



Studie av borrhvåtsketankar

Study of mudpits

Examensarbete för högskoleingenjörsexamen inom Maskiningenjörsprogrammet.

Jesper Gustavsson
Carl Tööj

Institutionen för Material- och tillverkningsteknik
Avdelningen för avancerad oförstörande provning
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sweden, 2015
Examinator: Gert Persson, Examensarbete No.133/2015

Studie av borrhätsketankar

En studie av borrhätsketankarna placerade på semi-submersible riggar, med arbetet fokuserat mot Basso Technology AB's BT-5000.

Jesper Gustavsson
Carl Tööj



CHALMERS

Institutionen för Material- och tillverkningsteknik
Avdelningen för avancerad oförstörande provning
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sweden, 2015

Studie av borrhvåsketankar
Study of mudpits
Jesper Gustavsson & Carl Tööj

© Jesper Gustavsson & Carl Tööj, 2015.

Handledare: Michael Johnson & Gerry Steen, Bassoe Technology AB
Examinator: Docent och Viceprefekt Gert Persson, Institutionen för Material- och
tillverkningsteknik

Examensarbete:133
Institutionen för Material- och tillverkningsteknik
Avdelningen för avancerad oförstörande provning
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
SE-412 96 Gothenburg
Telephone +46 31 772 1000

Framsida: Borrhvåskplattformen BT4000, utvecklad av Bassoe Technology.
Typeset in L^AT_EX
Göteborg, Sweden, 2015

Sammanfattning

Arbetet har genomförts på uppdrag av Bassoe Technology, vilket är ett bolag stationerat i Göteborg som erbjuder utveckling, konstruktion och övervakning av byggnation av avancerade flytenheter för offshorebruk. Av dessa flytenheter utgör semi-submersible riggar för oljeborrning en stor andel. På dessa riggar huseras stora mängder borrhätska. Borrhätskans uppgift är att smörja, transportera borrhäts, kyla och upprätthålla ett hydrostatiskt tryck tillräckligt för att borrhålet ej skall kollapsa. För att möjliggöra dessa uppgifter är borrhätskan en fluid baserad på antingen olja eller vatten med en mängd olika tillsatser som varierar beroende på sökta egenskaper. Borrhätskan förvaras i stora tankar (mudpits), där omrörning av vätskan sker med en omrörare kopplad till en impeller. Problemen med dessa tankar är idag att vätskan lätt sedimenterar vilket ger en svår och kostsam rengöring av tanken när fluiden i tanken skall bytas eller förändras.

Syftet med arbetet är att utvärdera och undersöka befintliga tankar, samt skapa nya tankkoncept. Det konceptet som uppfyllde ställda krav och önskemål bäst, är en tank med ett kvadratisk tvärsnitt och en botten som lutar mot centrum i fyra plan. Både huvudformen och bottenformen bidrar till minskad uppkomst av sediment, på grund av stor symmetri kring centrum av tanken, där omröraren sitter monterad. Bottenformen, som lutar i fyra plan mot centrum, gör att tanken kan förvara större volym borrhätska jämfört med en botten som lutar asymmetriskt i tre plan (vanlig bottenformutformning idag), givet att de båda har samma lutning på bottenplanen. Detta gör att bottenformen med fyra lutande plan antingen kan få bättre förvarad volym borrhätska, eller en bättre avrinning än dagens lösning på bottenutformning.

Ett vanligt problemområde i en tank är hörnen i kvadratiske eller rektangulära tankar. För att undvika ansamlingar av sediment i dessa områden finns det möjlighet att installera hörntillägg, vilket är lutande plåtar som svetsas fast i hörnen. De kan installeras i tankar som redan är i drift, eller monteras direkt vid nybyggnation.

Inga hållfasthetsberäkningar och ekonomiska beräkningar har genomförts.

Summary

The work has been carried out on behalf of Bassoe Technology, which is a company located in Gothenburg that offers concept development, design and construction supervision of advanced floating units for offshore use. Of these floating units, semi-submersible rigs for oil drilling is a main product. On these rigs, large amounts of drilling fluid is stored. The drilling fluid is to lubricate, to transport drill cuttings, cool and maintain a hydrostatic pressure sufficient to avoid the well to collapse. To obtain these properties, the drilling fluid is based on either oil or water with a variety of additives that vary depending on properties sought. The drilling fluid is stored in large tanks (mudpits), the stirring of the liquid takes place with a agitator coupled to an impeller. The problems with these mudpits today is that the fluid easily settles, resulting in a difficult and costly cleaning process of the tank, when the fluid in the tank must be replaced or altered.

The aim is to evaluate and examine existing tank designs, as well as create new tank concepts. The concept that met the requirements and wishes the best, is a tank with a square cross section and a bottom inclined to the center in four planes. Both the main form and the base form helps to reduce the occurrence of sediment, because of great symmetry about the center of the tank, where the agitator is located. The bottom mold, leaning in four planes toward the center, making the tank able to store larger volumes of drilling fluid, compared with a bottom that is inclined asymmetrically in three planes (regular bottom shape design today), given that they both have the same angle of slope on the ground plan. Which means that the bottom shape with four inclined planes may either give better stored volume drilling fluid, or a better drainage than the current solution to the bottom configuration.

A common problem area in a tank, the corners of square or rectangular tanks, to avoid the occurrence of sediments in these areas, it is possible to install inclined corner plates the corners. They can also be installed in tanks that are already in operation, or installed directly during the construction.

No strength calculations or cost calculations have been carried out.

Nyckelord: Bassoe Technology AB, offshore, borrhälska, mudpits, drilling mud, agitator, tankar, mud room.

Förord

Denna rapport är en del av vårt examensarbete vid institutionen för material- och tillverknings teknik på Chalmers tekniska högskola och omfattar 15hp. Det är ett avslutande arbete för våra studier på Höskoleingenjörsprogrammet i maskinteknik. Arbetet har utförts på Bassoe Technology AB i Göteborg. Vi vill tacka de personer, på Bassoe och Chalmers som har varit till hjälp under arbetets gång. Vi vill framförallt tacka Gert Persson, Gerry Steen, Michael Johnson och Zoegas kaffe, tillhandahållet av Bassoe Technology AB.

Jesper Gustavsson & Carl Tööj, Göteborg, Juni 2015

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bassoe Technology	1
1.2	Problembakgrund, given av Bassoe Technology	1
1.3	Syfte	2
1.4	Avgränsningar	3
1.5	Precisering av problemet	3
2	Bakgrund oljeborrning	5
2.1	Borrning till havs	5
2.1.1	Fixed platform	6
2.1.2	Self elevating platform	6
2.1.3	Semi-submersible platform	6
2.1.4	DP - Fartyg	6
2.2	Borrvätskor	7
2.2.1	Vattenbaserad fluid - Water Based Fluid - WBF	8
2.2.2	Oljebaserad fluid - Oil Based Fluid - OBF	8
2.2.3	Syntetiskt baserad fluid - Synthetic Based Fluid - SBF	8
2.3	Rengörning av vätska	8
2.3.1	Gumbo box	8
2.3.2	Skiktning	9
2.3.3	Centrifuger	9
2.4	Omrörare - mud agitators	9
2.4.1	Mekaniska omrörare - Mechanical agitators	9
2.4.1.1	Impellrar för radiell strömning	10
2.4.1.2	Impellrar för axiell strömning	10
2.4.2	Hydrodynamiska omrörare – mud guns	10
2.4.2.1	Högtrycks mud guns	11
2.4.2.2	Lågtrycks mud guns	11
2.4.2.3	Jämförelse av mekaniska och hydrodynamiska omrörare	11
3	Teoretisk referensram	13
3.1	Utformning av mudpits	13
3.1.1	Bafflar	14
3.1.2	Impellerstorlek	14
3.1.2.1	Omvändningshastighet - TOR	14

3.1.2.2	Exempel, impellerdimensionering vid rektangulärt tvärsnitt	16
3.1.3	Utformning av bottendel	17
4	Metod	19
4.1	Förstudie	19
4.2	Produktspecificering	19
4.3	Koncept- & Lösningsgenerering	19
4.4	Konceptval & Konceptgenerering	19
4.5	Konstruktionsfas	20
5	Konceptgenerering	21
5.1	Huvudform	21
5.1.1	Benchmarking, vanligaste tanken idag	21
5.1.2	Cylindrisk	21
5.1.3	Kubisk	21
5.1.4	Hexagonisk	22
5.1.5	Jämförelse mot benchmark	22
5.2	Bottenform	22
5.2.1	Plan bottenform	22
5.2.2	Lutning i ett plan	23
5.2.3	Lutning i tre plan	23
5.2.4	Lutning mot centrum	24
5.2.5	Konformad botten vid cylindrisk tank	24
5.2.6	Volymförlust	24
5.2.7	Jämförelse av bottenformer	24
5.3	Val av vertikala skott mellan tankar	25
5.3.1	Förslag på alternativ skottuppbyggnad	25
5.3.2	Uppbyggnad av släta vertikala skott	25
5.3.3	Jämförelse mellan korrugerade och släta skott	26
5.4	Kompleta koncept	27
5.4.1	Koncept 1	28
5.4.2	Koncept 2	28
5.4.3	Koncept 3	29
5.4.4	Koncept 4	30
5.4.5	Koncept 5	31
6	Konceptval	33
6.1	Vinnande koncept	33
7	Konstruktion	35
7.1	Uppbyggnad	35
7.2	Dimensionering av motor och impeller	37

8 Rördragning	39
8.1 Förutsättningar	39
8.1.1 Rördragningsalternativ 1	39
8.1.2 Rördragningsalternativ 2	39
8.1.3 Åtkomst	41
9 Förbättringstillägg	43
9.1 Formtillägg	43
9.2 Ytbeläggning	45
10 Slutsatser & Resultat	47
10.1 Erfarenheter och lärdomar	48
10.2 Noggrannhetsbedömning och problemanalys	48
10.3 Rekommendationer för fortsatt arbete	48
Bibliography	49
A Appendix 1	I
A.1 Mailkontakt med Asbjörn Vavik	I
A.2 Mailkontakt med Paul Grimen, intervju om mudpits	II
A.3 Översiktsbild av mudroom	IV
A.4 Koncept ställda mot kravspec, viktad.	V
A.5 Volymberäkningar för olika bottenformer i tank med kvadratisk tvär- snitt	VI
A.5.1 Volymförlust med ett lutande plan	VI
A.5.2 Volymförlust med fyra lutande plan	VII
A.5.3 Volymförlust med tre lutande plan	VIII
A.5.4 Volymförlust av cylindrisk tank	IX
A.5.5 Volymförlust av hexagonisk tank	X

1

Inledning

Uppdraget är att genomföra en studie av tankar som innehåller borrhätskan på oljeriggar, givet av Bassoe Technology. I denna inledning ges en kort beskrivning av Bassoe Technology, bakgrund och syftet med studien samt avgränsningar och detaljering av vad som skulle göras.

I inledningen beskrivs bakgrunden till arbetet, Bassoe Technologys bakgrund, avgränsningar, syftet med arbetet samt precisering av frågeställningen.

1.1 Bassoe Technology

Bassoe Technology är ett företag som erbjuder utveckling, konstruktion och övervakning av byggnationen för avancerade flytenheter för offshorebruk. Genom ständiga förbättringsarbeten är deras mål att leverera de bästa tekniska lösningarna, i tid och till det mest konkurrenskraftiga priset.

Bassoe Technology grundades 2007 under namnet BassTech av ett antal ingenjörer med stor erfarenhet inom konstruktion och projektledning. Företaget är placerat i Göteborg och har idag 53 anställda, många med stor erfarenhet av arbete mot offshoreindustrin. De arbetar i huvudsak med avancerade offshoreenheter med fokus på borrhning, service och boende.

Sedan 2013 ägs Bassoe Technology av det kinesiska bolaget CIMC Offshore, som är ett dotterbolag till det börsnoterade bolaget China International Marine Containers Group (CIMC). CIMC äger världens största varv för tillverkning av semi-submersible riggar, Yantai CIMC Raffles Shipyard.

1.2 Problembakgrund, given av Bassoe Technology

Vid borrhning efter olja/gas används en borrhätska, drilling mud, eller bara mud. Den har flera funktioner i borrhprocessen, men huvudsakligen skall den fungera som kylvätska, transportera borrhkax tillbaka till plattformen samt minska risken att vägarna i borrhålet rasar ihop. För att borrhätskan skall få rätt egenskaper så blandas en mängd olika tillsatser. Både sådana av kemisk karaktär och andra används för att justera den specifika vikten på vätskan. För att blandningen skall bli homogen används olika utrustningar för att blanda tillsatserna i pulverform med borrhvatten. När vätskan är färdigblandad hålls den oftast lagrad i en tank även kallad mudpit. För att minska risken för att partiklarna i vätskan sjunker till botten (sedimenterar)

i tanken, så används stora omrörare (agitatorer) som är en vertikal axel med stora paddlar på, och en drivmotor i toppen av axeln. I tillägg kan också dysor (Low Pressure mud guns) användas, som cirkulerar vätskan med hjälp av en pump.

En tank har typiskt en bottenarea från c:a 3x3 m upp till 5x5 m. Höjden varierar från c:a 2.5 m till 6.0 m och volymen c:a 50 – 125 m³. Då innehållet i tanken byts relativt ofta krävs möjlighet för rengöring. Rengöringen sker genom att använda dysor med högtrycksvatten och kemikalier. För att en mudpit skall kunna bli riktigt ren, så skall det helst inte finnas några stag, varken horisontella eller vertikala. Det är därför populärt att använda korrugerade stålskott. Botten på mudpit kan vara helt ”platt”, vilket ökar risken för att sedimentering ansamlas framförallt i hörnen av mudpit, eller med någon form av lutande botten. Enklaste formen är lutande botten i ett plan och lite mer effektivt och mera komplicerat är att låta botten luta i fler plan. Med lutning i ett plan så minskar den effektiva volymen i tanken med 8-15%, beroende på hur hög tanken var från början. Det blir frågan om en avvägning mellan att förlora effektiv volym i behållaren mot att minska risken för att det blir sedimentanhopningar i hörnen samt att det blir lättare att göra rent efter användning.

Typiskt är att vätskor kommer till mudpit från fyllnadsrör i toppen och att vätskan röms med rör som går från botten av behållaren. Från ett strukturellt perspektiv är utmaningen att tillgodose ovanstående funktionskrav men samtidigt uppfylla ett antal andra krav:

Åtkomst måste garanteras både under byggnation men även för framtida inspektion. Åtkomsten består i huvudsak i att varje utrymme skall tillgängligt genom ett 600x800 mm manhål (IMO krav). För trängre utrymmen kan normalt den gamla standarden 400x600 mm accepteras, dock kan inte en skadad person på en bår transporteras samtidigt som bäraren har en andningsapparat på ryggen (därför det relativt nya IMO kravet på åtkomst). För varvets räkning handlar åtkomstkravet i huvudsak att konstruktionen måste utformas så att det finns åtkomst för invändiga svetsar, där det är nödvändigt. Därmed är det även en fördel att konstruktionen i så hög grad som möjligt medger att den byggs i ett eller flera block vid sidan om och kan monteras på plats med i största möjliga mån utvändiga svetsar (för att undvika omfattande svetsningsarbeten inne i de relativt trånga utrymmena). Det sistnämnda är då i huvudsak för att göra tanken byggvänlig. Åtkomstproblemet innebär även att det visat sig fördelaktigt att den lutande botten stagas av på ett sätt som ger tillgång till utrymmet längs med stagen vilka annars i sig kan utgöra en obstruktion.

1.3 Syfte

Kunder till Bassoe Technology har väldigt olika uppfattningar om hur mudpits ska vara utformade. Vissa kunder har väldigt specifika krav på hur det ska vara medan andra vill att de ska utformas så enkelt som möjligt. Arbetet går ut på att analysera befintliga konstruktioner, komma med egna lösningar och sedan sammanställa dessa. Vidare ska Bassoe Technology kunna använda denna studie som underlag för beslutsfattande angående val och utformning av mudpits.

1.4 Avgränsningar

- Kravspecifikationen bygger på antaganden och uppskattningar som görs i samförstånd med Bassoe Technology.
- Ekonomiska aspekter uppskattas och beräknas inte i detalj.
- Inga noggrannare hållfasthetsberäkningar kommer att genomföras.
- Konzeptens uppfyllnad av kravspecifikationen är uppskattningar som tagits fram i samförstånd med Bassoe Technology.
- Konzeptgenereringen har skett med BT-5000 som referens för att kunna skapa rimliga och genomförbara lösningar.

1.5 Precisering av problemet

Utmaningen blir således att efter studier av olika arrangemang och konstruktions lösningar på befintliga enheter, egna och andras, och efter att ha satt sig in i de tekniska förutsättningarna, ta fram och utvärdera olika varianter av dessa tankar i dess omgivande miljö, m.a.p. strukturell uppbyggnad och stagning, tillverknings/inspektions aspekter, samt funktion och volymsmaximering. Studera möjliga alternativa lösningar till enkel/dubbel/trippel sluttande mudpitbottnar, map möjlighet/enkelhet att "rensa" dessa tankar och möjlighet att minska behovet av rensning, med hjälp av t.ex. annan utrustning andra material eller ytbeläggningar.

2

Bakgrund oljeborrning

Råolja bildas när fossilerade växter, djur, plankton eller alger skyddas från oxidation och utsätts för högt tryck under lång tid, vanligen under vatten. Fossilerna blir instängda under ett täcke av sediment och vattnet ovanpå skapar tryck, efter mycket lång tid, bildas råolja. Under tusentals år har människan känt till oljans existens, men oljan började först användas i Kina på 300-talet, som bränsle för att separera salt från vatten. Under 900-talet byggdes de första rörledningarna från ytliga källor för att kunna ta tillvara på oljan och använda den som tätning för kläder, båtar och som smörjmedel. När den industriella revolutionen tog fart runt om i världen under 1800-talet var behovet efter ett billigt och praktiskt bränsle stort och oljan blev därför eftertraktad. James Young framställde ett lampbränsle 1852 vid namn fotogen, detta blev den första oljeprodukten den breda allmänheten kunde ta del av. I och med denna produkts intåg på marknaden så ökade behovet av olja och markkällorna var inte längre tillräckliga. Det ledde till de första borrhningarna till underjordiska källor, den första lyckade borrhningen gjordes i Tyskland. Under ett decennium i slutet av 1800-talet skapades en rad olika kolväten ur råoljan, bensin är ett av dem. Första världskrigets utbrott bidrog till en ökad efterfrågan på petroleumprodukter, och tekniken drevs framåt. T-fordens intåg i vanliga amerikaners hem bidrog några år senare till en ytterligare ökning av oljebehovet. I och med detta började samhället byggas runt oljans kraft och tillgänglighet. USA blev ledande inom oljeframtagning och var självförsörjande inom olja fram till 1960-talet, då blev oljebehovet så stort att import var nödvändig för att klara av den fortsatt stigande efterfrågan. Mellanöstern blev svaret, mellanöstern var kolonialiserad av Frankrike och Storbritannien fram till 1945, vilket hade bidragit till att dessa två länder också byggt upp ett stort beroende av oljan. Mellanöstern exporterade olja till västvärlden under många år, men under 1973 fick västvärlden erfara hur svårt det blir när oljetillgången stryps. Oljeexporten från mellanöstern stryptes på grund av politiska motsättningar mellan framförallt Israel och Palestina. Oljekrisen som den i efterhand skulle kallas bidrog till att nya oljekällor började utforskas, bland annat Nordsjön, utanför Norges kust.

2.1 Borrhning till havs

Sedan början av 1900-talet har människan försökt att utvinna olja ur källor som finns ute till havs. I början kunde enbart grunda vatten utforskas och utvinnas, men idag finns ett antal olika anordningar som klarar upp till 4000m djup. De olika typerna av anordningar kan delas in i fyra kategorier, fixed platform, self elevating

platform, semi-submersible och dynamic positioning vessel.

2.1.1 Fixed platform

Plattformen hålls uppe av ben gjorda i stål eller betong, benen har direkt kontakt med havsbotten. För att det skall vara ekonomiskt försvarbart att använda denna typen av plattform bör djupet inte vara större än $\approx 520m$ och användningstiden behöver vara lång, då det är svårt att förflytta plattformen.

2.1.2 Self elevating platform

Dessa plattformar kallas även för Jackup rigs. Det är en plattform som har flera ben bestående av långa fackverk, se figur 2.1 (just den riggen används för att resa vindkraftverk och inte oljeborrning, men principen är samma). När plattformen transporteras ut till borrhålet är benen uppdragna. När den är på plats sänks benen ner på havsbotten och riggen kan börja användas. Deras största begränsning är att de bara kan användas på grunt vatten, upp till 120 meters djup.



Figur 2.1: MWP Mark II, jack-up rigg, utvecklad av Bassoe Technology AB.

2.1.3 Semi-submersible platform

Plattformen står på ben som är fästa i stora flytpontoner med ballasttankar, detta för att kunna reglera vattenlinjen och rörelserna hos plattformen. De behåller sin position i vattnet med hjälp av antingen DPS (Dynamic positioning system) eller ankarsystem. Vanligen används denna typ av plattform i vattendjup mellan 60 – 3000m. För möjligt utförande se figur 2.2, i figuren ses BT4000 utvecklad av Bassoe Technology AB.

2.1.4 DP - Fartyg

Ett fartyg med ett borrhörn monterat, används gärna vid stora vattendjup och långt från land, på grund av dess mobilitet. Oftast använder borrhörnfartygen DPS för att hålla en exakt position vid borrning. Fartyget kan användas för borrning upp till ett djup av 4000m. För möjligt utförande se figur 2.3.



Figur 2.2: Semi-submersible, BT4000, utvecklad av Bassoe Technology AB.



Figur 2.3: Borrartyg, BT-UDS, utvecklad av Bassoe Technology AB.

2.2 Borrvätskor

Vid borrning efter olja används en borrvätska vilken kallas mud. Den har till uppgift att kyla ner borrhålet och sedan transportera upp borrhax (krossat berg) till plattformen. När vätskan kommer tillbaka till riggen måste borrhaxet rensas bort. Sedan lagras den rena vätskan i tankar. I vätskan tillsätts ämnen för att bland annat ändra vätskans densitet. Vanligen används barit. När vätskan förvaras i tankarna så används omrörare, så kallade mud agitators för att minska risken att partiklar sjunker till botten och sedimenterar. Dessa partiklar bildar avlagringar i botten av tanken. Relativt ofta byts vätskan i tankarna. Då måste tankarna tvättas rent och alla avlagringar skrapas bort. För att minska avlagringarna kan lutande botten i tanken användas. Nackdelen med lutande botten är att volymen av tanken minskar. Då ytorna på oljeriggar är väldigt begränsande och det eftersträvas så stor volym som möjligt på tankarna måste en avvägning göras. Vätskans huvudsakliga uppgifter är följande:

- Rena borrhålet och transportera borrhax till riggen.
- Stabilisera borrhålets väggar genom adekvat hydrostatiskt tryck.
- Kyla och smörja borrhålet.

- Ge information om borrhålet genom analys av vätskan som pumpas tillbaka upp.

De tre vanligaste typerna av vätska är vattenbaserad fluid (WBF), oljebaserad fluid (OBF), och syntetiskt baserad fluid (SBF).

2.2.1 Vattenbaserad fluid - Water Based Fluid - WBF

Detta är den vanligaste fluiden vid oljeborrning. Basen i denna vätska kan vara färskt vatten, sjövattnet, saltlösning. Vilken typ av vätska som väljs beror på flera faktorer så som vilken del av hålet som borrar eller vilket material som borrar igenom.

2.2.2 Oljebaserad fluid - Oil Based Fluid - OBF

På 60-talet utvecklades oljebaserad vätska som började användas. Fördelarna jämfört med vattenbaserad vätska är bland annat högre möjlig borrhastighet. OBF är dyrare men nödvändigt vid stort djup och vid höga temperaturer då WBF inte är lika effektivt. Nackdelar är att om borrhaxet blir kontaminerat, blir det svårare att genomföra analyser. I många länder finns strikta lagar för hur borrhaxet ska renas. Det kan behöva transporteras till land för rengöring.

2.2.3 Syntetiskt baserad fluid - Synthetic Based Fluid - SBF

SBF togs fram i början av 90-talet som ett komplement till tidigare borrhätskor för att minska miljöpåverkan. SBF har liknande egenskaper som OBF. Den är dyrare än OBF men är ändå kostnadseffektiv då den ger hög borrhastighet och mindre vätske-relaterad stopptid. En nackdel med SBF är att vid låga temperaturer kan viskositeten bli hög, vilket försvårar borrningen.

2.3 Rengörning av vätska

När vätskan kommer upp från borrhålet innehåller den allt från solider av sten, lera och till små partiklar mindre än $0,01mm$. Dessa måste tas bort från vätskan innan den kommer till tankarna och vidare runt i kretsloppet. Det finns flera maskiner som renar vätskan där varje maskin tar bort olika stora material. Nedan beskrivs dessa kortfattat.

2.3.1 Gumbo box

Denna maskin rensar bort de största soliderna. Den förorenade vätskan kommer in i gumbo boxen som består av ett lutande plan med stora öppningar där lerklumpar fastnar och sorteras bort, medan resten av vätskan kan ta sig vidare för ytterligare rengöring.

2.3.2 Skiktning

Skiktning sker automatiskt i en maskin med nät i olika storlekar. Vätskan filtreras genom skikt som går ifrån grovmaskigt till finmaskigt. Solider som förorenar vätskan fastnar i de olika skikten och sällas bort, ofta med hjälp av vibrationer. Storlekarna hos maskorna varierar, men den minsta storleken på skikt är ungefär 0.15mm

2.3.3 Centrifuger

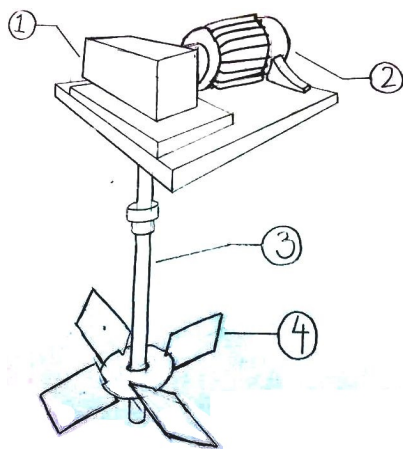
Centrifuger används för att avlägsna de minsta partiklarna från vätskan.

2.4 Omrörare - mud agitators

För att borrhätskan i tanken inte skall sedimentera och vätskan skall hållas homogen krävs någon slags omrörning, omrörningen kan delas in i två typer, mekanisk eller hydrodynamisk.

2.4.1 Mekaniska omrörare - Mechanical agitators

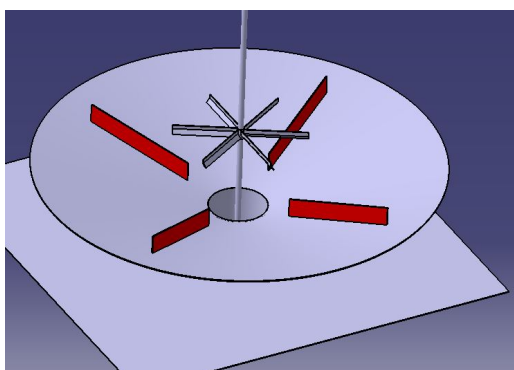
Figur 2.4 är en illustration av en mekanisk omrörare och dess ingående delar. Delarna omröraren består av är, växellåda (1), elmotor (2), drivaxel (3) och en/ flera impellrar (4). Det är hela tiden viktigt att strömningshastigheten överstiger borrhätskans jämnviktshastighet, detta för att undvika sediment och hålla en homogen blandning. Därför kan hastigheten och impellrarna behöva ändras beroende på vilken typ av borrhätska som är i tanken. Det är också viktigt att turbulens uppstår i så stor del av tanken som möjligt, för att undvika så kallade "dead-spots" där omrörningen är för låg och därför bidrar till sedimentering. Beroende på tankens utformning och storlek används antingen axiell eller radiell omrörning, detta bestäms av bladens utformning [1].



Figur 2.4: Beskrivande figur av mekanisk omrörare med dess ingående delar.

2.4.1.1 Impellrar för radiell strömning

Rörelsen hos fluiden rör sig i en cirkelrörelse runt rotationsaxeln. Ideellt rör sig även vätskan i en svag uppåtrörelse på grund av kontakten med tankens väggar. Vid djupare tankar går det bra att montera flera impellrar på samma axel. Vid alla radiella impellermonteringar är det viktigt att kontrollera att det inte bildas virvlar, det är ett tecken på för stor laminär strömning och det medför många gånger en dålig blandning av vätskan. För att öka turbulensen kan rotationshastigheten hos impellern ändras, impellern kan bytas eller så monteras stag eller plattor i tanken för att öka turbulensen vid berörda ytor, även kallade bafflar. Se figur 2.5 för exempel på dessa.



Figur 2.5: Röda bafflar i botten av en cirkulär tank. Tankens vägg är borta för att kunna se tydligt.

2.4.1.2 Impellrar för axiell strömning

Rörelsen hos fluiden rör sig längs med rotationsaxeln, det uppnås genom att ha tillräckligt stor lutning hos impellerbladen, oftast varierar dessa vinklar mellan 45-60°. Vid axiell strömning uppkommer även radiell strömning, hur mycket är beroende på impellrarnas lutning. Vid axiell strömning trycks vätskan nedåt i tanken, för att sedan pressas uppåt tankväggen, upp till toppen av tanken där den sugas nedåt igen. Eftersom axiell strömning med lutande impellrar även skapar en viss radiell strömning ger det oftast en bättre blandning av vätskan och är därför det vanligaste och mest effektiva.

2.4.2 Hydrodynamiska omrörare – mud guns

Det finns två olika sätt att använda mud guns, aningen tas vätskan från samma utrymme som den pumpas ut i, eller så tas vätskan som skall pumpas ut från ett utrymme med renare vätska. Viktigt är att vätskan är ren då sandpartiklar sliter väldigt på munstyckena. Slitna munstycken resulterar i dålig omrörning och dyra reparationer. Mud guns kan delas in i två kategorier utefter tryck, högtrycks mud guns och lågtrycks mud guns. Vid båda kategorierna är det viktigt att hålla nere rörlängder och antal rörkrökar, detta för att uppnå en mer effektiv och ekonomisk pumpning. Denna typ av omrörare används främst för att undvika död-zoner

(dead-spots), alltså utrymmen där sedimentering uppkommer på grund av för lite omrörning. Då riktas munstycket mot det berörda området för att skapa cirkulation och på så vis motverka sedimentering.

2.4.2.1 Högtrycks mud guns

Arbetar oftast mellan 3000–6000 psi och kräver därför kraftig rördragning, storleken på munstyckena varierar från 6.4-18.4 mm . Omrörningen skapas därför med högt tryck och lågt flöde, oftast kan riggens huvudpumpar driva dessa mud guns.

2.4.2.2 Lågtrycks mud guns

Munstyckena varierar oftast mellan 12.7 – 25.4 mm , och vanliga centrifugalpumpar kan användas. Eftersom dessa arbetar med relativt lågt tryck behöver ingen speciella förstärkta rör användas. Principen bygger på att mycket vätska med relativt låg hastighet skapar omrörning, till skillnad från högtrycks mud guns, där lite vätska med högt tryck skapar omrörning.

2.4.2.3 Jämförelse av mekaniska och hydrodynamiska omrörare

I tabellen 2.1 visas en jämförelse mellan mekaniska och hydrodynamiska omrörare. Aspekterna har viktats 1-5, sedan har uppfyllnadsgraden hos varje omrörningsmekanism uppskattats 1-5. Den omrörningsmekanismen som är bäst ut ifrån givna aspekter är mekanisk omrörning, då den får högst totalpoäng i jämförelsen. Vanligtvis används både mekaniska och hydrodynamiska omrörare för att få en optimal blandning av borrhätskan. Hydrodynamiska används ofta som ett komplement för att eliminera död-zoner.

Tabell 2.1: Jämförelse av mekaniska och hydrodynamiska omrörare

Aspekter	Vikt (1-5)	Mek. (1-5)	Hyd. (1-5)
Enkelhet att anpassa till tankstorlek	5	4	1
Initial kostnad	3	2	3
Volymhantering	4	5	2
Möjlighet att blanda innehåll mellan tankar	2	0	5
Eliminering av specifika död-zoner	3	2	5
Påverkan av borrhätskans egenskaper	5	5	2
Känslighet mot oren borrhätska	3	5	1
Summa		92	60

3

Teoretisk referensram

För att kunna genomföra studien har information inhämtats genom diskussion med anställda på Bassoe Technology AB samt intervjuer, med Asbjörn Vavik och Paul Grimen (se appendix A.1 och A.2). Allmän teori om borrning och specifikt mudttankar har inhämtats från Drilling fluid processing handbook [1]. Vidare i detta kapitel kommer en allmän genomgång för att beskriva utformningen av tankar.

3.1 Utformning av mudpits

Vid utformningen av mudpits finns det fyra viktiga punkter att utgå ifrån.

- Yttre dimensionsbegränsningar och tankens förutbestämda volym
- Tankens form
- Tankens uppgift
- Vätskans förväntade maxdensitet

Dessa parametrar behövs för att kunna bestämma omrörarnas form/storlek, behovet av hydrodynamiska omrörare samt eventuell installering av bafflar. Mekaniska omrörare fungerar bäst när de placeras i en symetrisk miljö. Därför är en cylindrisk tank i många fall att föredra. När omrörarna placeras i en ideal tank (läs cylindrisk) minskar risken för sedimentering. Nackdelen med en cylindrisk tank är dock att den upptar mer plats per förvarad volymsenhet vätska, vilket gör den mindre effektiv i trånga utrymmen. Detta gör att det blir en svår avvägning på en oljerigg, där utrymmet för placeringen av mudpits många gånger är väldigt begränsad. Detta ställs därför i direkt relation till kundens krav på volymerna som skall huseras.

Vid konstruktion av tankarna är det viktigt att tänka på hur rördragningen sker i tanken, då rören påverkar vätskans rörelsemönster i tanken kan det bidra negativt till blandningen av borrhätskan. Idealt är därför att helt undvika invändig rördragning i tanken.

Vid användning av rektangulära tankar är det viktigt att kontrollera kvoten mellan sidorna (långsida/kortsida), när kvoten överstiger 1.5 är det kritiskt att två omrörare används för att erhålla en god omrörning. Optimal ratio är 1, dvs helt kvadratisk tvärsnitt. I området 1-1.5 fungerar det med en omrörare, men omrörningen blir inte optimal, och risken för sedimenteringar ökar.

3.1.1 Bafflar

Bafflar fyller sin funktion genom att motverka laminärströmning i tanken. I en helt cylindrisk tank med mekanisk omrörning finns stor risk för att vätskan enbart strömmar radiellt, vilket ger en dålig blandning av vätskan. Genom att sätta in sk. bafflar i tanken, ökar turbulensen och en bättre blandning av vätskan erhålls.

I kvadratisk eller rektangulärt formade tankar fyller de skarpa kanterna i tanken nästan samma funktion som baffles i en cirkulär, de ökar turbulensen och bidrar till god blandning. Vid rektangulära tankar kan baffles användas för att motverka dödzoner i kanterna hos tanken. För att de skall kunna motverka dessa dödzoner skall de placeras vid mitten av båda långsidorna.

Det optimala för att undvika baffles är därför att använda en tank med ett kvadratisk tvärsnitt.

3.1.2 Impellerstorlek

När storlek och tankform har valts kan impellerstorleken bestämmas och då även motorval. För att kunna bestämma storleken på impellern behövs den högsta uppskattade densiteten hos borrhätskan. Om denna skulle vara okänd kan densiteten $2400\text{kg}/\text{m}^3$ användas, då det är en vanlig maxdensitet hos borrhätskor.

3.1.2.1 Omvändningshastighet - TOR

Omvändningshastighet (engelskans turnover rate) är ett mått på tiden det tar för all vätska att helt förflyttas i tanken. Genom att beräkna vätskans omvändningshastighet kan impellerns storlek väljas. Omvändningshastigheten är ett mått på tiden det tar för vätskan att helt omvändas i tanken, och beräknas genom att veta tankens storlek och impellerns omvändningshastighet, se ekvation 3.1. Vid olika uppgifter hos tanken finns olika rekommenderade omvändningshastigheter, se tabell 3.1.

Tabell 3.1: Omvändningshastighetsintervall, TOR [1]

1. Uppgift	Solideliminering	Nyblandning	Reserv
2. Tidsintervall [s]	50-75	50-75	50-80

- V_t = tankens arbetsvolym i liter
- D = impellerns omvändningshastighet i l/min

$$TOR = \frac{V_t}{D} * 60 \quad (3.1)$$

TOR bör vara i intervallet 40-85 s. Vid en $TOR < 40s$ finns risk för virvelbildning och vid $TOR > 85s$ finns risk för sedimentering och bildning av solider i borrhätskan, se tabell 3.1 för ett mer precist tidsintervall.

Vid placering av impeller är det lättast att arbeta med symmetriska former, dvs. kvadratiske eller cirkulära tvärsnitt, då placeras impellern centrerat. Vid placering i

Tabell 3.2: Omvändningsvolym D [1]

Diameter [m]	Ovinklad [lpm]	Vinklad [lpm]	Kontur [lpm]
0.508	3978	3441	N/A
0.610	7347	6226	N/A
0.711	10746	9341	22185
0.813	17543	14247	N/A
0.864	N/A	N/A	33270
0.914	23743	20447	34746
0.965	27789	24008	40136
1.016	31836	27570	N/A
1.067	N/A	N/A	52762
1.118	42771	37577	N/A
1.143	N/A	N/A	63633
1.219	54508	47358	75776
1.321	70515	60939	94063
1.372	N/A	N/A	104475
1.422	N/A	N/A	114887
1.524	N/A	N/A	138404
1.626	N/A	N/A	164771

icke symmetriska utrymmen, är det lättast att dela in den osymmetriska del i mindre symmetriska delar. Att exempelvis dela in ett rektangulärt tvärsnitt i mindre och mer kvadratiska tvärsnitt. Vid uppfyllnad av tanken är det viktigt att inte räkna med att tanken hela tiden kommer att vara fylld. En tumregel är att lämna ca 30cm höjd till tankens tak. Det ger lite mer spelrum om tanken skulle monteras lite ojämnt och även ge lite extra rörelse i tanken vid placering på rigg.

Tabell 3.3: Val av motoreffekt [1]

Effekt [kW]	Impellerdiameter [cm]			
	2400 [kg/m ³]	1920 [kg/m ³]	1440 [kg/m ³]	1000 [kg/m ³]
0.7	56	61	66	74
1.5	66	71	76	81
2.2	74	77	83	86
3.7	81	86	91	97
5.6	89	94	100	107
7.5	94	102	109	117
11.2	107	114	123	130
14.9	117	126	-	-
18.6	124	-	-	-

Beräkning av arbetsvolym för kvadratiska och rektangulära tvärsnitt [1].

$$V_t = L \times B (H - 0.3) \times 1000 \quad (3.2)$$

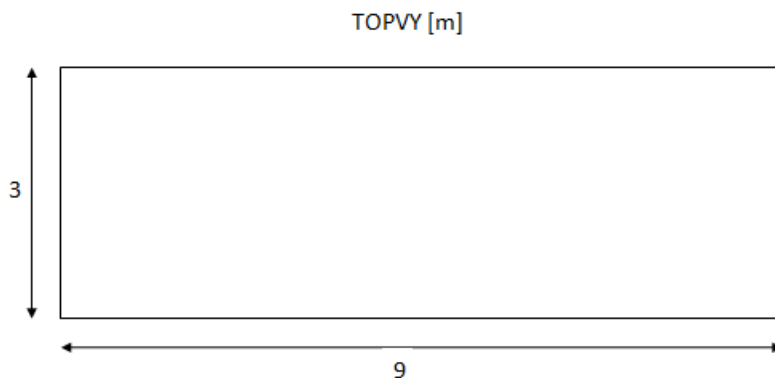
Beräkning av arbetsvolym för cylindriska tvärsnitt.

$$V_t = \pi r^2 \times (H - 0.3) \times 1000 \quad (3.3)$$

- V_t = arbetsvolym i liter
- L = sidlängd i meter
- B = bredd i meter
- H = höjd i meter
- r = radie i meter

3.1.2.2 Exempel, impellerdimensionering vid rektangulärt tvärsnitt

En tank med dimensionerna $9 \times 3 \times 3m$, se figur 3.1. Den uppskattade maxdensiteten hos vätskan i tanken är $1920 kg/m^3$. För att kunna beräkna omvändningshastigheten (TOR), delas tanken i tre symmetriska delar, alla med måtten $3 \times 3 \times 3m$. För att kunna bestämma motor behövs ekvationerna 3.2 och 3.1.



Figur 3.1: Illustration av tank, topvy.

För att räkna ut arbetsvolymen V_t för varje sektion används ekvationen 3.2. Måtten för varje sektion, $H=3m$, $L=3m$ och $B=3m$.

$$V_t = L \times B (H - 0.3) \times 1000$$

Insättning av H , L och B ger.

$$V_t = 3 \times 3 (3 - 0.3) \times 1000$$

Arbetsvolymen V_t blir därför

$$V_t = 24300l$$

Eftersom att tanken är högre ($H=3m$) än 1.8 m, kan inte ovinklade impellerblad användas, eftersom detta ger för dålig axiell strömning.

Vinklade impellerblad väljs därför istället, se tabell 3.2. I tabell 3.2 väljs ett D värde så nära det uträknade V_t för tanken som möjligt, i detta fallet blir impellern 0.965m i diameter, enligt tabellen blir därför D värdet 24008l . För att beräkna omvändningshastigen används formel 3.1.

$$TOR = \frac{V_t}{D} * 60$$

$$TOR = \frac{24300}{24008} * 60$$

$$TOR \approx 61s$$

Eftersom att tanken skall hålla en homogen blandning och motverka bildning av solider skall TOR värdet ligga i intervallet 50 – 75s, enligt tabell 3.1. $TOR = 61s$ ligger inom intervallets gränser och anses därför vara gott nog.

För att kunna bestämma motorns storlek används tabell 3.3. I tabellen avrundas diametern hos impellern uppåt för att skapa en liten säkerhetsfaktor mot om vätskan skulle bli tyngre än uppskattat. Med hjälp av tabell 3.3 väljs diametern 1.02m, vilket ger en effekt hos motorn på 7.5kW med frekvensen 60hz.

Tanken kommer därför att behöva 3st impellrar, med tre tillhörande motorer på 7.5kW vardera. Detta på grund av tankens rektangulära form, då den är tre gånger så lång som bred.

Det bör tilläggas att alla tabellvärden är tagna från en och samma tillverkare, och är därför inte representativa för alla agitatorsystem. Men det ger en fingervisning om vad tanken kommer kräva för omrörningsutrustning. Tillverkaren av omrörningsutrustningen bör alltid konsulteras före installation.

3.1.3 Utformning av bottendel

Vid konstruktion av tanken botten måste en avvägning mellan volym och avrinningsförmåga göras. Den enklaste formen är en plan botten. Denna form får dålig avrinning. Vidare kan ett eller flera plan luta. Vid cylindriska tankar är en konformad botten att föredra. Generellt kan det sägas att en symmetriskt lutande botten in mot centrum är att föredra, för att erhålla god omrörning och minimera sedimentering.

4

Metod

Här beskrivs hur arbetet är upplagt och vilka verktyg som har använts.

4.1 Förstudie

Förstudien genomförs för att skapa en förståelse för oljeborrning, framförallt oljeborrning till havs och vilka utmaningar det innebär. Vidare samlades information om den berörda delen, dvs tankarna som huserar borrhälskan. Undersökningen genomfördes genom litteraturstudier, filmer, samtal med personer, mailkorrespondens och sökningar på internet.

4.2 Produktspecifisering

Produktspecifiseringens mål är att göra problemet mer lättangripligt, identifiera problem genom att frilägga kritiska delar i systemet. Vid produktspecifisering användes boken Produktutveckling [2].

4.3 Koncept- & Lösningsgenerering

För att inleda konceptgenereringen användes brainstorming, för att fritt skapa lösningar till delproblemen. Den genomgångna teorin från förstudien var till stor hjälp vid delösningsgenereringen, då teorin förklarar vad som är viktigt att tänka på och vilka egenskaper en ideal tank har.

4.4 Konceptval & Konceptgenerering

För att utvärdera och jämföra de olika koncepten och kunna bestämma vilka som går vidare till konstruktionsfasen användes en kesselringmatris, där de olika koncepten ställdes mot kravspecifikationen. För att komma vidare skall alla krav vara uppfyllda. För att kunna rangordna de olika koncepten som gick vidare poängsattes de från 1-5 utifrån hur bra de uppfyller de olika önskemålen. Genom att vikta önskemålen och poängsätta uppfyllnaden fås en uppfyllandegrad, och genom den kan det bästa konceptet utläsas.

4.5 Konstruktionsfas

Konceptet med högst uppfyllnadsgrad gick vidare till konstruktionsfasen. Där beskrivs noggrannare hur uppbyggnaden, funktionerna och tillverkningen borde vara.

5

Konceptgenerering

För att förutsättningslöst kunna generera lösningskoncept på mudpits skalades problemet ner till tre delar, huvudform, bottenform och väggtyp.

5.1 Huvudform

Huvudformen hos tanken har stor inverkan på tankens egenskaper gällande omrörning och avtappning. Huvudformen anpassas efter de tillgängliga utrymmena på riggen, därför är det vanligaste att använda rektangulära tvärsnitt, då dessa är lättanpassade för att erhålla en hög utnyttjandegrad. För att kunna jämföra de olika formerna används ett riktmärke (engelskans benchmark). Riktmärket är en typisk tank som används idag, alla huvudformerna nedan jämförs sedan med denna.

5.1.1 Benchmarking, vanligaste tanken idag

Den vanligaste formen på en tank idag är ett rektangulärt tvärsnitt med två korugerade väggar. De andra grundformerna kommer att viktas mot denna för att ge en jämförelse av hur bra dessa är. För en beskrivande bild över ett vanligt förekommande mudroom och dess tankar, se appendix A.3.

5.1.2 Cylindrisk

Enligt Paul Grimen (se appendix A.2) är denna form optimal för en tank om sedimentering ska minimeras och få god omrörning. Dock ger den dålig volymmaximering inom ett begränsat område och dessa tankar kan inte använda befintliga väggar eller dela väggar mellan tankarna. På en oljerigg är utrymmet väldigt begränsat vilket gör användandet av en cylindrisk form svår.

5.1.3 Kubisk

Denna form ger bättre omrörning än benchmark och vidare färre dead spots. Den kan ge sämre platsutnyttjande än benchmark. I likhet med benchmark kan den utnyttja ett befintligt skott som vägg och även dela väggar med andra tankar. Ofta används en kombination mellan kubiska och rektangulära tankar idag.

5.1.4 Hexagonisk

Denna form ger god omrörning och kan dela vissa väggar med andra närliggande tankar. Det blir sämre volymutnyttjande än benchmark. Detta är en form som jämförs med de andra då den blir en blandning mellan cylindrisk och kvadratisk. Dess egenskaper uppskattas.

5.1.5 Jämförelse mot benchmark

Jämförelsen mellan benchmark och de olika huvudformerna finns nedan i tabell 5.1. Huvudformerna ställs mot benchmark, om de presterar bättre vid den givna aspekten ges ett +, presterar den sämre ges ett -, presterar de likvärdigt ges 0. Dessa summeras sedan och ger en poäng, huvudformen med bäst poäng är kubisk.

Tabell 5.1: Jämförelse av de olika huvudformerna mot benchmark.

	Benchmark	Cylindrisk	Kubisk	Hexagonisk
Omrörningseffektivitet	0	+	+	+
Volymutnyttjande	0	-	-	-
Sedimentering	0	+	+	+
Gemensamhetsgrad	0	-	0	-
Anpassningsbarhet	0	-	0	-
Summa	0	-1	1	-1

5.2 Bottenform

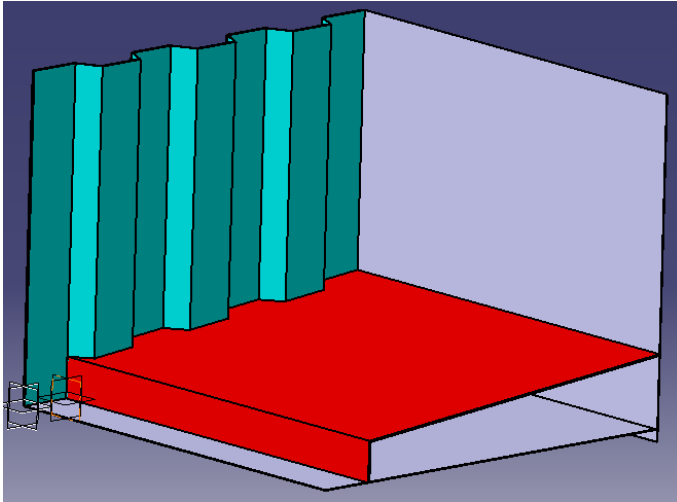
I kombination med en grundform ska en bottenform väljas. Den påverkar väldigt mycket hur avrinningen blir och hur effektivt det motverkar sedimentering.

5.2.1 Plan bottenform

Det enklaste sättet att lösa bottenformen är att ha en botten som inte lutar. Detta ger maximalt med volym. Ingen extra konstruktion för att underlätta avrinning och minimera sedimentering. Denna lösningen blir givetvis billigast och medför ingen extra tillverkning. Dock blir dess egenskaper att motverka sedimentering och maximera avrinning dåliga.

5.2.2 Lutning i ett plan

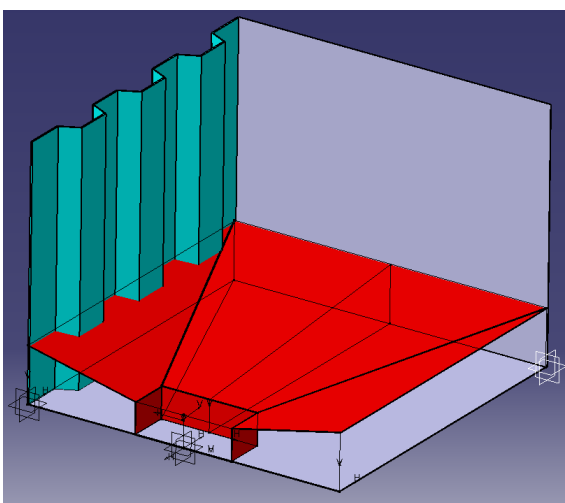
Den kanske enklaste lösningen för att få avrinning är att ha ett lutande plan ner mot pottan där pumpar finns. Om det finns korrugerade vägar måste sidorna passas in mot dessa, vilken gör tillverkning lite mer komplicerad. Detta medför även att volymen minskas. Se figur 5.1.



Figur 5.1: Exempel på en bottenform med ett lutande plan

5.2.3 Lutning i tre plan

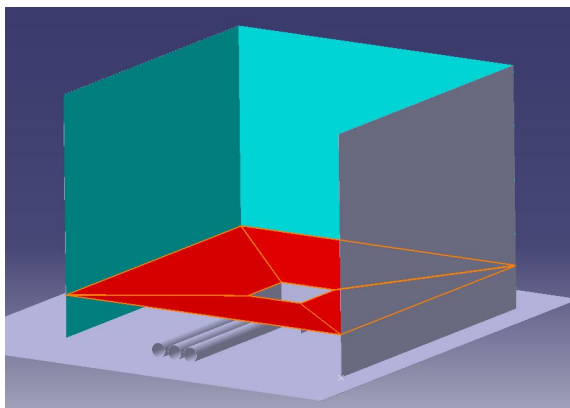
Den kanske mest komplicerade bottenformen är lutning i tre plan. Den får även en större volymförlust än lutning i ett plan. Dock ger de lutande planen i alla riktningar bra avrinning. Se figur 5.2 för en illustrativ bild över en bottenform med lutning i tre plan.



Figur 5.2: Exempel på en bottenform med tre lutande plan

5.2.4 Lutning mot centrum

I denna bottenform så finns avtappningslåda i mitten och 4 stycken golvplåtar lutar in från vardera vägg. Detta ger lutning från alla sidor och bra avrinning. Se figur 5.3.



Figur 5.3: Exempel på en bottenform med 4 lutande plan mot centrerad avtappningslåda.

5.2.5 Konformad botten vid cylindrisk tank

Vid cylindrisk grundform kan en konformad botten. Detta ger inga kanter och väldigt bra avrinning. Enligt Paul Grimen (se appendix A.2) skulle detta vara en ideal tank om hänsyn bara tas till att minimera sedimentering och ingen mot volym eller utrymmes Anpassning.

5.2.6 Volymförlust

För att se hur stora volymförlusterna blir, jämförs dessa alternativ med en tank med plan botten. Tankens bredd och längd är 5,2m och höjden är 4m. För att jämförelsen ska vara rättvis så används samma lutning som för ett plan. Den är 5° . Den cirkulära tanken med konisk botten och tanken med hexagoniskt tvärsnitt kommer ha diametern 5,2m och höjden 4m. De cirkulära och hexagoniska tankarna får de största volymförlusterna pga av huvudformen och endast en mindre förlust av deras bottenform.

	Plan botten	1-plan	3-plan	4-plan	Cirkulär	Hexagonisk
Volym [m^3]	108	90,9	88,1	91,2	74	46,1
Volymförlust	0	15,8 %	18,4 %	15,5 %	31 %	42 %

Uträkningarna finns i appendix 5.

5.2.7 Jämförelse av bottenformer

I denna jämförelse jämförs olika typer av lutande bottenformer mot varandra, de poängsätts 1-4, och den med lägst totalpoäng är den som uppfyller de givna aspekterna

bäst.

Tabell 5.2: Jämförelse av de olika bottenformerna sinsemellan.

	1-plan*	3-plan*	4-plan*	Kon***	Hexagon**
Max. volym	2	3	1	4	5
Max. avrinning	5	4	3	1	2
Min. sedimentering	5	4	3	1	2
Enkel tillverkning	1	2	3	4	5
Summa	13	13	10	10	12

- *=Är kompatibla med både rektangulära och kvadratiska tvärsnitt.
- **=Hexagonisk bottenform, dvs sex lutande plan är endast applicerbar på hexagonisk tank.
- ***=Konisk bottenform är endast applicerbar på cylindrisk tank.

5.3 Val av vertikala skott mellan tankar

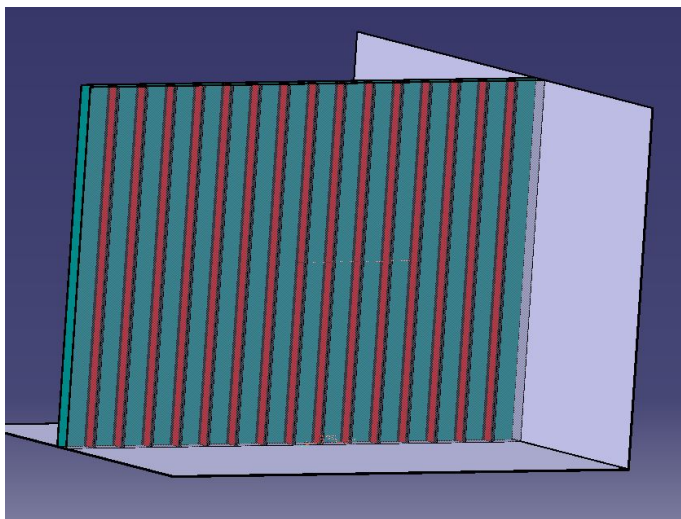
Vanligen används korrugerad plåt som skott mellan tankarna. Detta för att öka stabiliteten i konstruktionen. En annan variant är att ha släta skott mellan tankarna. Då behövs ett mellanrum mellan tankarna finnas för att staga och göra skotten stabila. Detta gör att mycket volym som kan användas till tankarna går förlorad. Det är också ett problem med inspektionsmöjligheter, vid hålrum mellan tankarna måste möjligheter ges för personer att visuellt inspektera stagningen mellan väggarna, vilket gör att mer utrymme går förlorat. Men korrugeringen bidrar även till ökad sedimentering av borrhätskan, vilket är både tidskrävande och kostsamt. Det gör att det blir en avvägning mellan volym och tankens effektivitet.

5.3.1 Förslag på alternativ skottuppbyggnad

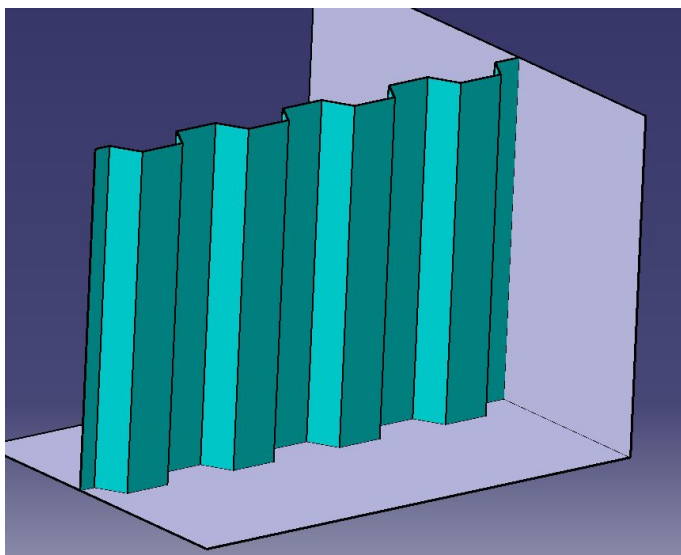
Problemen med korrugerade väggar är att det lätt bildas sediment i korrugeringen, och det kan vara svårt att rengöra till skillnad från en helt slät vägg. Se figur 5.5. En alternativ väggtyp är en sandwichkonstruktion med vertikala webbar mellan två plåtar, se figur 5.4.

5.3.2 Uppbyggnad av släta vertikala skott

Uppbyggnaden av ett vertikalt skott består av balkar mellan två heltäckande plåtar. Balkarna har flänsar på båda sidor för att genom punktsvetsning kunna montera plåtarna mot balkarna. Dessa skott behöver även monteras fast mot övrig struktur. Ett sätt att göra det skulle vara att svetsa fast en balk i det bakre skottet. Mellan balkarna ska det sedan vara 325mm, dessa balkar svetsas fast i tak och golv tills det blir en skelettstruktur mellan båda skotten. När dessa är på plats kan plåtar punktsvetsas fast på båda sidor om balkarna. Ett annat alternativ skulle vara att



Figur 5.4: Exempel på plant skott.



Figur 5.5: Exempel på ett korrugerad skott.

bygga ihop den hela sandwichkonstruktionen med balkar och plåt och sedan flytta in den på plats. Och sedan svetsa fast mot skotten, golv och tak.

5.3.3 Jämförelse mellan korrugerade och släta skott

Vid val av vertikala skott till tankarna är det två faktorer som spelar stor roll, vikt och volym. Användningen av korrugerade skott ger ingen volymförlust på grund av att det inte finns något hålrum mellan tankarna, däremot ger korrugeringen lätt upphov till sedimentering. Genom att istället ge tankarna släta väggar ges en bättre omrörning och en lägre sedimentering, dock blir det en avvägning mellan volymförlust och en ökad vikt. För att kunna besluta angående skottutformning behöver de båda alternativen jämföras. Vid jämförelsen är Bassoe Technologys Midwater rigg referens, all data har tagits därifrån.

Enligt DNV (Det Norske Veritas) behöver skotten ha en tjocklek på $5 + 2\text{mm}$ vilket ger en tjocklek på 7mm , om höjden är 3.5m ger detta en vikt på 472kg/m .

Det korrugerade skottet behöver en tjocklek på $11.5\text{mm}(7.5 + 4\text{mm})$, om skottet har höjden 3.5m ger detta en vikt på 366kg/m .

Viktskillnaden beräknas genom att ta skillnaden i vikt per meter, multiplicerat med den totala längden skott. Den totala längden skott är 72.8m .

För tjocklek beräknat enligt DNV.

$$(472 - 366) \times 72.8 = 7.7[\text{ton}]$$

Volymreduktion

$$0.15 \times 3.5 \times 72.8 = 38[\text{m}^3]$$

Vid en rigg som Bassoe Technologys BT-5000, som huserar 1080m^3 borrhätska i det övre däck, betyder en volymförlust på 38m^3 endast en procentuell förändring på -3.5% . Den förändringen i volym samt den extra vikten på $\approx 7700\text{kg}$, gör att det är möjligt att använda denna typ av skott istället för korrugerade skott. Det är klart värt att undersöka, även om förmodade problemområden kommer att vara tillverkningskostnad samt inspektionsmöjligheter.

Tabell 5.3: Jämförelse mellan slät och korrugerad vägg

Funktion	Slät skott	Korrugerad skott
Volymutnyttjande	2	1
Förhindra sedimentering	1	2
Tillverkning	2	1
Montering	2	1
Summa	7	5

Den typ av skott som presterar bäst utifrån ställda aspekter är det korrugerade skottet, då förmodade problemområden för den släta skottuppbyggnaden är tillverkningen och montering.

5.4 Kompletta koncept

De kompletta koncepten har tagits fram genom att kombinera de olika dellösningarna grundform, bottenform och väggform. Eftersom att dessa redan har jämförts sinsemellan tas de bästa från varje steg och kombineras till koncept. Dellösningar som inte har placerat sig högt i dessa jämförelser kan kombineras till kompletta lösningar ändå, om konceptet verkar lovande. Nedan finns en sammanfattningstabell på hur varje dellösning har rangordnats ifrån tidigare kapitel.

Tabell 5.4: Sammanfattning och rangordning av de bästa dellösningarna

	1	2	3
Huvudform	Kubisk	Rätblock	Cylindrisk/hexagonisk
Bottenform	4-plan	Konisk/hexagonisk	
Väggform	Korrugerad	Plan	

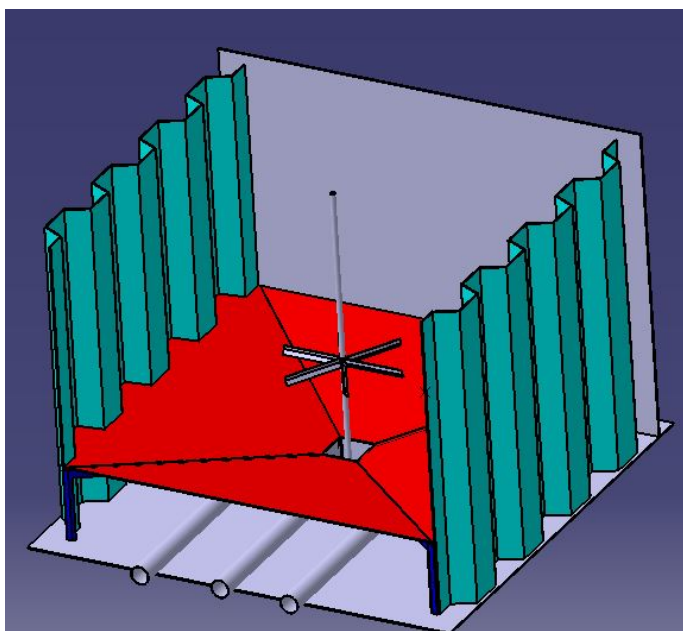
5.4.1 Koncept 1

Fördelarna är att formen är relativt symmetrisk vilket ger god omrörning med enbart en impeller. Avrinningen kommer att vara god, då de fyra planen har lika stor lutning ner mot suggropen. Tillverkningen av skiljeväggar kommer att vara smidig då två av väggarna i varje tank kommer att vara korrugerade. Bottentillverkningen kommer att vara relativt enkel, med nackdelen att bottenarna kommer att behöva inpassning för att passa mot de korrugerade väggarna. Se figur 5.6.

Huvudform Kubisk

Bottenform: 4-Plan

Skott: Korrugerad



Figur 5.6: Exempel på arrangemang med koncept 1.

5.4.2 Koncept 2

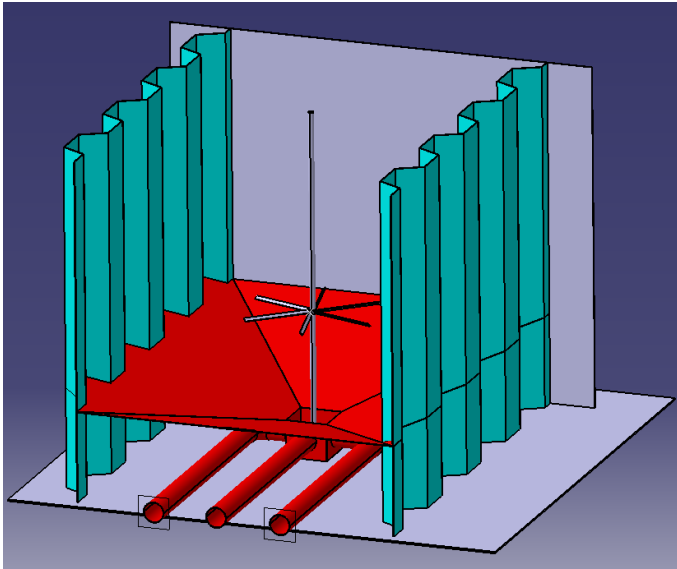
Det rektangulära tvärsnittet hos tanken är en nackdel ur omrörningssynpunkt, då det är svårt för enbart en impeller att skapa tillräckligt med turbulens genom hela volymen. Bottenformen gör att avrinningen kommer vara relativt god, och den gör omrörningen lite bättre jämfört med dagens lösning då det är en mer osymmetrisk

treplanslutning på golvet. Skiljeväggstillverkningen och bottenformen kommer ha samma för-/nackdelar som koncept 1. Se figur 5.7.

Huvudform: Rätblock

Bottenform: 4-Plan

Skott: Korrugerad



Figur 5.7: Exempel på arrangemang med koncept 2.

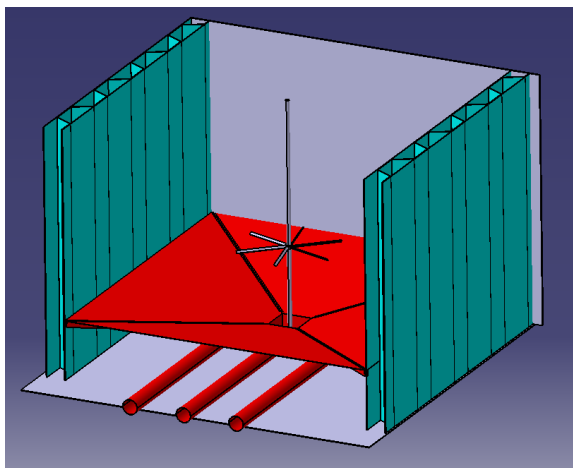
5.4.3 Koncept 3

Skillnaden mellan detta koncept och koncept 1 är skottens uppbyggnad. Då koncept 1 har korrugerade skiljeväggar och detta koncept har plana skiljeväggar. Fördelarna med plana skiljeväggar är framförallt ur sedimenteringssynpunkt, då de plana skotten saknar fickor där sediment annars lätt bildas. Detta medför att plana skott bidrar till bättre omrörning samt enklare rengöring av tanken. Nackdelarna med att använda plana skott är att konstruktionen blir mer komplicerad, då skotten behöver förstärkas från utsidan med skott. Det blir även en volymförlust. Se figur 5.8.

Huvudform: Kubisk

Bottenform: 4-Plan

Skott: Plan



Figur 5.8: Exempel på arrangemang med koncept 3.

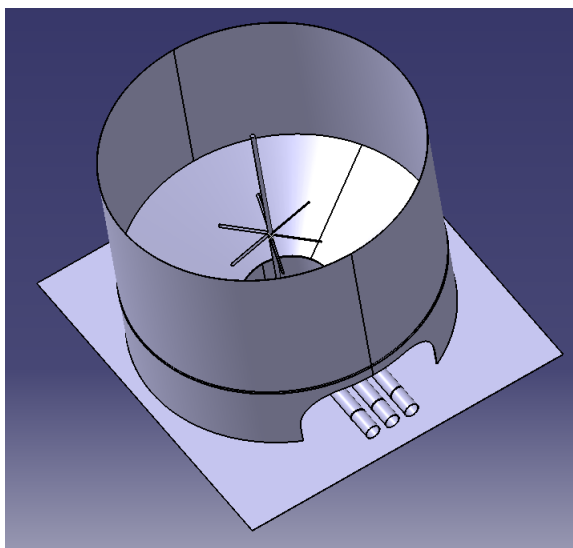
5.4.4 Koncept 4

Detta är den idela tankformen enligt Drilling Fluids Handbook [1] och enligt Paul Grimen (se appendix A.2 för intervju). Fördelarna är en optimal omrörning, vilket medför lite rengöringsarbete. Den koniska botten ger god avrinning och har inga vinklar där sediment annars lätt bildas. Nackdelen med den cylindriska formen är att den ger väldigt dåligt utnyttjande av volym när de ska passas in på de trånga utrymmena på en oljerigg. Om utrymmet för att husera tankarna skulle ökas och det finns möjlighet att passa in cylindriska tankar, så skall detta göras. Se figur 5.9.

Huvudform: Cylindrisk

Bottenform: Konisk

Skott: Plan



Figur 5.9: Exempel på arrangemang med koncept 4.

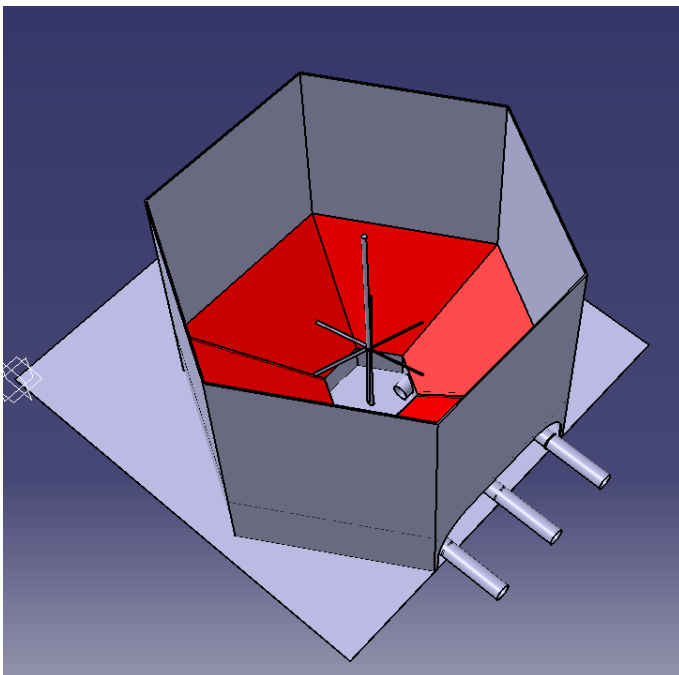
5.4.5 Koncept 5

En hexagonal form blir som ett mellanting mellan en kvadratisk och en cylindrisk. Många av fördelarna delas med den cylindriska tanken. Symmetrin medför god omrörning, bättre än både kubisk och rätblocksformad. Formen gör att det finns möjlighet att möblera lite bättre än cylindriska, pga möjligheterna att ha gemensamma väggar med närliggande tankar. En nackdel är tillverkningen, då det förmodligen blir mycket svetsarbete för att sammanfoga de sex väggelementen. Se figur 5.10.

Huvudform: Hexagonisk

Bottenform: Hexagonisk

Skott: Plan



Figur 5.10: Exempel på arrangemang med koncept 4.

6

Konceptval

Konceptvalet görs genom att ta de bästa koncepten från konceptgenereringen och ställa dessa mot kravspecifikationen. Det konceptet som har bäst uppfyllnad av kravspecifikationen är vinnaren och kommer därför att gå vidare till konstruktionsfasen. För att ett koncept skall vara redo för konstruktionsfasen måste konceptet uppfylla alla ställda krav enligt kravspecifikationen. För att rangordna de olika koncepten så viktas önskemålen, sedan rangordnas de fem koncepten efter hur de presterar utifrån varje ställt önskemål. Vid detta konceptval finns fem koncept, det innebär att de rangordnas 1-5 utifrån varje önskemål. Se appendix A.4 för rangordning av koncept mot kravspecifikation.

6.1 Vinnande koncept

Vid rangordningen mot kravspecifikationen var det två koncept som inte klarade ett krav, kravet om utrymmeseffektivitet. De två koncepten som ej uppfyllde detta var koncept 4&5, på grund av att deras huvudformer gör de svårangepassade till de trånga utrymmena som tankarna måste anpassas till. De hade båda högst poäng enligt hur bra de uppfyller önskemålen, vilket innebär att om kraven angående utrymmeseffektivitet skulle lättas, skulle båda dessa tankar vara väldigt fördelaktiga. Vid val av tankform på land, där det tillgängliga utrymmet är större, är båda dessa bättre än de andra koncepten. De koncepten som klarade sig genom alla krav var koncept 1, 2 & 3. Bäst av dessa koncept var koncept 1, tätt följt av koncept 3. Därför väljs koncept 1 vidare till konstruktionsfasen.

7

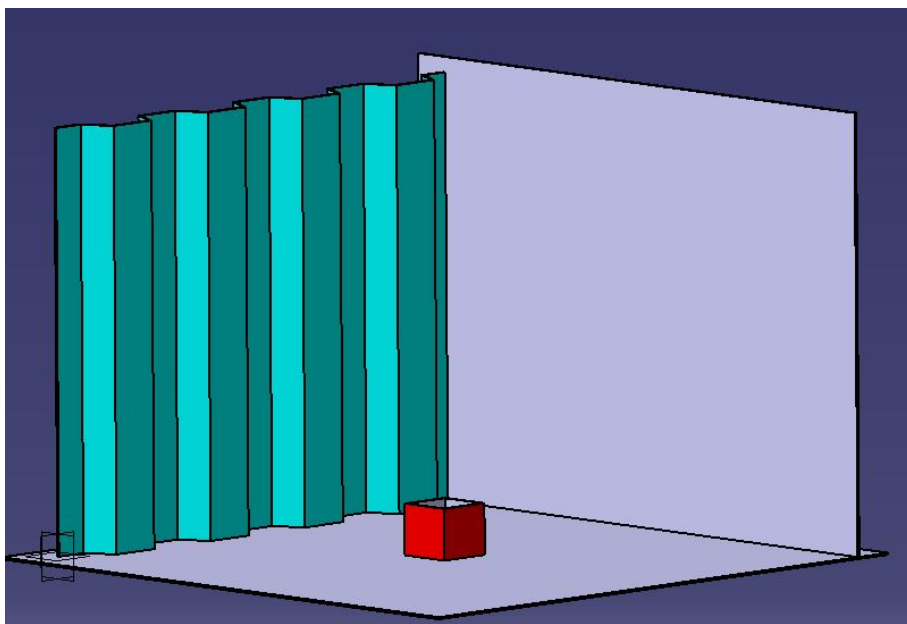
Konstruktion

Konceptet som tog sig vidare till konstruktionsfasen var koncept 1, dvs kvadratisk tvärsnitt, korrugerade väggar och en bottendel som lutar symmetriskt i fyra plan.

7.1 Uppbyggnad

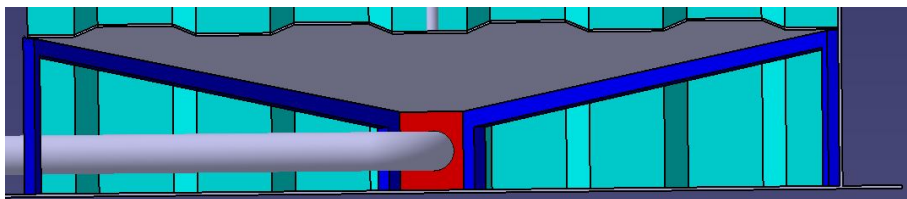
De fyra lutande planen i bottendelen behövs tillverkas i två uppsättningar. Och två mot de korrugerade väggarna. Dessa svetsas fast mot väggar och avtappningslådan i mitten. I skarvarna mellan plattorna finns stag för att göra konstruktionen stabil. Två stycken som passar in mot de släta väggarna. I en av tankens sidor finns en öppning längst ner för rördragning och inspektion, möjligheter finns att genom denna öppning krypa in och inspektera tankens underrede samt all rördragning. På tankens ovansida finns ett golv, där impellermotor, påfyllnadsrör samt avtappning för vätskekontroll kommer att finnas.

Efter att väggarna är på plats ska drainbox monteras i mitten av tanken. Se figur 7.1.



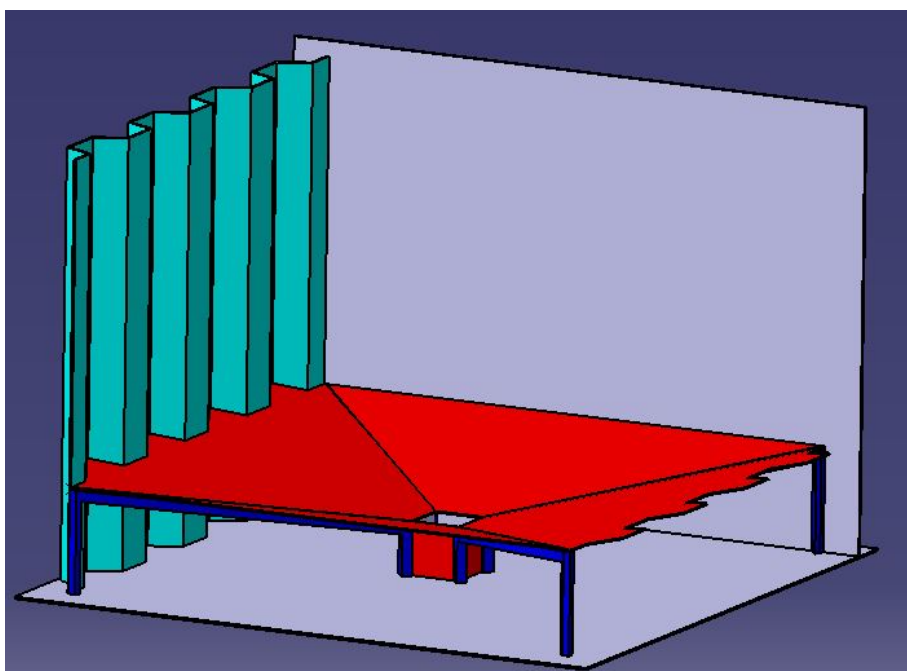
Figur 7.1: Bild av första steget där väggar och avtappningslådan är på plats.

Från hörnen av tanken ner till hörnen av drainbox svetsas stagen fast. Se figur 7.2.



Figur 7.2: De blåa stagen går från hörnen på avtappningslådan till hörnen på tanken.

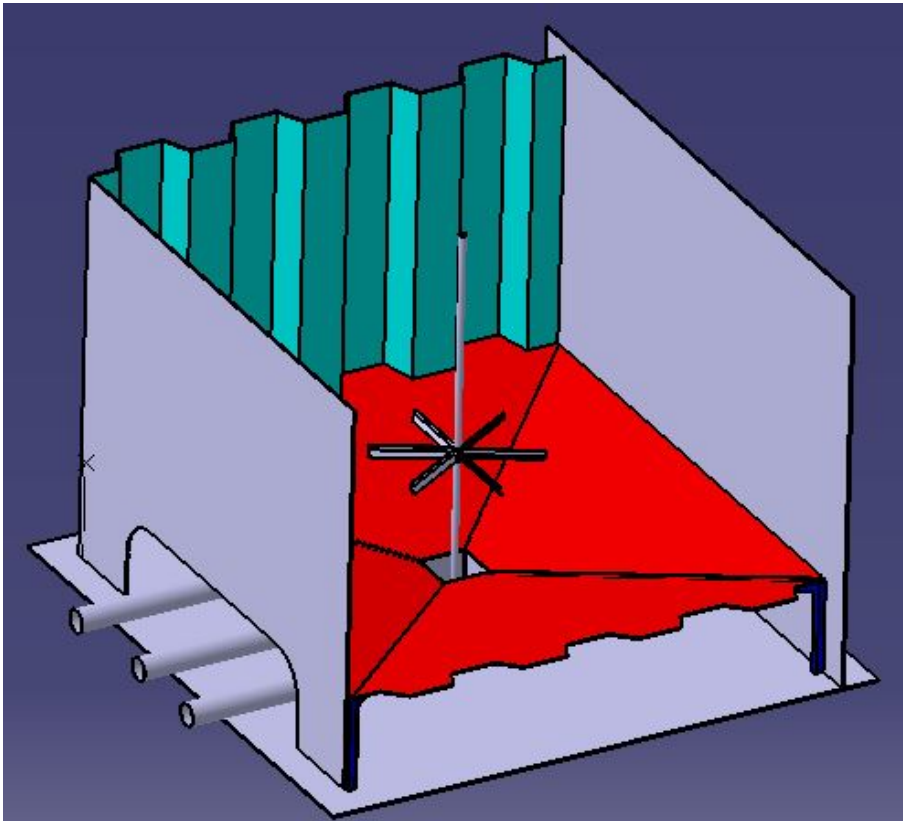
Ovanpå dessa stag svetsas sedan de lutande planen. Se figur 7.3.



Figur 7.3: De röda lutande planen monteras ovanpå stagen.

Efter att impellrar och framsidan med hål för inspektion är på plats ser tanken ut som figur 7.4.

När tanken är färdig och alla delar är på plats finns det även möjlighet för förbättringstillägg, se kapitel 9.



Figur 7.4: Bild av färdig tank, utan en korrugerad vägg för insyn.

7.2 Dimensionering av motor och impeller

För att bestämma motoreffekt, impellertyp och impellerdiameter används formler och tabeller från 3.1.2.1. Tankens arbetsvolym i liter (V_t) är ungefär 82000liter. För att beräkna omvändningshastigheten (TOR) används ekvation 3.1. Där D fortfarande är okänt. För att ta fram D används tabell 3.2. Enligt tabellen fås impellerdiametern till 1.219m, vilket ger ett D som är 75776liter. Nu finns allt för att bestämma TOR enligt 3.1.

$$TOR = \frac{82000}{75776} * 60 \approx 65$$

Omvändningshastigheten (TOR) blir därför ungefär 65sekunder. Enligt tabell 3.1 ligger 65s klart inom intervallet för solideliminering och nyblandning. Vidare kan därför motoreffekt beräknas.

Den förväntade maximala densiteten hos vätskan uppskattas till $2160kg/m^3$, vilket enligt tabell 3.3 ger en motoreffekt på $\approx 14.9kW$, med frekvensen $60Hz$. Enligt specifikationen Bassoe Technology har tagit fram i samförstånd med kunder finns det specificerat $0.16kW/m^3$, vilket är en schablonberäkningsmetod, och den ger en motoreffekt på $\approx 13kW$. Motoreffekten kan även varieras beroende på vilken densitet vätskan har. En lättare vätska kräver inte lika stor motoreffekt som en tung vätska för god omrörning.

8

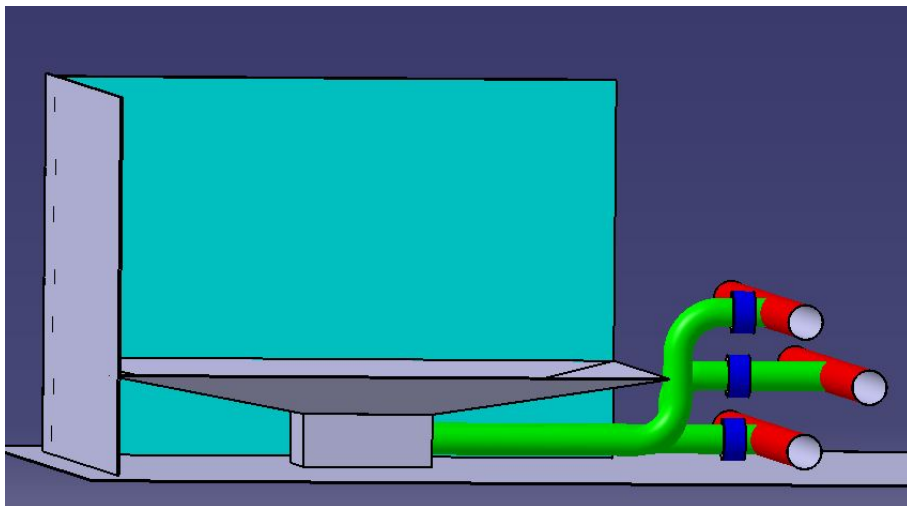
Rördragning

8.1 Förutsättningar

Vid framtagningen av rördragningsalternativ har arbetet skett helt förutsättningslöst, både tank och huvudrör har förändrats och placerats fritt.

8.1.1 Rördragningsalternativ 1

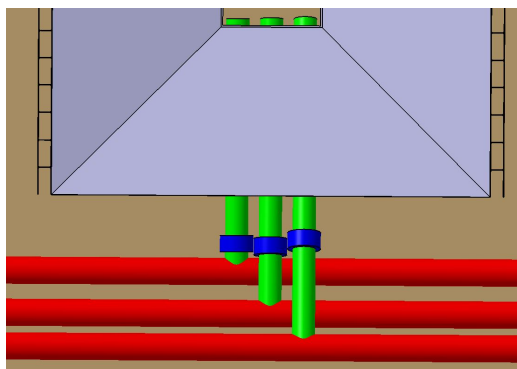
Rördragningsalternativ 1 bygger på att alla tre rören går in på bredd i avtappningslådan. Två av rören kommer att behöva två stycken 90° krökar för att komma in till avtappningslådan. På grund av att rören ansluts på bredden till avtappningslådan kommer den att behöva vara $\approx 1200mm$ bred. Problemet med denna rördragning är att två av rören kommer att behöva krökar, vilket innebär oönskade tryckfall i rören. Av den anledningen anses detta alternativ på rördragning vara icke önskvärt.



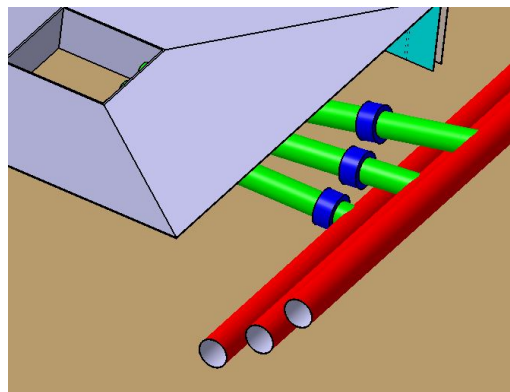
Figur 8.1: Illustration av rördragningsalternativ 1.

8.1.2 Rördragningsalternativ 2

Rören går in på bredden till avtappningslådan, men istället för att använda rörkrökar för att nå avtappningslådan lutas hela rören. Detta gör att användandet av rörkrökar nästan helt kan elimineras (se figur 8.2 & 8.3), vilket gör alternativet väldigt fördelaktigt ur rördragningssynpunkt.

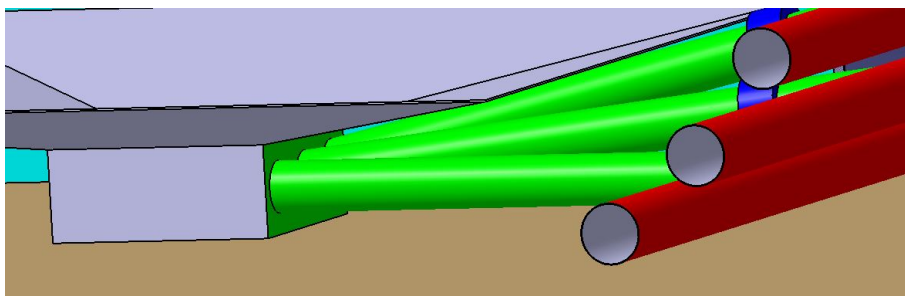


Figur 8.2: Toppvy



Figur 8.3: Isometrisk vy

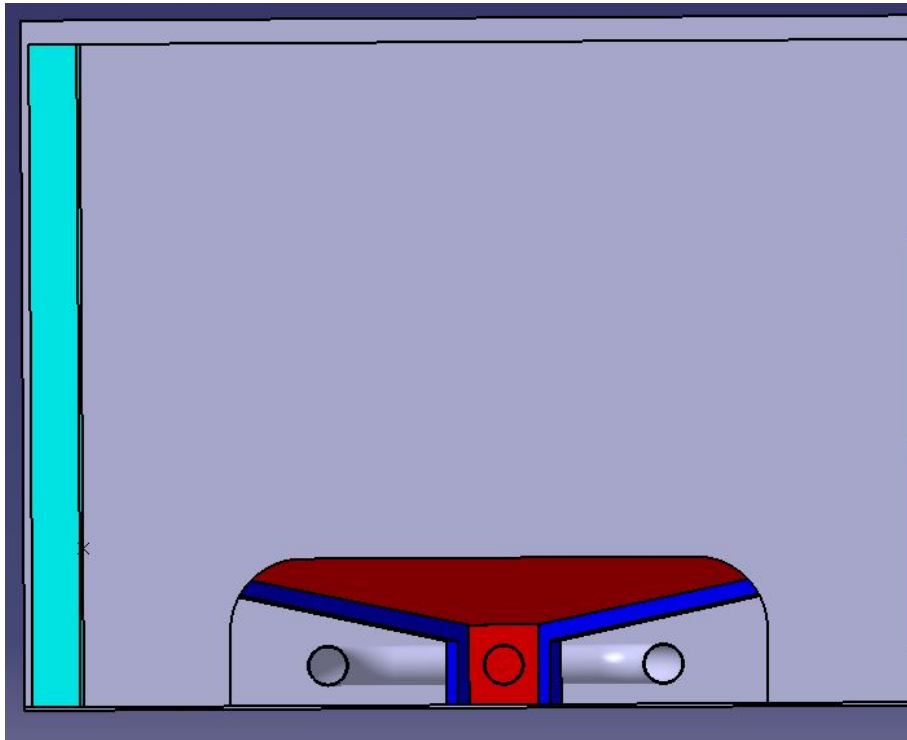
Som figur 8.4 visar kan rören anslutas direkt till avtappingslådan, och i bästa fall helt utan rörkrökar, detta förutsatt att huvudrören ligger tillräckligt lågt eller att bottenplanen har tillräcklig lutning för att ge utrymme åt detta.



Figur 8.4: Illustration av rördragningsalternativ 1, som visar att krökar ej är nödvändigt.

8.1.3 Åtkomst

För att kunna inspektera under planen behöves ett hålrum för att komma in under. Ett alternativ skulle vara att rören går genom ett valv in och under tanken. Detta valv skall då även göras tillräckligt stort för att en människa ska komma in under. Se figur 8.5.



Figur 8.5: Illustration av valv för åtkomst under tank

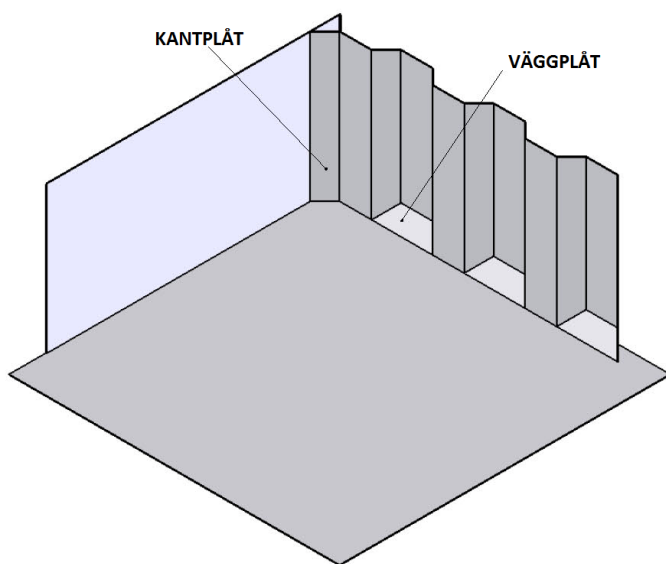
9

Förbättringstillägg

När grundform och omrörare är bestämda men det fortfarande finns risk för sediment vid vissa specifika ytor i tanken finns det möjlighet att göra små förändringar som kan förhindra detta.

9.1 Formtillägg

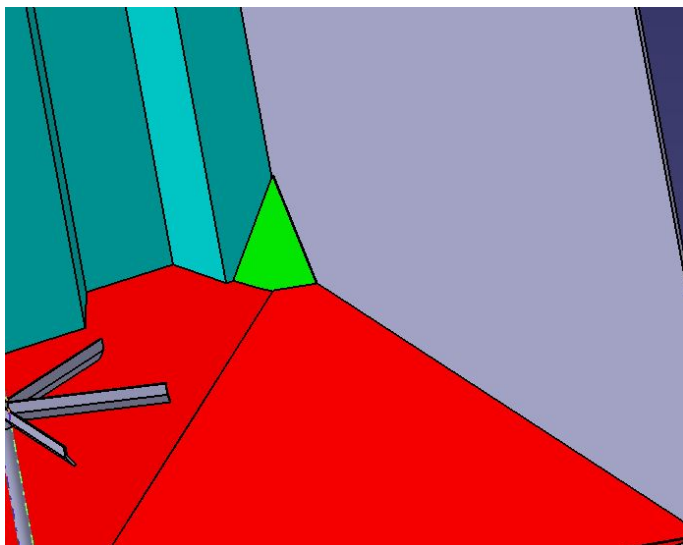
Vanligt är att det blir sediment i hörnen på tankar med korrugerade väggar, där korrugeringen bidrar till svåråtkomliga volymer pga. svår inpassning av korrugeringen. Ett sätt att förhindra sedimentering vid dessa volymer kan vara att svetsa in lutande plåtar som ökar avrinningen och då försvårar bildandet av sediment. Nedan följer tre figurer (figur 9.1, 9.2 & 9.3) där olika tillägg gjorts beroende på väggform.



Figur 9.1: Illustrativ bild av tillägg på tank med både släta och korrugerade väggar.

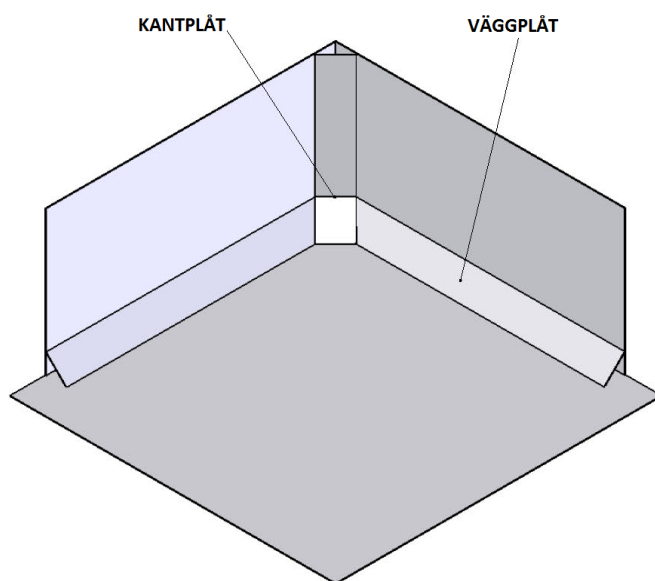
Dessa formtillägg skulle kunna appliceras på tankar som redan är i bruk. Vid servicestop och rengöring skulle det vara relativt enkelt att svetsa på dessa lutande plåtar. Vid nybyggnation av tankar skulle dessa tillägg enkelt kunna svetsas på som sista steget i tillverkningen.

Som figur 9.1 visar sitter det lutande väggplåtar längs med golvet som möter upp den korrugerade plåten med en vinkel. Om tankarna byggs med en botten som



Figur 9.2: Bild av ett hörntillägg för att minska sedimentering i hörn.

lutar in mot mitten av tanken med fyra plan kan dessa plåtar anses vara överflödiga, då en sådan botten redan fyller samma funktion som plåtarna. I figur 9.2 visas en trekantig plåt för att minska sedimentering och öka avrinningen i hörnet.



Figur 9.3: Illustrativ bild av tillägg på tank med enbart släta väggar.

Kantplåtarna som går ifrån botten av tanken till toppen av tanken tar bort mycket av tankens volym. En enklare, mer volymvänlig och kanske lika effektiv lösning skulle vara att låta kantplåten bara gå en liten bit upp längs väggen men också luta ner mot botten. Eftersom att risken för bildande av sediment är som störst längst ner i hörnet mellan väggarna och botten är det just det utrymme som behöver ha en lutning. Att lägga kantplåten hela vägen upp till toppen av tanken anses vara onödigt.

9.2 Ytbeläggning

I dagsläget används en epoxifärg (phenolic epoxy) i två lager, där varje lager har en tjocklek på 150 μm . Olika typer av beläggningar är något som utvecklas kontinuerligt. Ett exempel på en ytbehandling som slagit igenom under senaste åren är stekpannor av teflontyp. Samma princip skulle kunna appliceras på dessa tankar, alltså en beläggning som gör det nästan omöjligt för material att ansamlas och sedimentera. Om sediment ändå skulle uppstå skulle rengöringen bli enkel då det är lätt att lossa sedimenteringen från berörda ytor. Detta är något som skulle kunna utvecklas mer, och som skulle kunna ge stora förbättringar. Eftersom det är en beläggning kan det finnas möjlighet att applicera beläggningar på tankar som redan är i bruk.

10

Slutsatser & Resultat

Genom att förändra problemet från att helt förutsättningslöst ta fram lösningar på tankarnas utformning till att göra utformningen mer anpassad till utrymmena och kraven som finns ute på en oljerigg, har det koncept 1, inte några radikala skillnader jämfört med de befintliga tankkoncept som Bassoe Technology använder idag. De förändringarna som har gjorts anses vara realiserbara, bidra till effektivare omrörning, minskande av sedimentering, enklare tillverkning och bättre avrinning till samma förvarade volym som de existerande tankkoncepten. I konceptkapitlet 5 finns fem olika koncept framtagna genom att dela upp tanken i tre delar, huvudform, bottenform och väggform. På grund av de trånga utrymmena på oljeriggar så klarade inte koncept 4 och 5 kraven med avseende på utrymmeseffektivitet, men de är båda väldigt effektiva och klart bättre på nästan alla punkter förutom just utrymmeseffektiviteten. Skulle utrymmet för att husera tankarna öka skulle båda dessa koncept lämpa sig bättre än alla andra. Studien av tankarna och framställningen av koncept anses vara lyckad, då det är enkelt att använda delar som kommer att bidra till förbättring. Exempelvis om det inte finns möjlighet att använda kvadratisk tvärsnitt hos tankarna utan rektangulär huvudform måste användas. Trots detta är det möjligt att förbättra den rektangulära formen med en botten som lutar i fyra plan mot centrum av tanken. Golvformen kommer då att ge vissa fördelar. Tanken kommer inte att vara riktigt lika effektiv som koncept 1, men den kommer vara klart effektivare än de befintliga rektangulära tankarna som använder treplanslutning som botten.

Det finns en viss möjlighet att byta ut de vertikala skotten i koncept 1, som nu är korrugerade mot plana skott, förutsatt att en viss viktökning, volymreducering och tillverkningskostnad accepteras. Bytet från korrugerade till plana skott skulle ge en förbättring ur sedimenteringssynpunkt.

För att uppnå optimal rördragning är det effektivast att låta rören vara okrökta och vinklade ner ifrån huvudrören, detta kan innebära att avtappningslådans form kan behöva ändras lite för att rören skall kunna anslutas på bredden. Förändringen av avtappningslådan är något som inte är önskvärt, men kan anses som en nödvändig uppoffring för att konceptet skall kunna förverkligas.

För att förbättra en tank finns det möjlighet att göra vissa förbättringstillägg, det kan vara formtillägg eller ytbehandling. Formtilläggen är delar som förbättrar avrinningen vid berörda volymer, och därmed minska sedimentering. Dessa tillägg kan även göras på tankar som redan tagits i drift, då de är relativt enkla att montera.

Monteringen sker genom svetsning, vilket skulle möjligen kunna schemaläggas vid rengöring av en tank.

10.1 Erfarenheter och lärdomar

Under arbetets gång har erfarenheter införskaffats gällande produktutvecklingsprocessen, vikten av kontinuerlig dokumentation och tydliga mål, informationsinhämtning och hur ett arbetes avgränsningar måste underhållas under arbetets fortskridande. Under en produktutvecklingsprocess är det svårt att hålla jämn fart med avseende på färdigställandet av olika moment, men genom tydliga mål och deadlines blir det lite enklare.

Det stora problemet under arbetets gång har varit att det från start var helt förutsättningslöst, men redan under de första veckorna blev arbetet mer och mer inrutat. För att kunna jämföra och skapa något applicer- och realiserbart blev utgångspunkten för arbetet istället BT-5000. Eftersom att arbetet blev mer inrutat blev det även svårare att komma med nytänkade koncept, då allt runt omkring tankarna gjorde möjligheterna till nya lösningar väldigt begränsade.

Genom att under hela arbetet kontinuerligt dokumentera alla steg är det enkelt att gå tillbaka och motivera val som gjorts.

Informationsinhämtning har varit en erfarenhet, speciellt när informationen skall hämtas från personer. Det kräver ganska mycket arbete att finna rätt person och lika mycket arbete för att få alla frågor besvarade på ett riktigt sätt.

10.2 Noggrannhetsbedömning och problemanalys

Det koncept som gick vidare till konstruktion har klara fördelar om sedimenteringen skall minimeras. Detta skulle vidare behöva simuleras för att få noggrannare resultat om var och hur mycket sedimenteringen minskar.

En nackdel är att rören under bottendel ska få plats måste det vara tillräcklig lutning på planen. Detta gör att arbetsvolymen kan bli något sämre än befintliga lösningar.

10.3 Rekommendationer för fortsatt arbete

För fortsatt arbete rekommenderas att undersöka olika typer av ytbehandlingar för insidan av tanken. Non-friction coatings, som skulle kunna vara till stor fördel i förhindrandet och rengöringen av sediment i tankarna. Finns förmodligen möjlighet att enbart behandla specifika områden där sediment lätt ansamlas.

Ett annat område där stora vinningar skulle kunna göras är impellerval, då impellerns effektivitet är väldigt beroende av tankens form samt vätsketyp. Något som kanske skulle vara möjligt är att byta impeller beroende på vätskans vikt i tanken,

då borrhvetskans densitet kan variera från $\approx 1000 - 2400 \text{ kg/m}^3$ har val av impeller stor inverkan. Byten av impeller skulle förslagsvis kunna göras vid rengöring av tanken, om nästa vätskas ungefärliga densitet är känd.

Val av vertikala skott är något som behöver undersökas noggrannare, dagens korrugerade skott skulle kunna bytas mot en slät uppbyggnad, den släta skottuppbyggnaden påverkar förvarade volymer och vikt aningens negativt, se kapitel 5. Den stora fördelen vid ett byte från korrugerade till släta skott är ur sedimenteringssynpunkt, då släta skott inte bidrar till skapandet av dödzoner på samma sätt som ett korrugerat skott gör.

Symmetri är det som påverkar tankens funktion mest. Framförallt att huvudformen skall vara symmetrisk. Se följande rangorning för olika tvärsnitt (effektivaste först), cirkulär, hexagonisk, kvadratisk och rektangulär. Det är viktigt att tänka på vid utforming av en tank, dock är det oftast svårt att placera cirkulära tankar på oljerigg, där volymerna för att husera tankarna är väldigt begränsat, och en cylindrisk tank har $\approx 21.5\%$ mindre volym jämfört med en kvadratisk tank på en given kvadratisk area. En annan nackdel med en cylindrisk tank är att den inte kan ha några gemensamma väggar med en närliggande tank, det gör att vikten för tankarna blir hög, vilket också kan vara ett problem ute på en rigg. Det finns ett mellanting mellan kvadratisk och cylindrisk tvärsnitt. Ett hexagoniskt tvärsnitt är inte en riktigt lika effektiv grundform som ett cirkulärt, men den har däremot möjlighet att använda gemensamma väggar med kringliggande tankar. Den kan dock inte använda riktigt lika stor del av kringliggande tankars väggar som kvadratiske eller rektangulära tankar. Tanken med hexagoniska tvärsnitt är att de skall möbleras som en honeycomb.

Litteraturförteckning

- [1] Elsevier Inc. (2005) Drilling fluids processing handbook. Burlington: Gulf Professional Publishing.
- [2] Johannesson, H, Persson, J-G & Pettersson, D 2004, Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design. Liber, Stockholm.

A

Appendix 1

A.1 Mailkontakt med Asbjörn Vavik

Dear Asbjörn,

BT has initiated a study where the shape and structural design of mud pits is looked at .

The guys working with the study would like to have a short dialogue / ask a few questions related to the “daily” work/maintenance of the mud pits such as:

1. Which type of mud (OBM or WBM) is most difficult to agitate (to get a good mixing) ?

PTU :Same , no big difference.

2. Which type of mud (OBM or WBM) has more tendency to settle ; that the particles is sinking down in the mud pit ?

PTU :Should be the same here as well , as long as we have a good agitator there should not be too much settling either in OBM or WBM.

3. How often is it typically required two wash (with the hp cleaning nozzles) and possible digging out of debris ? Is it any difference between OBM and WBM ?

PTU : After each well , or if we are changing mud while drilling new sections on the same well. The digging out of debris is not so common any longer , when we have a good washing system (butterworker with swivel) it should take all so we are usually pumping out all the bad mud .

3. What is the general problems with washing of tanks which makes it burdensome for the crew ?

PTU : It is a problem if the mud tanks is not sloped down a bit to the dumpingvalve , then there is a problem to get all the bad mud out of the tank.

4. Any ideas / wishes for improvements of the mud pits with regard to washing system mud pits design ?

PTU :Regards pump-suction from all the mudpits , the tank floor has to be sloped to the suction so there is as little as possible of dead volum. Also remember equalizer between active pit 1 and 2 , butterworker washing system in all pits , overflow valves from active to reserve pit , hatches on top of the pits have to be hinges and a lock system while hatches is open.

A.2 Mailkontakt med Paul Grimen, intervju om mudpits

Hi Paul!

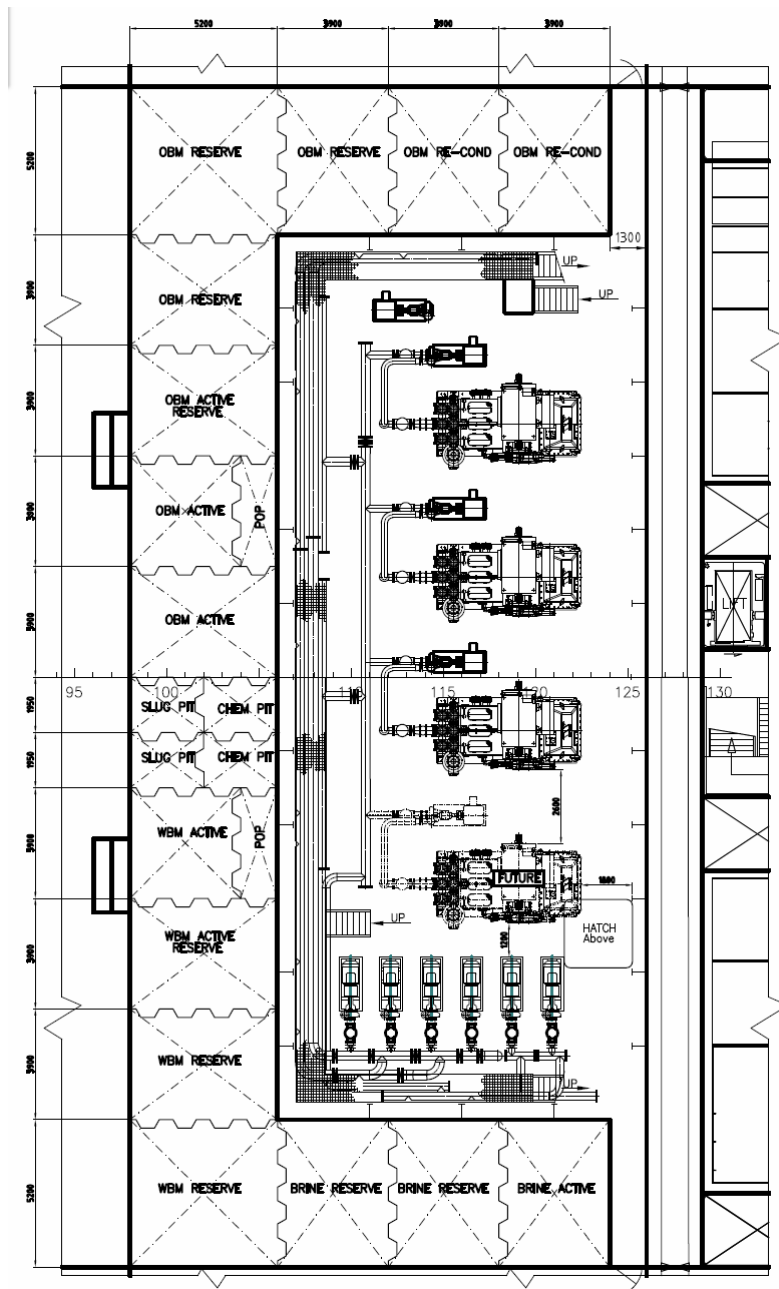
We are two students currently working for Basstech in Gothenburg, Sweden. We are doing a study on mud pits, and are trying to make them more efficient, by minimizing the settlements caused by the drilling fluid, and make them easier to construct. We have been in contact with Asbjörn Vavik, and he forwarded us to you, he thought you could help us with these questions.

The purpose of this is to gather information from the persons who handle the mud pits on a daily basis, and not just from published material. In my experience these persons often have a great view of what the problems are, and possible ways of fixing them. Maybe the operator have made changes of his own to minimize downtime due to settlements etc.

1. Opinion about shape of mud pit to facilitate cleaning and maintenance ? What is the wet dream (the ideal shape)? Circular , high , low etc ? (PGR: Round pit with cone in center, 4/5 degree slope to get rid of all unwanted materials)
2. Is a equal side length (foot print has same length and width) mud pits better than one with a rectangular foot print with regard to agitating and cleaning ? (PGR: Rectangular may need additional agitator based on size, but generally it does not matter due to available areas and numbers of pits. However it's important to have big pits to make sure the settlings that may still be present in the mud is sinking down in the bottom of the tank and not transferred into suction side of the pumps)
3. May a variable frequency drive motor to a mud agitator increase the efficiency of the agitating, pending the mud density and mud level in the mud pit ? (PGR: Never worked with VFD on agitators, works well without and just make the system more complicated electrically compared to DO starters)
4. Any negative experience with corrugated steel bulkheads instead of completely flush bulkheads ? (PGR: Cleaning is the main problem with corrugated bulkheads and should be avoided as much as possible)
5. Does a low pressure mud gun give any significant decrease of dead spot problems in the mud pit ? Do you still use them ? (PGR: Yes, to a certain degree they do, they are still commonly used but the efficiency in combination with present days agitating is not the best. The most important is to have derrick hands doing a proper mixing job to avoid settling in the pit)
6. May fixed installed baffles in the mud pits increase the turbulence and increase the efficiency of the agitating ? (PGR: Not sure it will, however it will increase the length of flow run before entering the pump which is good to make sure you have clean mud entering the pumps)

7. Any other details that are important to get optimal mud pits with regard to cleaning and agitating ? (PGR: To design coned tanks, have a proper tank wash / cleaning system installed and find a more effective way of agitating the pits. As its now, the efficiency with agitating the lowest part in a pit is difficult with today's system with agitators sticking up from bottom and mud guns as commonly used.)
 8. Do you use variable speed on the agitators, depending on the drilling fluids density? (PGR: See item 3, this is for a mud engineer to advice but believe the full design must be looked into, not only the speed of the agitators)
 9. If you were to design a mud pit with free hands, how would it look and what functions would it possess? (PGR: Again, a round pit would be the preferred way to go, however as a rig is always short on areas that may not be possible as much space would therefore be wasted using rounds pits)
- Hope to hear from you soon! Best regards, Carl Tööj.

A.3 Översiktsbild av mudroom



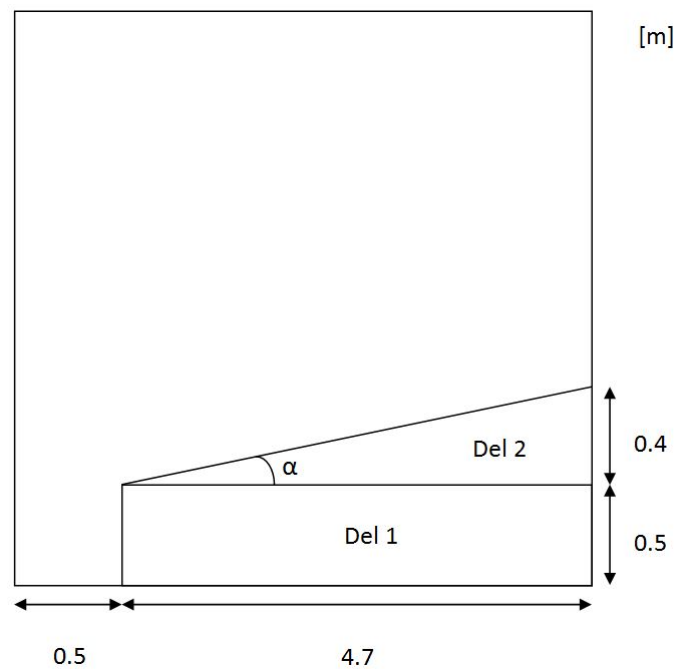
A.4 Koncept ställda mot kravspec, viktad.

Viktad konceptjämförelse						Koncept					
Kriterier		Målvärde	K/O	Vikt	1	2	3	4	5		
Funktion											
Förvaring/blandning av borrvätska			K	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja		
1. Prestanda											
1.1.1	Sedimentering i tank	Oförändrad från befintlig produkt	K	-							
1.1.2	Sedimentering i tank	Lägre än befintlig produkt	O	10	2	1	3	5	4		
1.2.1	Omrörning/blandning i tank	Oförändrad från befintlig produkt	K	-							
1.2.2	Omrörning/blandning i tank	Bättre än befintlig produkt	O	8	2	1	3	5	4		
1.3	Användning av mekaniska aggitatorer		K	-							
2. Miljö											
2.1.1	Vattenkonsumtion vid rengöring	Oförändrad från befintlig produkt	K	-							
2.1.2	Vattenkonsumtion vid rengöring	Lägre än befintlig produkt	O	2	2	1	3	5	4		
2.2.1	Rengöringsmedelskonsumtion	Oförändrad från befintlig produkt	K	-							
2.2.2	Rengöringsmedelskonsumtion	Lägre än befintlig produkt	O	2	2	1	3	5	4		
2.3.1	Energikonsumtion	Oförändrad från befintlig produkt	K	-							
2.3.2	Energikonsumtion	Bättre än befintlig produkt	O	2	2	1	3	5	4		
3. Underhåll											
3.1.1	Rengöring av tank	Oförändrad från befintlig produkt	K	-							
3.1.2	Rengöring av tank	Bättre än befintlig produkt	O	6	2	1	3	5	4		
3.2.1	Serviceintervall	Oförändrad från befintlig produkt	K	-							
3.2.2	Serviceintervall	Bättre än befintlig produkt	O	7	2	1	3	5	4		
3.3.1	Serviceid	Oförändrad från befintlig produkt	K	-							
3.3.2	Serviceid	Bättre än befintlig produkt	O	7	2	1	3	5	4		
3.4	Reservdelar	Hos återleverantör	K	-							
4. Kostnad											
4.1.1	Total tillverkningskostnad	Oförändrad från befintlig produkt	K	-							
4.1.2	Total tillverkningskostnad	Lägre än befintlig produkt	O	8	5	4	3	1	2		
4.2	Materialkostnad	Lägre än befintlig produkt	O	6	5	4	1	2	3		
4.3	Driftskostnad över tid	Lägre än befintlig produkt	O	8	2	1	3	5	4		
5. Tillverkning											
5.1.1	Total tillverkningstid	Oförändrad från befintlig produkt	K	-							
5.1.2	Total tillverkningstid	Lägre än befintlig produkt	O	8	2	1	4	3	5		
5.2	Unika komponenter per tank	Minimera	O	7	5	4	1	2	3		
6. Storlek											
6.1	Tankvolym	50-150m³	K	-							
6.2	Utrymmeseffektivitet	Oförändrad från befintlig produkt	K	-							
7. Material											
7.1	Resistans	Igen negativ påverkan på borrvätska	K	-							
7.2	Inga giftiga material	100% godkända material	K	-							
7.3	Inga miljöfarliga material	100% godkända material	K	-							
8. Ergonomi											
8.1	Åtkomst för inspektion	Oförändrad från befintlig produkt	K	-							
8.2	Åtkomst för inspektion	Bättre än befintlig produkt	O	5	3	2	1	5	4		
9. Säkerhet											
9.1.1	Utrymning	400x600mm åtkomst	K	-							
9.1.2	Utrymning	600x800mm åtkomst	O	9							
Kravuppfyllnad											
Summa											
Placering											
					Ja	Ja	Ja	Nej	Nej		
					240	154	230	343	323		
					1	3	2	-	-		

A.5 Volymberäkningar för olika bottenformer i tank med kvadratisk tvärsnitt

De olika bottenformerna gör att arbetsvolym försvinnar. Nedan finns uträkningar av volymförluster för varje bottenform. En tank med plan bottenform har volymen $108m^3$ och höjden $4m$. Uträkningarna jämför volymförlusten med denna volym.

A.5.1 Volymförlust med ett lutande plan



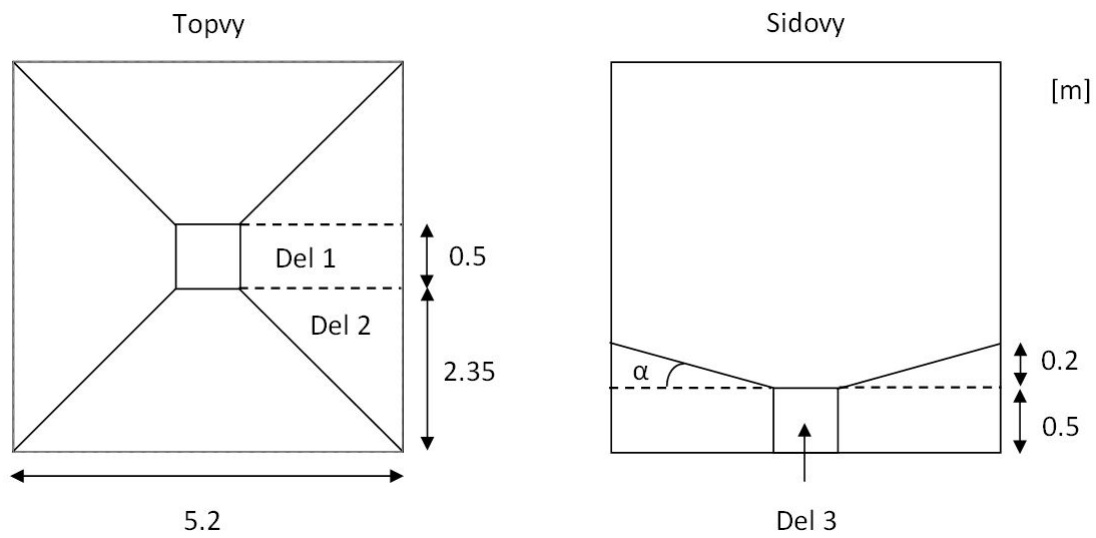
$$V_1 = 4.7 \times 5.2 \times 0.5 = 12.22m^3$$

$$V_2 = 4.7 \times 5.2 \times 0.4 \times 0.5 = 4.88m^3$$

$$V_{total} = 4.88 + 12.22 = 17.1m^3$$

$$V_{forlost} = \frac{17.1}{108} = 0.158 = 15.8\%$$

A.5.2 Volymförlust med fyra lutande plan



$$V_1 = 2.35 \times 0.5 \times 0.2 \times 0.5 = 0.117m^3$$

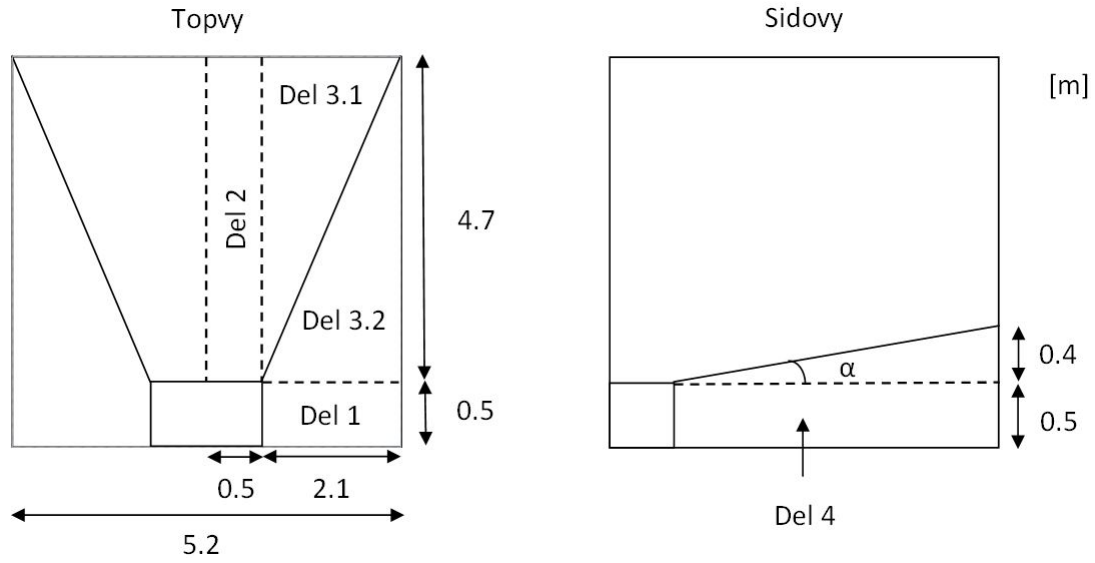
$$V_2 = 2 \times \left(\frac{2.35 \times 0.2 \times 2.35}{3} \right) = 0.736m^3$$

$$V_3 = (5.2^2 - 0.5^2) \times 0.5 = 13.4m^3$$

$$V_{total} = 13.4 + 4 \times 0.853 = 16.82m^3$$

$$V_{forl\ddot{u}st} = \frac{16.8}{108} = 0.156 = 15.6\%$$

A.5.3 Volymförlust med tre lutande plan



$$V_1 = 2.1 \times 0.5^2 \times 0.4 = 0.21m^3$$

$$V_2 = 4.7 \times 0.5^2 \times 0.4 = 0.47m^3$$

$$V_{3.1} = \frac{4.7 \times 0.4 \times 2.1}{3} = 1.316m^3$$

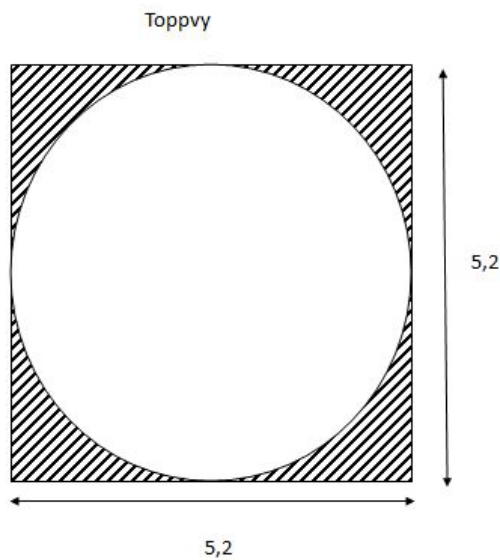
$$V_{3.2} = V_{3.1} = 1.316m^3$$

$$V_4 = 5.2^2 \times 0.5 - 0.5^2 = 13.27m^3$$

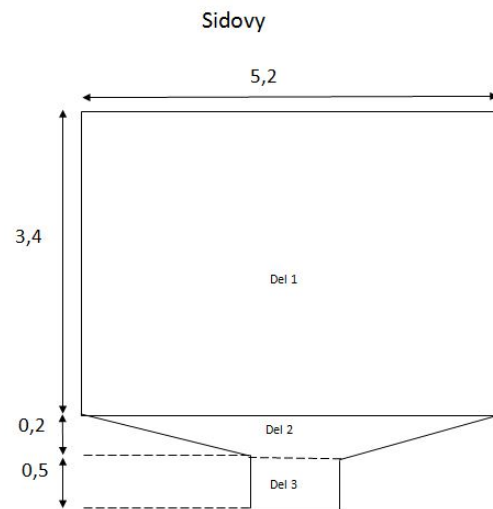
$$V_{total} = 19.9m^3$$

$$V_{forlöst} = \frac{19.9}{108} = 0.184 = 18.4\%$$

A.5.4 Volymförlust av cylindrisk tank



Figur A.1: Toppvy



Figur A.2: Sidovy

Den största volymförlusten för den cirkulära tanken är pga att den är just cirkulär. Det streckade området i figuren motsvarar volym som ej kan nyttjas.

$$V_1 = 0.25 \times \pi \times 5.2^2 \times 3.4 = 72.2m^3$$

$$V_2 = \pi \times 2.6^2 \times \frac{0.2}{3} = 1.4m^3$$

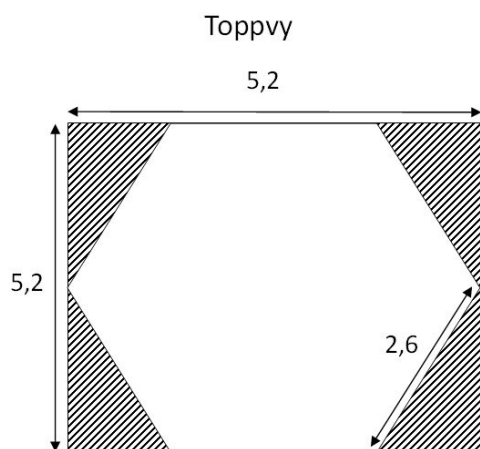
$$V_3 = \pi \times 0.5^2 \times 0.5 = 0.39m^3$$

$$V_{total} = 74m^3$$

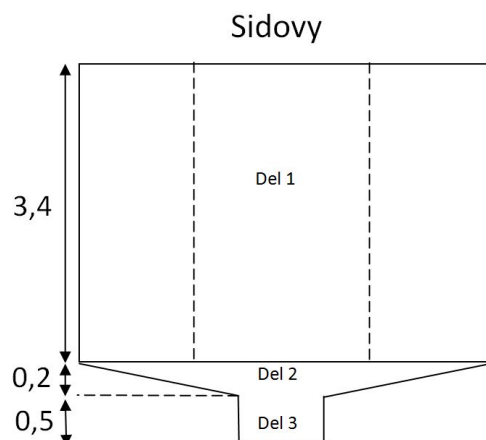
$$V_{forlust} = 108 - 74 = 34m^3$$

$$V_{forlust} = \frac{34}{108} = 31\%$$

A.5.5 Volymförlust av hexagonisk tank



Figur A.3: Toppvy



Figur A.4: Sidovy

På samma sätt som den cylindriska tanken så försvinner mest volym pga huvudformen även i den hexagoniska.

$$V_1 = 3 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2,6^2 \times 3,4 = 59,7m^3$$

$$V_2 = \pi \times 2,6^2 \times \frac{0,2}{3} = 1,4m^3$$

$$V_3 = 3 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 0,25^2 \times 0,5 = 0,8m^3$$

$$V_{total} = 61,9m^3$$

$$V_{forlust} = 108 - 61,9 = 46,1m^3$$

$$V_{forlust} = \frac{46,1}{108} = 42\%$$