke temperaturlmotstanden i grunnmaterialet har vist seg å ha begrensede bruksområder. Prestasjonen i omgivelser med høy temperatur har likevel alltid vært rett utenfor rekkevidde. Det kan settes metallseter i kuleventilen, fordi disse, i teorien, kan ta setetemperaturen opp til temperaturen til ventilkroppen [6].

Metallseter gir nye utfordringer til produsenter av kuleventiler. Det første problemet er mangel på motstandsstyrke og ventilens evne til å holde tett. Tetningen og designet til seter med fleksible materialer fører til et kontinuerlig trykk mot ballen. Dette gir pålitelig tetning både oppstrøms og nedstrøms og opprettholder lavt til moderat vridningsmoment.

Metallseter har ingen fleksibilitet og kan derfor ikke virke på samme måte. Metallseter er derimot mer vedlikeholdsvennlige og motstandsdyktige mot slitasje ved aktivering av ventil med differansetrykk eller overtrykk i ventilhuset. Ventiler med metallseter er mer motstandsdyktige mot avleiringer, men har behov for et større aktuatomoment for å aktiveres.

Seter i fastmontert kuleventil virker ved at oppstrøms sete flyttes mot kulen av først en påmontert fjær og deretter linjetrykket som dermed øker tetningskraften mellom sete og kule når ventilen er i stengt posisjon. En fleksibel tetning må bli installert bak nedstrøms metallsete for å forhindre lekkasje rundt baksiden av setet. En fjær eller et annet utholdende materiale er installert bak oppstrømssetet for å opprettholde kontakt mellom sete og kule. Hovedtetningen er mellom oppstrøms sete og kulen. Dersom oppstrøms sete skulle lekke og det oppstår trykkøkning i ventilhus, vil nedstrøms sete tette da systemtrykket vil gå inn bak nedstrøms sete. Dette kalles en enkel tetning, gjelder også for kun oppstrøms tetning. Dersom det er trykk både oppstrøms og nedstrøms for ventilen eller det er trykk i ventilhuset, så oppnås en dobbelt aktiv tetning.



Figur 4.4.2 Bilde av dobbelt aktiv tetning med systemtrykk oppstrøms og trykk i ventilhus. Merk hvordan både nedstrøm og oppstrøm positivt areal er større enn negativt areal og dermed presser setene mot kulen ved hjelp av trykk i linje og ventilhus [11].

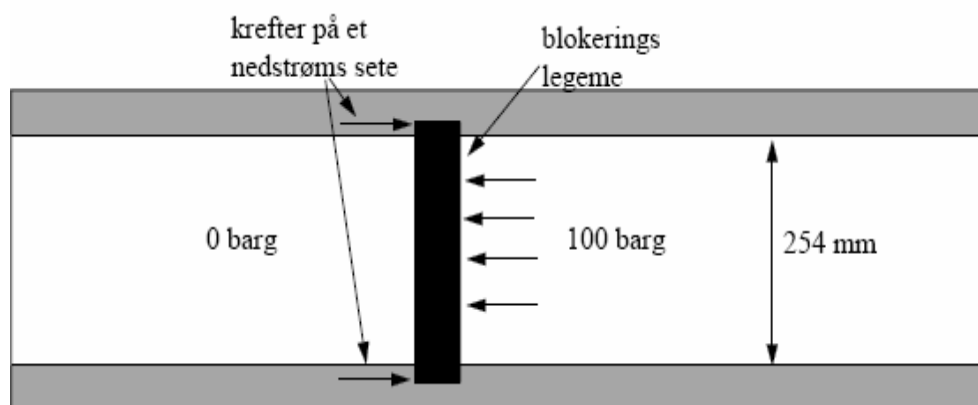
5 Fluid

For å best mulig kunne gjøre en objektiv vurdering av en ventils virkemåte bør fysikken som virker i et system med trykk undersøkes. Det har vist seg at det er de samme krefter og effekter som påvirker de ulike ventiltyper som følge av design, fluid og bruk.

5.1 Påvirkning på ventiler

5.1.1 Krefter På Kulen

En ventil som stenger et løp og kommer under differansetrykk, kan være utsatt for store krefter på selve stengingslegemet. Krefter på et legeme under trykk er gitt som en kraft (F) er lik trykk (P) ganger arealet (A) som blir utsatt for trykk ($F = P \times A$). Denne kraften må i en kuleventil tas opp av stem som holder kule fast i ventilen og en slik kraft kan gi stor friksjon mellom disse (ventilkompendium). En økning i friksjon mellom stem og kule kan øke momentet aktuator må utøve på ventil for å aktivere denne [13].



Figur 5.1.1
Krefter på en
blokering som
utsettes for
differansetrykk

Dersom kuleventilen åpnes med differansetrykk og stenges med strømming, kan dette føre til erosjon av vitale deler da slik bruk kan gi meget store strømningshastigheter over små areal. Ventilen blir dermed mer brukt som reguleringsventil enn en sikkerhetsventil.

5.1.2 Energibalansen

Dersom det oppstår et trykktap i en rørledning, vil en se en kompensasjon i gassen ved at den enten øker i volum eller synker i temperatur. Dette kan ses i Bernoullis ligning $P \times V = K \times T$ (P =trykk, V =volum, K =system konstant og T =temperatur). For eksempel vil ventiler som opplever trykktap, se en reduksjon i temperatur. [13].

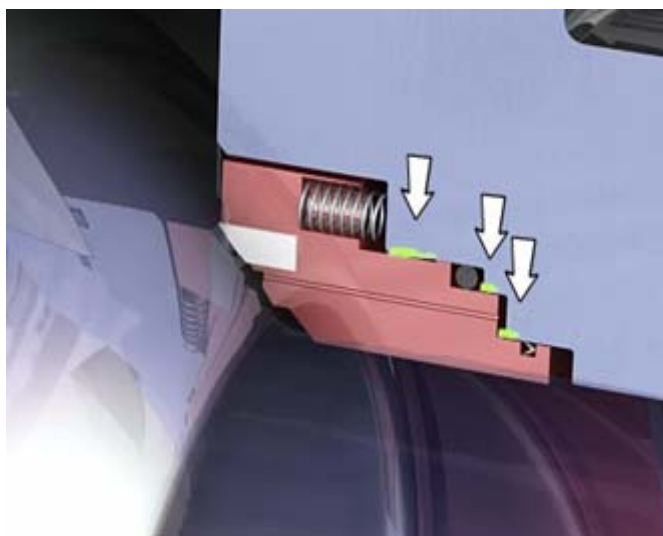
5.1.4 Brannsikkerhet

For at en ventil skal kunne regnes som brannsikker, må den tåle høye temperaturer uten noen form for lekkasje. For å best mulig kunne tilfredsstille dette kravet må ventilen ha seter og pakninger som ikke smelter laget av enten metall eller grafitt. Dette da myke pakninger i seter og stem som vanligvis brukes i kuleventiler, lett kan smelte og bli ødelagt ved eksponering av flamme over lengre tid [13]. Ventiler som brukes til å regulere brannfarlige fluider, må designes til å forsegle selv om pakningene har smeltet, det vil si en brannsikker ventil må kunne opereres og tilstrekkelig forsegle selv om den har blitt skadet som følge av brann. En branntest av ventil må da ta hensyn til forandringer i materialet og kontrollmekanismer som følge av sterk varme. En aktuator bør ta hensyn til å måtte bruke ekstra moment i aktivering av ventil som følge av dette. StatoilHydro har interne krav til brannsikkerhet, TR2000, som skal følges ved design og konstruksjon av ventiler til bruk i anlegget.

6 Vedlikehold Av ESD

6.1 Hvorfor trengs vedlikehold

I løpet av kuleventilenes levetid blir de utsatt for mye slitasje. For å øke ventilenes brukstid og kvalitetssikre at utstyret alltid er sikkert utfører StatoilHydro en funksjonstest av ESD ventilene hver 3 måned og en lekkasjetest en gang per år. Et av de vanligste problemene er dannelse av avleiringer mellom setet og setelommen. Hvis en kuleventil står åpen over en lengre periode, dannes det lett slike avleiringer på kulen. Disse avleiringene vil dannes som en sirkel og legge seg på setets tetningsflate og i stengt posisjon vil avleiringene komme i kontakt med setets myktetning.



Figur 6.1.1 Avleiringer på seter

Når nedstrøms trykk blir redusert i forhold til oppstrømstrykk, vil differansetrykket over kulen kunne deformere kule og stem og føre til at nedstrøms sete blir presset inn i setelommene. Avleiringer kan da føre til at oppstrøms sete henger igjen i setelommene. Hvis trykket blir redusert oppstrøms, vil det ikke være noen kontakt mellom setene og kulen og ventilen kan lekke dersom systemet settes under trykk igjen. For å forhindre slike situasjoner er det viktig med vasking og smøring av setene [11].

6.2 Vedlikehold

6.2.1 Smøring

Hovedsteg her er å pumpe inn smøremiddel via setets smørenipler. Her er det viktig at det ikke brukes grease. Denne prosedyren øker kuleventilenes levetid ved at det minsker friksjon.

6.2.3 Sjøkking

En annen del av vedlikeholdet går ut på å sjokke ventilen. Sjøkking er for å løsne på avleiringer i ventilen. Her vil trykket reduseres hurtig i ventilhuset via hjelpeventiler. Avleiringer i setelommene kan løsne som et resultat av sjøkking etter at både vask og smøring er blitt utført. Dette gjøres for at effekten av sjøkking skal bli best mulig. Her er det viktig at hjelpeventilene er kuleventiler for best å få til hurtig åpning og stenging. Så kobles det til et sikkert system før innerste hjelpeventil åpnes, og det er mulig å lese av systemtrykket. Deretter åpnes ytterste hjelpeventil raskt i 2-3 sekund for å få hurtig trykkreduksjon i ventilhuset. Så stenges ytre hjelpeventil. Observer trykket i ventilhuset og følg med. Hvis trykket stiger etter noen blåsninger, kan problemet være at det er balansehull i kulen. Da må prosedyren gjentas, og dersom trykket ikke stiger, er alt ok [11].

6.2.4 3 Måneders vedlikehold og årlig lekkasjetest

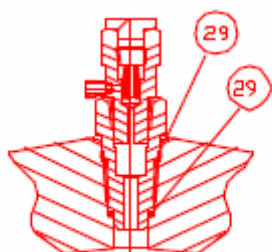
Hver 3 mnd blir det foretatt en kontroll av ventilene ved at de aktiveres. Det vil si at kuleventilene blir lukket og åpnet et par ganger for å sjekke at alt fungerer som det skal og eventuelt vedlikehold utføres.

En gang i året foretas det en lekkasjetest av kuleventilene. Ventilen stenges, dette da dobbel ”piston”-seter tetter ventilen like godt i stengt som i åpen posisjon, og deretter kobles det på et manometer (trykkmåler). Det er da mulighet for å måle en eventuell lekkasje ved at trykket i ventilhuset synker [11].

7 Beskrivelse av ventil

7.1 "Trunnion Ball Valve – Reduced Bore"

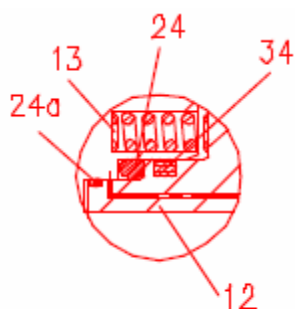
Ventiltegningene kan ses i vedlegg 16.1 og 16.2. De er tegninger av to like ventiltyper, men den ene ventilen har redusert "bore" og den andre har full "bore" som beskrevet i kapittel 4.1 Kuleventiler. Videre følger en liten beskrivelse av ventilenes ulike bestanddeler.



(81) RELIEF VALVE

Denne typen ventil blir brukt til å begrense og regulere trykket som kan bli bygget opp i en prosessoperasjon

29: External Relief Valve O-Ring



DETT.A
(Double piston effekt)

"Double piston effect" (dobbel stempeleffekt) kuleventiler har et setedesign som gjør at ledningstrykk og overtrykk i ventilmhus (hvis første sete skulle lekke) når ballen er i stengt posisjon vil tvinge setet opp mot kulen.

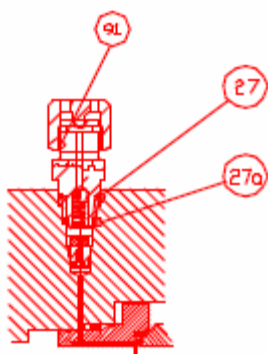
12: Seat Ring

34: Seat Gasket

13: Seat Spring

24o: Seat Grease O-Ring

24: Seat O-Ring



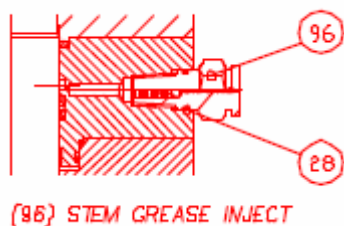
(91) SEATS GREASE INJECT

Hver ventil har et område for nødinjeksjon av smørefett i stammen til tetningen. De har også et alternativ for en nødinjeksjon av smørefett i setetetningsområde.

27: External Seat Grease Inject O-Ring

27o: Internal Seat Grease Inject O-Ring

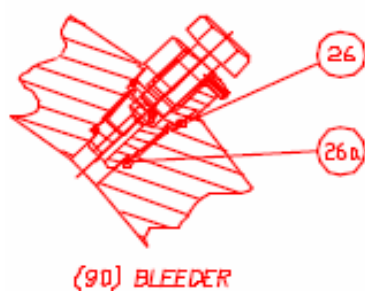
91: Seats Grease Inject



Dette er stammen til tetningsområdet hvor det er mulighet for nødinjeksjon av smørefett

28: Stem Grease Inject O-Ring

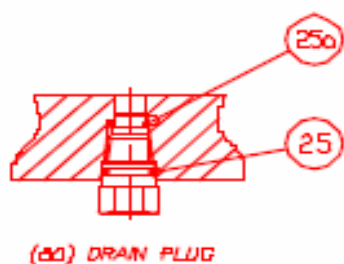
96: Stem Grease Inject



En "bleeder", bløder, har flere funksjoner som en del av en ESD-ventil. Bløderen står som regel stengt, men åpnes når ventilen skal testes eller det skal utføres en jobb på linjen. Når ESD-ventilen skal testes for trykkoppbygning i ventilhus, så kobles det et manometer på bløderen slik at det blir mulig å sjekke om det er lekkasje. Blødningsventilen blir ikke utført vedlikehold på.

26: External bleeder O-ring

26a: Internal bleeder O-ring



Denne ventilen har en trykklettelse eller bløderhull som står for fjerning av resttrykket ved hulrommet i kroppen.

Ventilasjonsåpningen er plassert i toppen av ventilkroppen og så er det slukpluggen i bunnen av kroppen.

25: External Drain O-Ring

25a: Internal Drain O-Ring

8 Krav til ventiler

En standard er en utarbeidet samling av informasjon som beskriver viktige sider av arbeidsprosesser, tjenester og varer. Den er som regel et forslag til valg av ulike fremgangsmåter og utarbeides etter initiativ fra interessegrupper. Standarder er frivillige å bruke, unntatt når lovgivningen krever at de skal følges eller en avtale spesifiserer bruk av dem. Standardene anvendes blant annet for å gi felles retningslinjer ved krav som settes og i forbindelse med tekniske spesifikasjoner i ulike industrier [10]. Gode standarder gir en kontinuerlig bedring av nivå og verdiskapning innen norsk petroleumsvirksomhet.

8.1 Krav fra myndigheter

Myndighetene i Norge har det overordnede ansvaret for å påse at lover og regler blir fulgt for å best mulig kunne ivareta nasjonale og internasjonale interesser. For å kunne klare dette er det gitt konsesjon til en rekke private organ for å sikre en positiv oppfølging av nasjonal industri. Et av disse organene er det Norske Veritas. DNV er et organ som har som formål å sikre eiere, myndigheter og eventuelle interessenter ved å påse at krav omfattende sikkerhet og funksjonalitet blir fulgt. En av deres tjenester går ut på sertifisering og verifikasjon av tredjeparts regler/standarder/forskrifter. Det vil si at de kontrollerer de interne krav en bedrift må ha for å sikre at disse følger godkjente retningslinjer [9]. Statoil fikk utført en slik gjennomgang av deres interne standard TR2000 i mai 2007 der konklusjonen var:

”Det Norske Veritas AS concludes that the described solutions adopted for fulfilling the essential safety requirements and modifications are found to be satisfactory.”

(www.TR2000statoil.com)

DNV kom altså frem til at løsningene i TR2000 var pålitelige og fulgte de nødvendige regler og retningslinjer for materialvalg, design og sikkerhet med hensyn til DNV og PED (“The Pressure Equipment Directive In Europe”).

8.2 Krav fra standarder

API Specification 6D	Standard som tar for seg ventiler brukt i rør i petroleums- og naturgassindustrien. Identisk med den engelske utgivelsen ISO 14313;1999. Standarden gir spesifikk informasjon og anbefalinger ved design, tilvirkning, testing og dokumentering ved forskjellige typer ventiler til bruk i rørsystemer og møter kravene til ISO 13623 for petroleums- og naturgassindustrien.
ISO 17292:2004	Standard som beskriver kuleventiler av metall i petroleums og den petrokjemiske industrien.
API 6FA	Spesifikasjon for branntesting av ventiler

8.3 Krav internt i StatoilHydro

TR2000 er StatoilHydros interne rør- og ventilstandard som inneholder de forskjellige rørklasser og deres generelle data. Den tar for seg blant annet maksimum designtrykk, temperatur, rørtykkelse, rørdiameter og så videre. Ved å trykke på de forskjellige linkene som hvert dataark har får en opp materialdata og tester denne har blitt påført. Lenger nede på de forskjellige dataarkene vil en også kunne velge forskjellige ventiler eller utstyr som passer med den valgte rørtypen [8]. Brukt på en korrekt måte kan TR2000 være til svært god hjelp ved valg at utstyr.

VDS står for "valve data sheet" og tar for seg de forskjellige typer ventiler, deres størrelse, maksimum designtrykk i forhold til temperatur og deres generelle designdata. Ved å velge en VDS for ønsket ventil kan en få tilgang til svært nyttig informasjon slik som typen ventil, standarden den forholder seg til, hvor store rør den passer til og klassen til ventilen.

Piping and valve specification	Doc.no. TR2000	Plant	Sec.no. 4	TR2000		
Valve data sheet: BL609	Project.no.	Rev.no. B	Rev.date 03.02.2003	Status: 0	Page: 1	Of: 1

VALVETYPE : BALL
 CODE : API 6D
 SIZE RANGE : 2" - 4"
 RATING : CLASS 1500

Maximum Design Pressure :	Barg	258.6	258.6	258.6	257.7								
At Temperature :	°C	-46	38	50	100								

OPTIONS : Trim material: Optn's A and B (Detailed below)
 PORT DESIGN : Reduced bore
 : (Reduced bore is additional requirement to API 6D)
 END CONNECTION : Flanged to ANSI B16.5, RTJ
 END TO END DIM : ANSI B16.10 Long pattern
 HOUSING DESIGN : Split body, bolted.
 TRIM DESIGN : Trunnion mounted ball
 : Bi directional sealing (by seal on both sides of ball)
 : Cavity relief by seat "leakage" to inside of valve.
 : Cavity external bleed plug of anti-blowout design to be
 : fitted.
 : The valves shall be designed for simultaneous full
 : pressure on both side of closed valve with no pressure
 : in cavity.
 STEM SEAL DESIGN : Stuffing box or lip seal
 SPECIAL DESIGN REQ'M. : Firesafe design to API 6FA or B56755
 : Design shall also comply to ANSI B16.34

MATERIALS

Bilde 8.3.1 Eksempel på VDS

Hver VDS har en rekke ekstra informasjon som er tilgjengelig for brukeren:

VSK står for "valve specification key" og tar for seg retningslinjer og regler de forskjellige ventiler bør følge, for eksempel merking på ventil, aktuator bruk og trykk testing.

MDS står for "material data sheet" og beskriver materialet brukt i rør og regler for testing og sveising av disse.

ESK, "element specification key" forklarer de generelle retningslinjer for hvilke standarder og sertifikater som skal følges [8].

9 Sikkerhetsmessige analyser og vurderinger

”Hovedformålet med pålitelighets- og risikoanalyser er å gi underlag for beslutninger med hensyn til valg av løsninger og tiltak”

(Aven, T. *Pålitelighets- og Risikoanalyse*)

For å utføre en pålitelighets- og sikkerhetsanalyse trengs det kjennskap til de forskjellige forholdene som kan påvirke, eller direkte påvirker systemet som skal analyseres. Gjennomføringen er et tverrfaglig prosjekt der kjennskap til de tekniske og operasjonelle sidene ved systemet som kan lede til svikt og kjennskap til analysemetoder og teknikker, er viktige. Pålitelighets og ulykkesdata er nødvendige for å utvikle en god analyse [14].

9.1 RCM prosessen

RCM står for ”Reliability-Centered Maintenance” og kan oversettes til pålitelighetsbasert vedlikehold. Prosessen ble utviklet for å gi retningslinjer om vedlikeholdsstrategier for utstyr, med andre ord best egnede vedlikeholdsaksjoner og hyppigheten at disse. Den baserer seg på interne og eksterne kriterier relatert til sikkerhet, miljø, operasjon og økonomi [15]. Metoden er rettet mot å etablere kostnadseffektive vedlikeholdsprogram som tilfredsstillende til enhver tid gjeldende interne og eksterne krav en bedrift må forholde seg til. Innenfor RCM-prosessen er FMEA-analyser og beslutningsdiagram nøkkelfaktorer.

Se vedlegg 16.3 for figur av RCM prosessen.

9.2 Feilmodi og effekt analyse

Dette er en analysemetode som enklest mulig avdekker feil og forutsier effekten av feil i komponenter eller systemer, årsak og konsekvens. Hver enkelt delkomponent blir undersøkt der det prøves å forutsi et hendelsesutløp dersom denne svikter.

Denne analysen legger fokuset rundt en enkelt komponent om gangen og de resterende komponentene blir da sett på som feilfrie ved at en prøver å skille kritiske og ukritiske utstysrfeil. Med kritiske utstysrfeil menes feil som kan medføre en uakseptabel hendelse der preventive tiltak bør igangsettes for å forhindre inntreffelse av hendelsen. Kritiske kombinasjoner av komponenter blir ikke undersøkt [14].

Analysen er enkel å utføre, men kan være arbeidskrevende om det arbeides med et stort system. Inngående kjennskap til systemets virkemåte samt driftsforholdene systemet skal fungere i, er nødvendig forutsetninger. Svakheter med en slik form for analyse er at den i stor grad tar for seg tekniske feil, mens den menneskelige faktor blir oversett. I tillegg kan det lett fokuseres på analysen av mindre feil som ikke har stor betydning for systemet slik at analysen blir svært arbeidskrevende.

Se vedlegg 16.5 for beskrivelse av gjennomføring av FMEA analyse.

9.3 Beslutningsdiagram

Beslutningsdiagram er en del av RCM-prosessen og dette oppsettet vurderer anvendbarheten for ulike forebyggende vedlikeholdsoppgaver der slikt vedlikehold er hensiktsmessig. Fremgangsmåten er et såkalt ”decision-logic” -oppsett i form av en spørsmål-svar-prosess [15]. Dersom risikoen til en enhet kan aksepteres, inkluderes enheten i det planlagte forebyggende/korrektive vedlikeholdet hos bedriften. Kan derimot ikke risikoen aksepteres, bør bedriften tenke på enten re-design eller utskifting av enhet.

Beslutningsdiagrammet, se vedlegg 16.4 for figur, brukes ved at en begynner i rute 1 med å stille spørsmål ved om feil ved komponent vil føre til sikkerhetsbrudd. Dersom ja, følger en pilen til rute 5 og stiller gjeldende spørsmål. Dersom nei følger en pilen til rute 2 og stiller gjeldende spørsmål. Denne fremgangsmåten følges til en har kommet frem til en tilfredsstillende gjennomgang av aktuelle spørsmål og en har en god plan for vedlikehold.

Se vedlegg 16.4 for et oppsett som er mulig å bruke i flere typer industri.

10 Drøfting av problemstilling

Nødavstengingsventiler skal ifølge TR2000 være designet for fullt trykk samtidig både oppstrøms og nedstrøms av ventilen med null trykk i ventilhuset i henhold til API 6D. Dette vil si at forbruker skal kunne ha fullt trykk i rørsystemet koblet opp til stengt ventil uten at lekkasje til ventilhuset skal oppstå. Ved godt vedlikehold og oppfølging av diskuterte ventiler skal en situasjon der lekkasje og påfølgende trykkoppbygging i ventilhus ikke skje. Denne drøftingen tar derimot for seg begivenhetene dersom en slik lekkasje skulle oppstå og hvorfor eller hvorfor ikke en bør ha en trykkavlastingsventil påkoblet nødavstengingsventilen.

10.1 Fjerning av PSV

En ESD ventil er som tidligere beskrevet en veldig viktig del av rørsystemet da den brukes som avstengingsventil i nødssituasjoner. Den vil slå inn enten automatisk eller manuelt ved gitte situasjoner og det kan oppstå svært farlige hendelser dersom dette systemet ikke skulle fungere ordentlig. Dersom den påkoblede PSV fjernes ifra ventilen, kan dette da føre til at ventilen ikke fungerer slik som den er designet?

Dersom en ESD-ventil blir aktivert ved en driftstans og stenger for rørstrømningen, vil, som beskrevet i kapittel 4.4, enten oppstrømsside av ventilen være under trykk, mens nedstrømsside vil være trykkløs, eller både oppstrøms og nedstrømsside være under trykk. Dersom oppstrømssetet av en eller annen grunn ikke skulle fungere ordentlig ved kun trykk oppstrøms, kan det oppstå lekkasje inn til ventilhuset med påfallende trykkoppbygging. En har da mistet en effektiv tetning og har kun nedstrømssetet igjen som siste barriere mot lekkasje gjennom ventil. Ved trykkoppbygging i ventilhuset er det trykkavlastningsventilen, PSV, kommer inn i bildet. Denne vil som beskrevet tidligere slippe ut overflødig trykk dersom dette skulle overstige en fastsatt grense. Dersom en ikke hadde en trykkavlastningsventil påmontert, ville trykket være låst inne i ventilen og overtrykket kunne ført til at ventilen muligens ikke kunne opereres, såkalt trykklås. Dette da overtrykket presser begge setene inn mot kulen. Reduseres trykket ved å enten la trykkavlastningsventilen slippe det ut eller blø det av på en annen måte fjernes trykklåsen og ventilen kan åpnes.

En PSV vil da bedre sikkerheten ved at den blør av det overflødig trykket fra ventilhuset og kan forenkler aktuator job. Overtrykk i ventilhus kan føre til mindre skader på seter ved aktivisering av stengt ventil.

Derimot vil en viss trykkoppbygging i ventilhuset øke trykket på nedstrømssetet og dermed effektivisere dens tetning mot kulen som beskrevet i kapittel 4.5 Seter. Best tetning får man ved å beholde 50 % av trykket mellom oppstrøms- og nedstrømssetet, altså i ventilhuset. Dersom trykkavlastingsventilen er stilt inn til å slippe ut for lavt trykk, kan dette føre til en mindre effektiv tetning. En vil altså få en mer effektiv tetning nedstrøms dersom det tillates et visst trykk i ventilhuset.

10.2 Termisk ekspansjon som følge av temperaturendring

Innestengt overtrykk i ventilhuset kan derimot bli et problem dersom en temperaturendring skulle oppstå, i form av for eksempel brann. En oppvarming av ventilen vil kunne føre til en oppvarming av gassen inne i ventilhuset og trykket utvides som følge av termisk ekspansjon for å opprettholde energibalansen nevnt i kapittel 5.1.3 Kavitasjon Dette kan enten føre til at trykket blir så stort at nedstrømssetet ikke lenger klarer å holde en effektiv tetning mot kulen, og det oppstår lekkasje gjennom ventilen [13] eller at trykket i huset stiger på grunn av at setene tetter mot kulen. I verste fall kan dette føre til at designtrykket for ventilen overstiges og ventilen vil kunne sprekke. Dersom en brann eventuelt skulle oppstå så nær ventilen at den skaper en oppvarming av gass inne i ventilhuset, vil dette også kunne påvirke gass i røret. I tillegg vil trykkavlastningsventilen, som blør av det høye trykket, føre til at brennbar gass vil bli sluppet ut i nærheten av flammer noe som sannsynligvis vil antenne gassen. Dette kan føre til større farer enn dersom en får en lekkasje nedstrøms i rørene.

Dersom temperaturen synker drastisk, vil også dette påvirke energibalansen, selv om det heller bør følges mer på ventilens seter da disse kan krympe på grunn av termisk sammentrekning som følge av påvirkning fra lave temperaturer [13]. Dette vil øke presset på aktuator da setene presser på kulen og operasjonsmomentet øker. Setene kan også sprekke dersom de er av et mykt materiale slik som plast.

Ved endring i trykk eller temperatur kan det også oppstå frigjøring av væske fra gassen som prøver å opprettholde energibalansen som beskrevet i kapittel 5.1.3 Kavitasjon. Denne væsken kan, i tillegg til gassen, fylle opp ventilhuset etter hvert dersom ventilen ikke har noen måter å frigjøre denne på. En trykkavlastningsventil eller manuell "bleeder" vil være en effektiv måte å fjerne overflødig væske fra systemet.

10.3 Bruk & vedlikehold

Ved demontering av ventilen for vedlikehold eller skift kan det være et problem dersom ventilhuset ved en feil er fullt av trykksatt gass. Skade på personell og materiell kan skje dersom ikke ventil får blødd av overtrykk først. Ved å ventilere kuleventilen nedstrøms, flytte på eller fjerne nedstrømssetet eller ta i bruk PSV eller "bleeder", vil en sikre at ventilhuset ikke klarer å bygge opp overtrykk på grunn av ekspansjon og er trykkløst ved demontering (www.eng-tips.com). Ventilene har altså "bleed" ventil påmontert som blør av ventilhustrykk.

Bruk av ventiler med dobbel stempeeffekt, som beskrevet i delkapittel 4.2.2 frigir ikke overtrykk da nedstrømssetet holder tett på grunn av ventilhustrykk og setedesign, har ifølge API 6D behov for å ha montert en form for avblødning av ventilhus da disse ikke har noen andre automatiske metoder for frigjøring av overtrykk i ventilhuset [17]. En fjerning av trykkavlastningsventilen fra en ESD type ventil, som trunnion monterte kuleventiler er, kan føre til at ventilen ikke lenger kan ses på som en slik ventil da den mister den automatiske "bleed"-funksjonen. En må i så fall bruke den påmonterte "bleederen" aktivt for å blø av eventuelt trykk i ventilhuset ved stengt ESD. Derimot, uten bruk av ventiler med dobbel stempeeffekt, kan overtrykk i ventilhuset som overstiger linjetrykket oppstrøms på grunn av termisk ekspansjon av gassen føre til at oppstrømssetet blir presset bort ifra kulen og overtrykket ventileres ut i oppstrømsrør [13]. Dette kan skje dersom ikke oppstrømsseter er påmontert ekstra harde fjærer som ikke tillater slik aktivitet.

I følge API Specification 6D beskrevet i kapittel 8.2 skal konstruktøren av ventilen undersøke om fluid kan bli stengt inne i ventilhuset i åpen eller lukket posisjon. Om det er mulig at væske kan bli stengt inne, skal ventiler brukt i gassindustrien, om ikke annet er spesifisert av kjøperen, være utstyrt med en automatisk trykkutløser. Denne trykkavlastingsventilen skal, når det behøves, hindre at trykk i ventilhuset overstiger 1.33 ganger ventiltrykkeringen bestemt i samråd med 6.1 (trykklassen) for material ved 38 grader celsius. Disse eksterne ventilhusavlastingsventilene skal være klasse DN 15 eller større.

En negativ faktor ved å ha trykkavlastingsventil montert på nødavstengingsventilen er at den kan ødelegge for trykktesting av ventilen utført ved Kårstø (beskrevet i delkapittel 6.4) ved at den slipper ut det påførte testtrykket fra ventilhuset.

Trykkavlastingsventilene har heller ikke noen mulighet for å koble på annet utstyr og ved bruk krever de også et fastsatt program for vedlikehold. Blødningsventilen utføres det derimot ikke noe vedlikehold på, de byttes ut ved behov, og disse brukes ellers til å teste trykk i ventilhus. En har da mulighet for å koble på utstyr ved testing og annet på blødningsventilen.

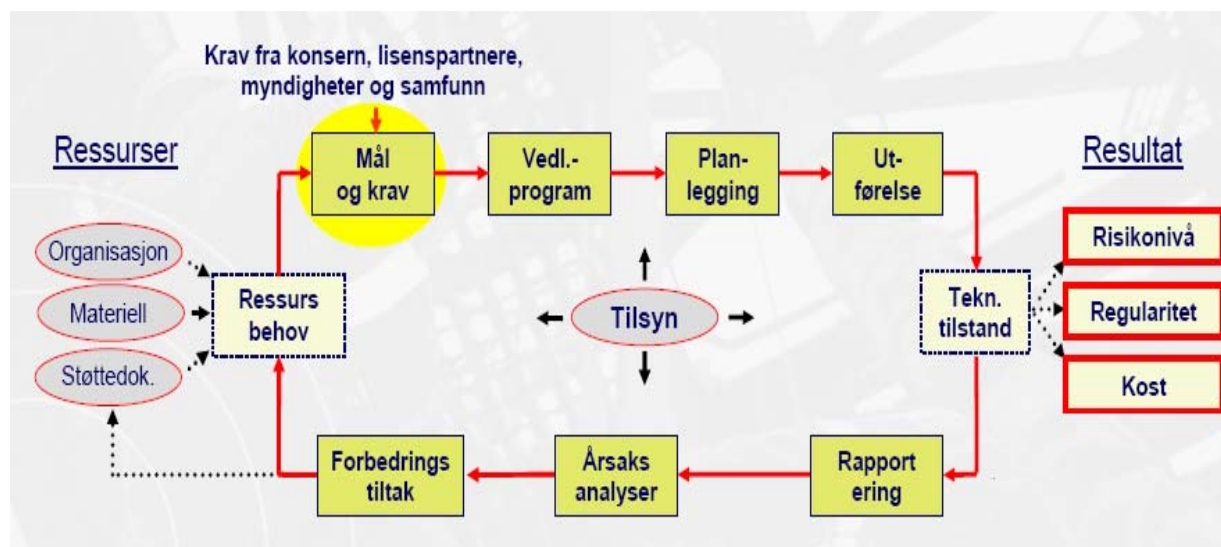
På Kårstø kan det være usikkerhet rundt hvilket avlastingstrykk PSV-ventilene er stilt inn på. Dette da det er usikkert om operatører på Kårstø endrer settpunkt på PSV da de hører at det siver fra nødavstengingsventilen. Kårstø har heller ikke noe fast testing av trykkavlastingsventilene for å kontrollere dette utløpstrykket.

Kårstø har også en rekke miljøutfordringer med hvor mye gass som kan tillates å slippes ut til atmosfæren. Det å ha en rekke ventiler som da blør av overtrykksgass rett ut kan i og for seg ikke virke som noe stort problem, men dersom en legger disse utslippene til allerede eksisterende utslipp over en lengre periode, kan mengden bli betydelig.

11 Oppfølging av ESD

Velges det å fjerne PSV bør det gjøres et godt for- og etterarbeid for å sikre anlegget mot eventuelle hendelser som kan komme som følge av trykkoppbygging i ventilhus. Her menes at gode vedlikeholds- og oppfølgingsrutiner bør arbeides frem for å få til forutsigbarhet ved driften. En god forutsigbarhet og stabilitet over tid kan være med å skape en presisjonskultur som kan gi bedriften evner til å bedre mestre/implementere forbedringer. SAP, som er en modul brukt i StatoilHydro for å styre arbeid og vedlikeholdshistorier, er et godt verktøy i slikt arbeid. Her vil en ha mulighet til å drive forebygging, modifikasjoner, undersøke alt planlagt vedlikehold og dokumentere alt arbeid som utføres. Ved å implementere oppfølging av stengte ESD-ventiler inn i eksisterende rutiner vil det kunne sikre at arbeidet blir håndtert av flere parter.

For å arbeide frem gode vedlikeholds- og sikkerhetsrutiner kan det være aktuelt å ta for seg RCM prosessen, vedlegg 16.3 og se på et beslutningsdiagram, vedlegg 16.4. Disse tar for seg, som beskrevet i kapittel 9, Sikkerhetsmessige analyser og vurderinger, henholdsvis hvordan gå frem for å få et best mulig vedlikehold og hvordan velge rett type vedlikehold. Dette for å best mulig kunne sikre arbeidsplassen mot hendelser som kan føre til menneskelige eller materielle skader. Utførelsen av et godt vedlikehold bør følge figur 11.1, vedlikeholdsstyring, for å sikre resultater og tilstrekkelig oppfølging med eventuelle årsaksanalyser og forbedringer.



Figur 11.1 viser skjema for vedlikeholdsstyring

RCM planleggingen bør begynne med en form for kritikalitets/feilmodi analyse for å vurdere hyppigheten og kritikaliteten ved svikt i en ESD ventil. Deretter en detaljanalyse for å grundigere gjennomgå ventilens oppbygging. Videre følger en reservedelsvurdering for å fastslå om nødvendige/kritiske deler er på lager. Til slutt en dokumentasjon av alt arbeid og en kontinuerlig forbedring av vedlikeholdet rundt ESD ventilene.

En siste tanke kan være viktigheten av å dimensjonere aktuator til å gi nok moment ved aktivering av ventil, da høyere trykk i ventilhuset eller høye temperaturer kan endre på mengden moment som behøves for aktivering om denne ikke allerede er dette som følge av brannsikkerhet.

11.2 FMEA analyse

Se vedlegg 16.5 for FMEA-analysen av fjernet PSV fra ESD. Analysen leses ved at side 1 og 2 er første ark og side 3 og 4 er andre ark. For en bedre forståelse av analysens oppbygging refereres til vedleggsbeskrivelsen av FMEA-analyser.

12 Utregninger

For å best mulig illustrere trykkoppbygging i ventilhuset ved temperaturendring finne det endring i volum til gassen både før og etter en tenkt brann lokalisert nær ESD ventilen og påfølgende stenging av denne..

Data:

$$Q = 278m^3 / H$$

$$T = -29 / 105$$

$$P = 33,9b \text{ arg}$$

For å gjøre barg om til bar må det legges til en atmosfære. Trykket blir da 34,9bar

Før brann: $Pv = nRT$

Etter brann $Pv = nRT$

Før brann antas en temperatur på 30° C og ved en brann en temperatur på 1000° C

Tetthet til metan

$$\rho = 0,717Kg / m^3$$

Velger volum 10" ESD cavity: $1,289 \cdot 10^{-5}$

Volumberegninger ESD

		6" ESD RB	8" ESD RB	10" ESD RB	ESD
		4"	6"	8"	10"
Rørstr i cm		10,16846118	15,24845843	20,32845569	25,40845295
Diameter kule innv.	m	0,101684612	0,152484584	0,203284557	0,254084529
Lengde		0,101599945	0,152399918	0,20319989	0,253999863
Diameter ytre		0,101938612	0,152738584	0,203538557	0,254338529
Volum hus	m^3	0,000825076	0,002783085	0,006595111	0,012878931
Volum cavity		2,06785E-06	4,64621E-06	8,25419E-06	1,28918E-05
Volum hus	cm^3	0,825075753	2,783085152	6,595111242	12,87893078
Volum cavity		0,002067846	0,004646206	0,008254194	0,01289181
Total volum	cm^3	0,827143699	2,787731358	6,603365436	12,89182259

Multipliserer tetthet til gassen med volum ventilhus for å få masse i kg

$$0,717 \text{ Kg} / \text{m}^3 \cdot 1,289 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = \underline{9,24 \cdot 10^{-6} \text{ Kg}}$$

Finner antall mol ved formel: $n = \frac{M}{m}$

Vet at molmassen til metan er $16,04 \text{ g} / \text{mol}$

$$n = \frac{M}{m} = \frac{16,04 \text{ g} / \text{mol}}{0,00924213 \text{ g}} = \underline{1735,5 \text{ mol}}$$

Setter så inn i ideell gasslov som løses på v for før og etter brann

$$\text{Før: } v = \frac{1735,5 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} / (\text{mol} \cdot \text{K}) \cdot 303 \text{ K}}{34,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = \underline{\underline{1,25 \text{ m}^3}}$$

$$\text{Etter: } v = \frac{1735,5 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} / (\text{mol} \cdot \text{K}) \cdot 1273 \text{ K}}{34,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = \underline{\underline{5,26 \text{ m}^3}}$$

Lekkasje til ventilhus vil gi en betydelig volumoppbygging dersom denne ikke har noen mulighet for ventilering. Ved store temperaturendringer kan det altså oppstå svært høye trykk i et ventilhus dersom det ikke er tilgjengelig ventilering eller kjøling. Ved så store trykk kan ventilens tålegrense for trykk overstiges og sprekk kan oppstå.

Ved vanlig transport av gass i rør kan bevegelser i gassen føre til en temperaturoppbygging som følge av indre friksjon. Dette skjer da gassmolekylene dunker borti hverandre etter hvert som farten til gassen øker i røret. En slik friksjon kan føre til oppvarming av gassen i ventilhuset dersom det er lekkasje. Ved gass på 100 grader vil volumet se slik ut:

$$v = \frac{1735,5 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} / (\text{mol} \cdot \text{K}) \cdot 373 \text{ K}}{34,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = \underline{\underline{1,54 \text{ m}^3}}$$

En mindre temperaturøkning vil altså øke volumet til gassen med en kvart kubikk.

13 Konklusjon

Etter en gjennomgang av drøftingen ser det ut som om konklusjonen blir å støtte en eventuell fjerning av trykksikkerhetsventilen, PSV-ventil. Da det er gode grunner både for og imot virker det som om en effektiv bruk av bløder, "bleeder", som er fastmontert på ESD-ventil gir en effektiv trykkavlastning av ventilhuset. En "double block & bleed" type ventil skal som nevnt også, ifølge API 6D, kunne ha fullt linjetrykk på begge sider av ventilen uten å ha trykk i ventilhus som følge av lekkasje. Det er først når et setepar ikke fungerer som det skal og gass lekker inn i ventilhuset at ventilering først blir aktuelt. En nødavstengingsventil som har trykk i ventilhus er da ødelagt og bør enten skiftes ut eller repareres.

Kårstø må selv velge om det er ønskelig å se bort ifra API 6D da denne standarden spesifikt beskriver behovet for en automatisk styrt PSV-ventil montert på ESD-ventilen. En PSV-ventil er en sikkerhetsbarriere som er ment å skulle sikre en industriplass mot problemer som følge av lekkasje og trykk i ventilhus. Ved å fjerne denne barrieren oppstår det nye problemstillinger rundt ventilering av eventuelt ventilhustrykk, og det må stoles mer på manuelle tiltak for sikker bruk. Det er et krav ifra StatoilHydro at alle installasjoner skal opereres og vedlikeholdes iht. myndighetskrav og interne krav for sikker og effektiv drift. Dersom det velges å fjerne PSV-ventil, bør det på Kårstø drøftes om dette er å gå imot egne interne krav. Ønsker en ikke å fjerne PSV-ventil, bør kursing og informasjon til arbeidere være en tanke for å forhindre uønsket tukling med innstillinger av PSV-ventil.

14 Definisjoner

Aktuator	Fungerer ved å påføre en kraft på et objekt og bevege objektet (aktuere det). Består vanligvis av et stempel med en stempelstang inni en sylinder.
Bleed	Å ”blø” av, ventilere.
Diff Trykk	Differansen mellom nedstrømstrykk og oppstrømstrykk.
Erosive Service	Fremmedlegemer (for eksempel sand) tilstede i strømmingen uten å korrodere, men som sliter på røret.
Hydraulisk Hammer Effekt	Hurtig stenging av fluid i bevegelse vil føre til at fluidet stanger mot den stengte ventilen og sender sjokkbølger som forplanter seg i rørsystemet.
LPG	”Liquid Petroleum Gases”, flytende gass.
Nedstrøms	Området nedenfor noe, her området etter ventilen.
NGL	“Natural Gas Liquids”, naturgass.
Oppstrøms	Området ovenfor noe, her området før ventilen.
PED	“The Pressure Equipment Directive”. Europeisk direktiv for utstyr brukt under trykk.
Trykklås	Overtrykk i ventilhus kan føre til at begge seter presses inn mot kulen og det er risiko for at ventilen ikke kan opereres.
Tverrfaglig	Innebærer forskjellige fagfelt som arbeider sammen mot et felles mål.

15 Referanseliste/kilder

Internett Sider:

1. Hjemmeside - Wikipedia:
<http://www.wikipedia.com>
2. Hjemmeside – StatoilHydro ASA:
<http://www.statoil.com>
3. Hjemmeside – Engineering Tips:
<http://www.eng-tips.com>
4. Hjemmeside – Solent & Pratt Inc:
<http://www.solentpratt.com>
5. Hjemmeside – Free Patents Online:
<http://www.freepatentsonline.com>
6. Hjemmeside – Flow-Tek Inc.
<http://www.flow-tek.com>
7. Hjemmeside – Safety Users Group:
<http://www.safetyusersgroup.com>
8. Hjemmeside – Statoils Interne Krav:
<http://tr2000.statoil.com>
9. Hjemmeside – Det Norske Veritas:
<http://dnv.no>
10. Hjemmeside – Standardisering I Norge:
<http://www.standard.no>

Litteratur:

11. StatoilHydro - ventilprogram
12. HDC "Human Development Consultants Ltd" *Training Module*
13. Smith, Peter. (2004). *Valve Seletion Handbook 5 Edition*
14. Aven, T. (1998). Universitetsforlaget. *Pålitelighets- og Risikoanalyse.*
15. Institutt For Marin Teknikk. (2003). *Kompendium Driftsteknikk Grunnkurs.*
16. Kværner Oil & Gas. *Ventilkompendium.*

Standarder:

17. API Specification 6D, 22nd Edition
18. ISO 14313:1999, MOD, Petroleum and natural gas industries – Pipeline transportation systems – Pipeline valves.

Program:

19. Thermosolver – Engineering and Chemical Thermodynamics.

16 Vedlegg

16.1 Trunnion Valve – Reduced Bore

DO NOT SCALE DRAWING

GENERAL NOTES:

- For 1/2 Face and End to End dimensions according to: **NOE 1830** for the 02
- For 1/2 Face and End to End dimensions according to: **NOE 1830** for the 02
- For Flange 1 & 2: **ASME B16.5**
- For Flange 3: **ASME B16.5**
- For Flange 4: **ASME B16.5**
- For Flange 5: **ASME B16.5**
- For Flange 6: **ASME B16.5**
- For Flange 7: **ASME B16.5**
- For Flange 8: **ASME B16.5**
- For Flange 9: **ASME B16.5**
- For Flange 10: **ASME B16.5**
- For Flange 11: **ASME B16.5**
- For Flange 12: **ASME B16.5**
- For Flange 13: **ASME B16.5**
- For Flange 14: **ASME B16.5**
- For Flange 15: **ASME B16.5**
- For Flange 16: **ASME B16.5**
- For Flange 17: **ASME B16.5**
- For Flange 18: **ASME B16.5**
- For Flange 19: **ASME B16.5**
- For Flange 20: **ASME B16.5**
- For Flange 21: **ASME B16.5**
- For Flange 22: **ASME B16.5**
- For Flange 23: **ASME B16.5**
- For Flange 24: **ASME B16.5**
- For Flange 25: **ASME B16.5**
- For Flange 26: **ASME B16.5**
- For Flange 27: **ASME B16.5**
- For Flange 28: **ASME B16.5**
- For Flange 29: **ASME B16.5**
- For Flange 30: **ASME B16.5**
- For Flange 31: **ASME B16.5**
- For Flange 32: **ASME B16.5**
- For Flange 33: **ASME B16.5**
- For Flange 34: **ASME B16.5**
- For Flange 35: **ASME B16.5**
- For Flange 36: **ASME B16.5**
- For Flange 37: **ASME B16.5**
- For Flange 38: **ASME B16.5**
- For Flange 39: **ASME B16.5**
- For Flange 40: **ASME B16.5**
- For Flange 41: **ASME B16.5**
- For Flange 42: **ASME B16.5**
- For Flange 43: **ASME B16.5**
- For Flange 44: **ASME B16.5**
- For Flange 45: **ASME B16.5**
- For Flange 46: **ASME B16.5**
- For Flange 47: **ASME B16.5**
- For Flange 48: **ASME B16.5**
- For Flange 49: **ASME B16.5**
- For Flange 50: **ASME B16.5**
- For Flange 51: **ASME B16.5**
- For Flange 52: **ASME B16.5**
- For Flange 53: **ASME B16.5**
- For Flange 54: **ASME B16.5**
- For Flange 55: **ASME B16.5**
- For Flange 56: **ASME B16.5**
- For Flange 57: **ASME B16.5**
- For Flange 58: **ASME B16.5**
- For Flange 59: **ASME B16.5**
- For Flange 60: **ASME B16.5**
- For Flange 61: **ASME B16.5**
- For Flange 62: **ASME B16.5**
- For Flange 63: **ASME B16.5**
- For Flange 64: **ASME B16.5**
- For Flange 65: **ASME B16.5**
- For Flange 66: **ASME B16.5**
- For Flange 67: **ASME B16.5**
- For Flange 68: **ASME B16.5**
- For Flange 69: **ASME B16.5**
- For Flange 70: **ASME B16.5**
- For Flange 71: **ASME B16.5**
- For Flange 72: **ASME B16.5**
- For Flange 73: **ASME B16.5**
- For Flange 74: **ASME B16.5**
- For Flange 75: **ASME B16.5**
- For Flange 76: **ASME B16.5**
- For Flange 77: **ASME B16.5**
- For Flange 78: **ASME B16.5**
- For Flange 79: **ASME B16.5**
- For Flange 80: **ASME B16.5**
- For Flange 81: **ASME B16.5**
- For Flange 82: **ASME B16.5**
- For Flange 83: **ASME B16.5**
- For Flange 84: **ASME B16.5**
- For Flange 85: **ASME B16.5**
- For Flange 86: **ASME B16.5**
- For Flange 87: **ASME B16.5**
- For Flange 88: **ASME B16.5**
- For Flange 89: **ASME B16.5**
- For Flange 90: **ASME B16.5**
- For Flange 91: **ASME B16.5**
- For Flange 92: **ASME B16.5**
- For Flange 93: **ASME B16.5**
- For Flange 94: **ASME B16.5**
- For Flange 95: **ASME B16.5**
- For Flange 96: **ASME B16.5**
- For Flange 97: **ASME B16.5**
- For Flange 98: **ASME B16.5**
- For Flange 99: **ASME B16.5**
- For Flange 100: **ASME B16.5**

POC.	PART NAME	MATERIALS	NOTES
10	INVC PLATE	316 S312	
11	BEV	ASTM A307	
12	ORBITAL	ASTM A307	
13	BALL	ASTM A307 F304	
14	STEM	ASTM A307 F304	
15	TRUNNION	ASTM A307 F304	
16	LOAD FLANGE	ASTM A307	
17	ADAPTER FLANGE	ASTM A307	
18	SEAT BNC	ASTM A307 F304	
19	SEAT B-BOLTS	ASTM A307 F304	
20	TRUNNION O-RING	HOSE	
21	LOAD FLANGE I-RING	HOSE	
22	TRUNNION O-RING	HOSE	
23	SEAT B-BOLTS	HOSE	
24	TRUNNION O-RING	HOSE	
25	SEAT B-BOLTS	HOSE	
26	TRUNNION O-RING	HOSE	
27	SEAT B-BOLTS	HOSE	
28	TRUNNION O-RING	HOSE	
29	SEAT B-BOLTS	HOSE	
30	TRUNNION O-RING	HOSE	
31	SEAT B-BOLTS	HOSE	
32	TRUNNION O-RING	HOSE	
33	SEAT B-BOLTS	HOSE	
34	TRUNNION O-RING	HOSE	
35	SEAT B-BOLTS	HOSE	
36	TRUNNION O-RING	HOSE	
37	SEAT B-BOLTS	HOSE	
38	TRUNNION O-RING	HOSE	
39	SEAT B-BOLTS	HOSE	
40	TRUNNION O-RING	HOSE	
41	SEAT B-BOLTS	HOSE	
42	TRUNNION O-RING	HOSE	
43	SEAT B-BOLTS	HOSE	
44	TRUNNION O-RING	HOSE	
45	SEAT B-BOLTS	HOSE	
46	TRUNNION O-RING	HOSE	
47	SEAT B-BOLTS	HOSE	
48	TRUNNION O-RING	HOSE	
49	SEAT B-BOLTS	HOSE	
50	TRUNNION O-RING	HOSE	
51	SEAT B-BOLTS	HOSE	
52	TRUNNION O-RING	HOSE	
53	SEAT B-BOLTS	HOSE	
54	TRUNNION O-RING	HOSE	
55	SEAT B-BOLTS	HOSE	
56	TRUNNION O-RING	HOSE	
57	SEAT B-BOLTS	HOSE	
58	TRUNNION O-RING	HOSE	
59	SEAT B-BOLTS	HOSE	
60	TRUNNION O-RING	HOSE	
61	SEAT B-BOLTS	HOSE	
62	TRUNNION O-RING	HOSE	
63	SEAT B-BOLTS	HOSE	
64	TRUNNION O-RING	HOSE	
65	SEAT B-BOLTS	HOSE	
66	TRUNNION O-RING	HOSE	
67	SEAT B-BOLTS	HOSE	
68	TRUNNION O-RING	HOSE	
69	SEAT B-BOLTS	HOSE	
70	TRUNNION O-RING	HOSE	
71	SEAT B-BOLTS	HOSE	
72	TRUNNION O-RING	HOSE	
73	SEAT B-BOLTS	HOSE	
74	TRUNNION O-RING	HOSE	
75	SEAT B-BOLTS	HOSE	
76	TRUNNION O-RING	HOSE	
77	SEAT B-BOLTS	HOSE	
78	TRUNNION O-RING	HOSE	
79	SEAT B-BOLTS	HOSE	
80	TRUNNION O-RING	HOSE	
81	SEAT B-BOLTS	HOSE	
82	TRUNNION O-RING	HOSE	
83	SEAT B-BOLTS	HOSE	
84	TRUNNION O-RING	HOSE	
85	SEAT B-BOLTS	HOSE	
86	TRUNNION O-RING	HOSE	
87	SEAT B-BOLTS	HOSE	
88	TRUNNION O-RING	HOSE	
89	SEAT B-BOLTS	HOSE	
90	TRUNNION O-RING	HOSE	
91	SEAT B-BOLTS	HOSE	
92	TRUNNION O-RING	HOSE	
93	SEAT B-BOLTS	HOSE	
94	TRUNNION O-RING	HOSE	
95	SEAT B-BOLTS	HOSE	
96	TRUNNION O-RING	HOSE	
97	SEAT B-BOLTS	HOSE	
98	TRUNNION O-RING	HOSE	
99	SEAT B-BOLTS	HOSE	
100	TRUNNION O-RING	HOSE	

CLASS I 150 LBS

WC	110	118	A-RF	C	D	II	AD1	Weight	IN	WGT	WT	V32
6141	250/200	282	314	185	267	531	81	1	81-11-4181	3.14		
6141	250/200	282	314	185	265	531	81	8	81-11-4187	3.14		

GENERAL NOTES:

- For 1/2 Face and End to End dimensions according to: **NOE 1830** for the 02
- For Flange 1 & 2: **ASME B16.5**
- For Flange 3: **ASME B16.5**
- For Flange 4: **ASME B16.5**
- For Flange 5: **ASME B16.5**
- For Flange 6: **ASME B16.5**
- For Flange 7: **ASME B16.5**
- For Flange 8: **ASME B16.5**
- For Flange 9: **ASME B16.5**
- For Flange 10: **ASME B16.5**
- For Flange 11: **ASME B16.5**
- For Flange 12: **ASME B16.5**
- For Flange 13: **ASME B16.5**
- For Flange 14: **ASME B16.5**
- For Flange 15: **ASME B16.5**
- For Flange 16: **ASME B16.5**
- For Flange 17: **ASME B16.5**
- For Flange 18: **ASME B16.5**
- For Flange 19: **ASME B16.5**
- For Flange 20: **ASME B16.5**
- For Flange 21: **ASME B16.5**
- For Flange 22: **ASME B16.5**
- For Flange 23: **ASME B16.5**
- For Flange 24: **ASME B16.5**
- For Flange 25: **ASME B16.5**
- For Flange 26: **ASME B16.5**
- For Flange 27: **ASME B16.5**
- For Flange 28: **ASME B16.5**
- For Flange 29: **ASME B16.5**
- For Flange 30: **ASME B16.5**
- For Flange 31: **ASME B16.5**
- For Flange 32: **ASME B16.5**
- For Flange 33: **ASME B16.5**
- For Flange 34: **ASME B16.5**
- For Flange 35: **ASME B16.5**
- For Flange 36: **ASME B16.5**
- For Flange 37: **ASME B16.5**
- For Flange 38: **ASME B16.5**
- For Flange 39: **ASME B16.5**
- For Flange 40: **ASME B16.5**
- For Flange 41: **ASME B16.5**
- For Flange 42: **ASME B16.5**
- For Flange 43: **ASME B16.5**
- For Flange 44: **ASME B16.5**
- For Flange 45: **ASME B16.5**
- For Flange 46: **ASME B16.5**
- For Flange 47: **ASME B16.5**
- For Flange 48: **ASME B16.5**
- For Flange 49: **ASME B16.5**
- For Flange 50: **ASME B16.5**
- For Flange 51: **ASME B16.5**
- For Flange 52: **ASME B16.5**
- For Flange 53: **ASME B16.5**
- For Flange 54: **ASME B16.5**
- For Flange 55: **ASME B16.5**
- For Flange 56: **ASME B16.5**
- For Flange 57: **ASME B16.5**
- For Flange 58: **ASME B16.5**
- For Flange 59: **ASME B16.5**
- For Flange 60: **ASME B16.5**
- For Flange 61: **ASME B16.5**
- For Flange 62: **ASME B16.5**
- For Flange 63: **ASME B16.5**
- For Flange 64: **ASME B16.5**
- For Flange 65: **ASME B16.5**
- For Flange 66: **ASME B16.5**
- For Flange 67: **ASME B16.5**
- For Flange 68: **ASME B16.5**
- For Flange 69: **ASME B16.5**
- For Flange 70: **ASME B16.5**
- For Flange 71: **ASME B16.5**
- For Flange 72: **ASME B16.5**
- For Flange 73: **ASME B16.5**
- For Flange 74: **ASME B16.5**
- For Flange 75: **ASME B16.5**
- For Flange 76: **ASME B16.5**
- For Flange 77: **ASME B16.5**
- For Flange 78: **ASME B16.5**
- For Flange 79: **ASME B16.5**
- For Flange 80: **ASME B16.5**
- For Flange 81: **ASME B16.5**
- For Flange 82: **ASME B16.5**
- For Flange 83: **ASME B16.5**
- For Flange 84: **ASME B16.5**
- For Flange 85: **ASME B16.5**
- For Flange 86: **ASME B16.5**
- For Flange 87: **ASME B16.5**
- For Flange 88: **ASME B16.5**
- For Flange 89: **ASME B16.5**
- For Flange 90: **ASME B16.5**
- For Flange 91: **ASME B16.5**
- For Flange 92: **ASME B16.5**
- For Flange 93: **ASME B16.5**
- For Flange 94: **ASME B16.5**
- For Flange 95: **ASME B16.5**
- For Flange 96: **ASME B16.5**
- For Flange 97: **ASME B16.5**
- For Flange 98: **ASME B16.5**
- For Flange 99: **ASME B16.5**
- For Flange 100: **ASME B16.5**

TRUNNION BALL VALVE

REDUCED BORE

Mod.: B17

Class: 150

812107010001

16.2 Trunnion Valve – Full Bore

DO NOT SCALE DRAWING

DETAIL NOTES:

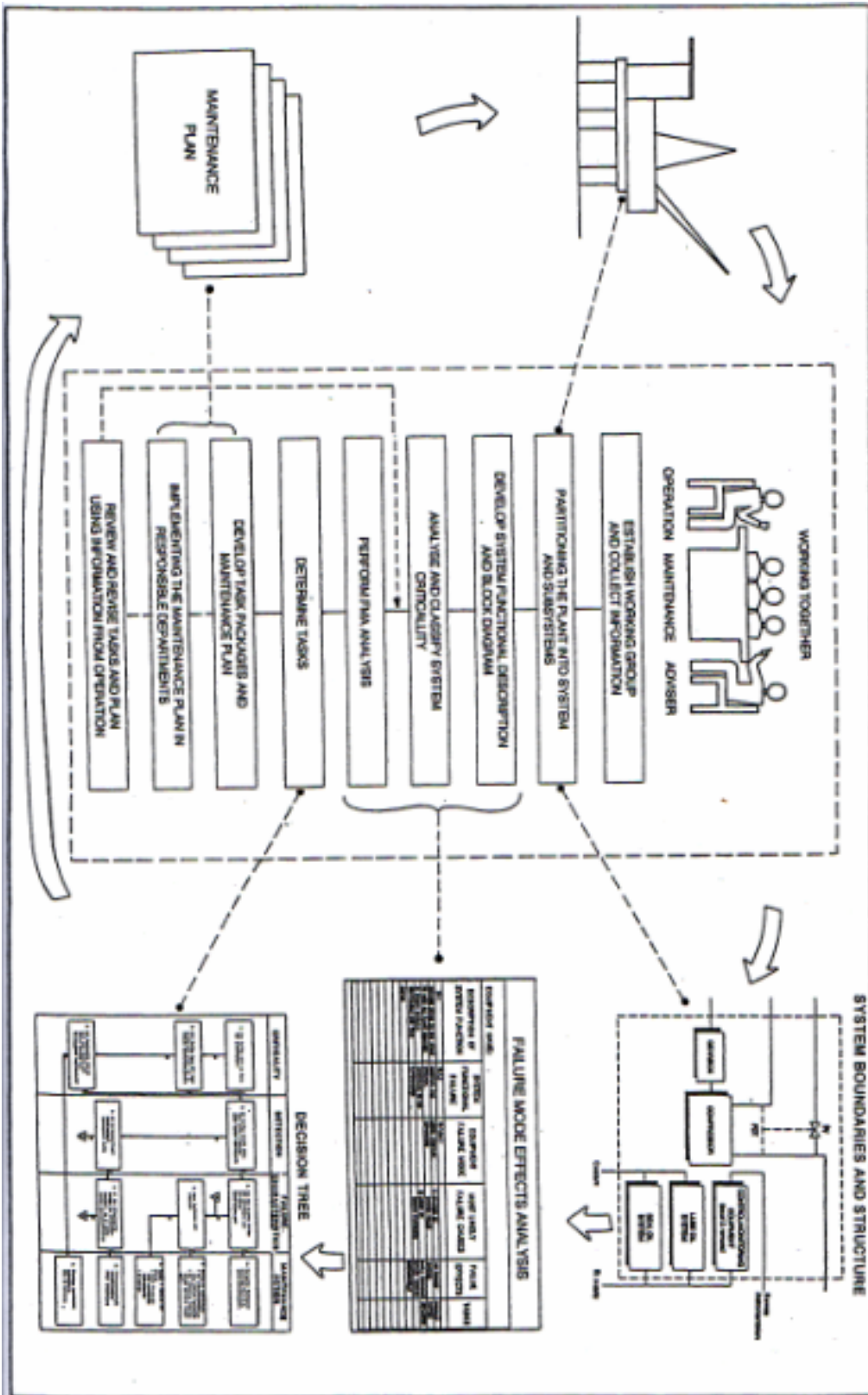
- Put in Bore and fit to Bore dimension according to 1
- Not used for design
- Material body will thickness as per ASME B31.3
- Pressure will thickness ratio as per ASME B31.3
- The seal design as per ASME B31.3 and ASME B31.4
- The seal design as per ASME B31.3 and ASME B31.4
- Material selection as per ASME B31.3 and ASME B31.4
- Valve material will according to ASME B31.3

POS.	PART NAME	MATERIALS	NOTES
11	BEY	316 SSTEL.	
12	CLORING	316 SSTEL.	
13	ADAPTOR FLANGE	316 SSTEL.	
14	BEY	316 SSTEL.	
15	TRUNNION FLANGE	316 SSTEL.	
16	BEY	316 SSTEL.	
17	ADAPTOR FLANGE	316 SSTEL.	
18	BEY	316 SSTEL.	
19	ADAPTOR FLANGE	316 SSTEL.	
20	BEY	316 SSTEL.	
21	BEY	316 SSTEL.	
22	BEY	316 SSTEL.	
23	BEY	316 SSTEL.	
24	BEY	316 SSTEL.	
25	BEY	316 SSTEL.	
26	BEY	316 SSTEL.	
27	BEY	316 SSTEL.	
28	BEY	316 SSTEL.	
29	BEY	316 SSTEL.	
30	BEY	316 SSTEL.	
31	BEY	316 SSTEL.	
32	BEY	316 SSTEL.	
33	BEY	316 SSTEL.	
34	BEY	316 SSTEL.	
35	BEY	316 SSTEL.	
36	BEY	316 SSTEL.	
37	BEY	316 SSTEL.	
38	BEY	316 SSTEL.	
39	BEY	316 SSTEL.	
40	BEY	316 SSTEL.	
41	BEY	316 SSTEL.	
42	BEY	316 SSTEL.	
43	BEY	316 SSTEL.	
44	BEY	316 SSTEL.	
45	BEY	316 SSTEL.	
46	BEY	316 SSTEL.	
47	BEY	316 SSTEL.	
48	BEY	316 SSTEL.	
49	BEY	316 SSTEL.	
50	BEY	316 SSTEL.	
51	BEY	316 SSTEL.	
52	BEY	316 SSTEL.	
53	BEY	316 SSTEL.	
54	BEY	316 SSTEL.	
55	BEY	316 SSTEL.	
56	BEY	316 SSTEL.	
57	BEY	316 SSTEL.	
58	BEY	316 SSTEL.	
59	BEY	316 SSTEL.	
60	BEY	316 SSTEL.	
61	BEY	316 SSTEL.	
62	BEY	316 SSTEL.	
63	BEY	316 SSTEL.	
64	BEY	316 SSTEL.	
65	BEY	316 SSTEL.	
66	BEY	316 SSTEL.	
67	BEY	316 SSTEL.	
68	BEY	316 SSTEL.	
69	BEY	316 SSTEL.	
70	BEY	316 SSTEL.	
71	BEY	316 SSTEL.	
72	BEY	316 SSTEL.	
73	BEY	316 SSTEL.	
74	BEY	316 SSTEL.	
75	BEY	316 SSTEL.	
76	BEY	316 SSTEL.	
77	BEY	316 SSTEL.	
78	BEY	316 SSTEL.	
79	BEY	316 SSTEL.	
80	BEY	316 SSTEL.	
81	BEY	316 SSTEL.	
82	BEY	316 SSTEL.	
83	BEY	316 SSTEL.	
84	BEY	316 SSTEL.	
85	BEY	316 SSTEL.	
86	BEY	316 SSTEL.	
87	BEY	316 SSTEL.	
88	BEY	316 SSTEL.	
89	BEY	316 SSTEL.	
90	BEY	316 SSTEL.	
91	BEY	316 SSTEL.	
92	BEY	316 SSTEL.	
93	BEY	316 SSTEL.	
94	BEY	316 SSTEL.	
95	BEY	316 SSTEL.	
96	BEY	316 SSTEL.	
97	BEY	316 SSTEL.	
98	BEY	316 SSTEL.	
99	BEY	316 SSTEL.	
100	BEY	316 SSTEL.	

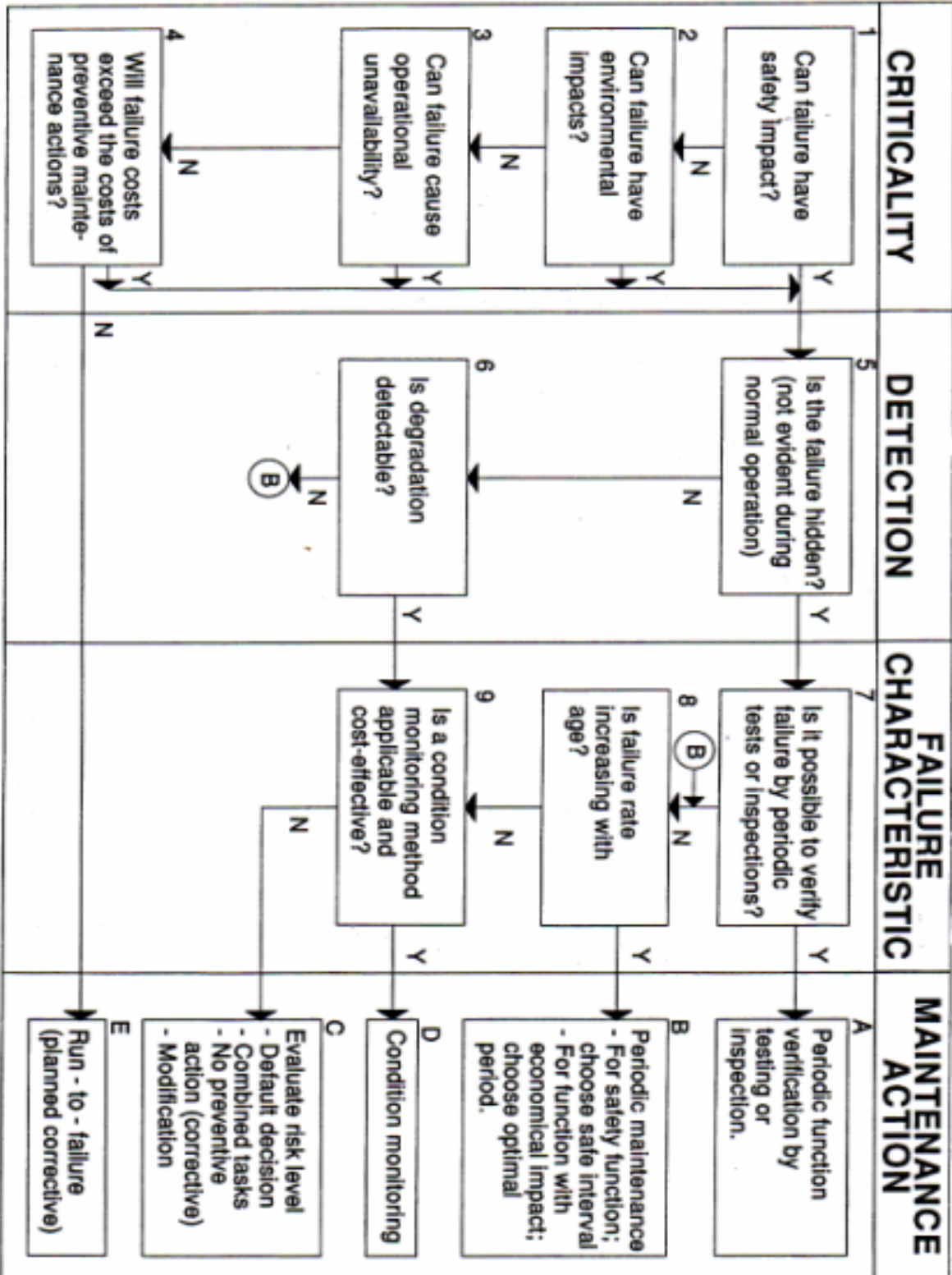
TRUNNION BALL VALVE
FULL BORE
Mod. B73
Class 600

Customer: NORSE ENERGY & SERVICES AS
Order: 4700000001
Order Ref.: 470000
Spec. Ref.: SEE ON TABLE
Title: TRUNNION BALL VALVE
Date: 2007-01-10
Drawing No.: B150701010003

16.3 RCM Prosessen



16.4 Beslutningsdiagram



16.5 FMEA Analyse

Identifikasjon	Her blir den aktuelle komponent identifisert ved betegnelse og/eller nummer.
Funksjon	Beskrivelse av komponentens funksjon i systemet.
Feilmodi	De forskjellige måter en komponent kan svikte i å utføre sin funksjon.
Effekt komponent	Beskrivelse dersom komponenten påvirker andre elementer i systemet. Her ventil komponenten.
Effekt system	Beskrivelse av komponentens påvirkning på systemet. Her rørsystemet.
Korrektive tiltak	Hva som kan gjøres for å rette opp i den aktuelle feilen.
Feilfrekvens	Sannsynlighet for den aktuelle feilmodus og konsekvens. Beskrives som reell eller sjelden.
Feileffektgradering	Gradering av alvorlighetsgraden og sikkerhetsmessig effekt. Deles inn i: Liten – feil som ikke reduserer systemets funksjonsevne mer en normalt tillatt. Stor – feil som reduserer systemets funksjonsevne utover det tillatte, men som kan kontrolleres. Kritisk – feil som reduserer systemets funksjonsevne utover det tillatte og som skaper en uakseptabel tilstand.
Bemerkninger	Opplysninger som kan være nyttige å ha med

1 Identifikasjon	2 Funksjon	3 Feltnote	4 Effekt Komponent	5 Effekt System
Sete Oppstrøms	Tette oppstrøms mot kule	Lekker	Lekkasje inn i ventilhus
PSV	Frigi overtrykk fra ventilhus ved lekkasje inn til ventilhus	Fjernet	Trykkoppbygging i ventilhus	Ingen ventilering av trykk kan I sete igjen som stopper strøm
			Trykk mot nedstrømssete	Kan presse sete mot kule og i lag med trykk på oppstrømssete skape trykkdås
			Trykk mot nedstrømssete	Kan presse sete bort fra kule og ventilerer nedstrøms
			Trykk mot stem på grunn av trykk mot sete/kule	Trykk kan gjøre stem vanskelig å aktuere, mer moment behøves fra aktuator
			Trykkoppbygging på grunn av termisk ekspansjon	Trykk kan bli så stort at ventili sprækker

6 Korrektive Tiltak	7 Felfrekvens	8 Felleffekt Gradering	9 Bemerkninger
Skift av sateventil Trykktest Vedlikehold	Reell	Liten	
Blø av overtrykk manuelt med bløder	Reell	Liten	Daglig trykktest/bruk av bløder ved aktivering av ventil Vedlikehold hver 3 mnd
Blø av overtrykk manuelt med bløder	Reell	Liten	
Blø av overtrykk manuelt med bløder	Reell	Stor	
Blø av overtrykk manuelt med bløder	Reell	Liten	
Vanskelig å unngå dersom brann nær ventil	Sjelden	Kritisk	Code brannslukningsrutiner

1 Identifikasjon	2 Funksjon	3 Feilmodi	4 Effekt Komponent	5 Effekt System
PSV (forts)	Friigi overtrykk fra ventilhus ved lekkasje inn til ventilhus	Fjernet	Trykkoppbygging på grunn av termisk ekspansjon	Trykk kan bli så stort at seter kan bli ødelagt
Aktuator	Aktivere ventil	Trykklås	Trykkoppbygging på grunn av termisk ekspansjon	Trykk kan bli så stort at ventil ikke kan aktiveres
Sete nedstrøms	Tette nedstrøms mot kule	Lekker	Ventil lekket	Lekkasje nedover rørsystem dersom lekkasje inn til ventilhus

6 Korrektive Tiltak	7 Feltefrekvens	8 Felleffekt Gradering	9 Bemerkninger
Vanskelig å unngå dersom brann nær ventill	Sjelden	Kritisk	Code brannslukningsrutiner
Vanskelig å unngå dersom brann nær ventill	Sjelden	Kritisk	Code brannslukningsrutiner
Blø av overtrykk manuelt med bløder	Reell	Liten	Daglig trykktest/bruk av bløder ved aktivering av ventill Vedlikehold hver 3 mnd
Skift av sete/ventill Trykktest Vedlikehold	Reell	Stor	