

OILSWEEPER OLJEOPPSAMLING

OILSWEEPER OILSPILL CONTAINMENT

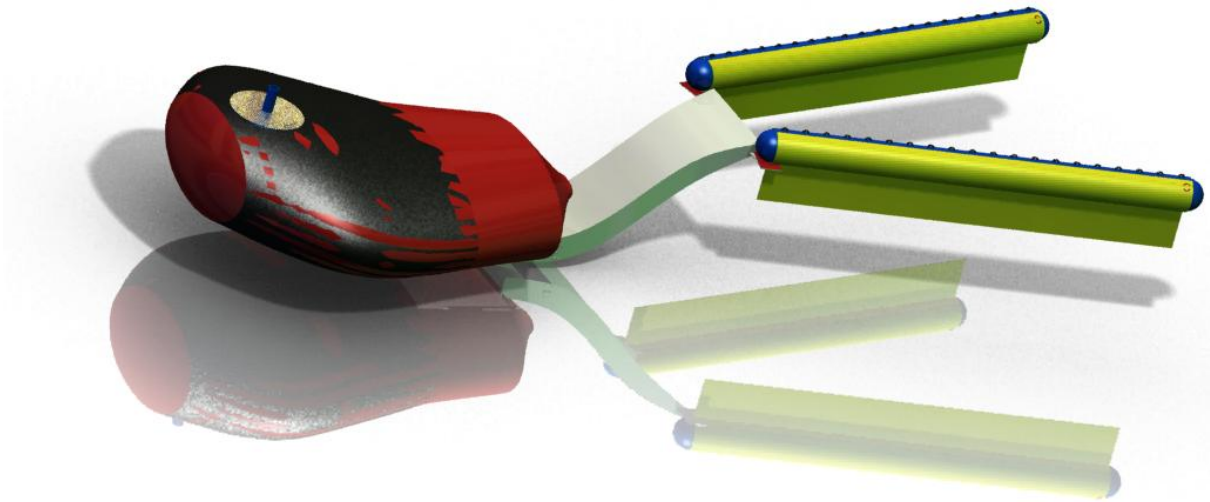
TOR HARALD ERIKSEN

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR MATEMATISKE REALFAG OG TEKNOLOGI
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2012



Oilsweeper Oljeoppsamling

Tor Harald Eriksen



Masteroppgave
Maskin, Prosess og Produktutvikling
IMT/UMB 2012

FORORD

Denne hovedoppgaven er laget som avsluttende del av mastegradstudie ved Maskin, prosess og produktutvikling på Institutt for matematiske realfag og Teknologi (IMT) ved universitetet for Miljø- og Biovitenskap(UMB). Hovedoppgaven utgjør 30 vekttall.

Prosjektoppgaven er en del av et prosjekt for å se på dagens løsninger innen oljeoppsamling, gjennomgå disse og prøve å utvikle autonome og mer robuste løsninger som kan effektivisere oljeoppsamling.

Jeg har vokst opp i Lofoten med fantastisk natur rundt meg og har derfor vært engasjert i oljeboring og konsekvensutredning av området. Vi kan ikke stoppe oljeboring og utvinning av resursene våre, men vi kan gjøre så mye som mulig for å forebygge og være i stand til å begrense skadeomfang ved uhell. I forbindelse med et kurs i innovasjon og produktutvikling begynte jeg prosessen med å se på oljevern teknologi og produkter, både eksisterende og fremtidige løsninger. Motivasjon har vært å finne frem til et nytt og effektivt oljevernprodukt som kan operere under tøffe værforhold og samtidig være så enkelt og effektivt at det kan brukes av vanlige fartøy uten behov for spesialutstyr. Produktet vil være en forbedring i forhold til dagens oljevern og vil utgjøre en forskjell på området.

Utviklingsarbeidet har vært en modningsprosess med besøk hos ledende oljevern produsenter og samarbeide med dem, samtale med Kystverkets beredskapsavdeling og gjennomgang av teori og eksisterende utstyr. Det har vært inspirerende å se hvor villig alle er til å dele erfaring og kunnskap, noe som har vært viktig for å tilegne seg tilstrekkelig med kunnskap og erfaring til å lage prototype og teste denne. Uttesting og prøving av prototype under tilnærmet virkelige forhold har vært avgjørende for å få nok erfaring og innsikt til å lage en konklusjon. Koblinger, overføringer, virkemåte, viskositet, strømningsforhold og så videre påvirkes av temperatur og lokale forhold slik at alt endrer seg under disse forholdene. Dette er noe man ikke kan studere seg frem til uten å ha erfaring og praksis.

Jeg vil benytte anledningen til å takke for verdifulle innspill og betraktninger underveis, og da spesielt til Steinar Lodve Gyltnes, Beredskapsavdelingen ved Kystverkets hovedkontor, Olav Småbakk, avdelingsleder hos NOFI og Hugo Svendsen, forskningsleder hos Norlense, som har vært svært hjelpelig med materialvalg, kunnskapsdeling og erfaring, samt utlån av testfasiliteter. En spesiell takk til Knut Gaaseidnes for verdifulle innspill på teori og for å dele mange års praktisk erfaring innen oljevern, og til slutt en stor takk til min kjære kone for hjelp og innspill samt å holde ut med student i huset.

Ås den 10.05.2012

Tor Harald Eriksen

SAMMENDRAG

Etterspørsel etter olje og oljeprodukter er stadig økende og vi har gjort oss helt avhengig av oljeprodukter som utgangspunkt for materialer og energikilde. Selv om det forskes og utvikles stadig nye materialer og energikilder for å erstatte oljen, vil vi sannsynligvis fremdeles være avhengig av olje i lang tid fremover. Det vil fremover bli utforsket og prøveboret i stadig mer sårbare og ømfintlige miljøer for å finne nye naturressurser som kan utvinnes. Behovet for forebyggende og effektive løsninger for å ivareta miljøet vil øke tilsvarende og behovet vil derfor være enormt for effektive oljevern produkter.

Jeg har hele tiden vært tro mot utgangspunktet hvor jeg utnytter forskjellen mellom de fysiske egenskapene hos olje og vann til å samle og skille væskene, uten bruk av andre fysiske hjelpemidler enn slep fra båt. Samtidig er utformingen av produktet blitt endret og tilpasset etter hvert som jeg har tilegnet meg kunnskap og innsikt i emnet.

Produktet fungerer som en hurtiggående lense med oppsamler og lagringsenhet som samtidig skiller olje fra vann og muliggjør pumping av olje direkte fra produktet. Dette forenkler oljevernoppgaven betydelig og skiller seg klart ut i forhold til alt annet som finnes på markedet i dag. Produktet gjør at man med enkle midler kan oppnå samme resultat uten bruk av annet spesialutstyr som skimmer, separator og spesialbygde båter.

Utviklingsarbeidet har bestått av gjennomgang av problemstilling med operasjonelle forhold hvor det er sett på eksisterende løsninger med tester, prototyper og patenterte løsninger. Det har vært gjennomført møter og samtaler med produsenter for tilsvarende produkter sammen med kunder, for å se på produksjonsmetoder, krav, erfaring og forventninger. Teori med fagtidsskrifter, forelesninger, bøker, utgivelser og artikler som kunne oppdrives om emnet, er gjennomgått og det er utført beregninger og designet for deretter å utvikle produkt og prototype.

Prototypen er bygget og testet i et kontrollert miljø mot de tanker og teorier som var utgangspunkt. Selv om prosjektoppgaven har hatt mange begrensninger er dette et komplekst område hvor det har vært vanskelig å begrense og skrive utfyllende om de problemstillinger som er rundt emnet. Det har vært lagt ned mye tid i bakgrunnsstudier rundt emnet. Dette har allikevel vært nødvendig for å forstå problemstillingen godt nok.

Det er skrevet og levert inn patentsøknad på teoriene og produktet, og det er bygget en prototype som er testet i basseng hos Norlense i Fiskebøl..

Det er lagt hovedvekt på å teste ut teoriene og ikke utforming av prototypen. Rapporten vil derfor ikke være et fullgodt produksjonsgrunnlag for videre produksjon av produktet, men vil kunne gi svar på om det er grunnlag for å gå videre med selve konseptet.

ABSTRACT

The demand for oil and oil products is growing and we are now totally dependent on these products as the basis for energy and materials, and we will in all probability continue to depend on oil for a long time. In order to find new natural resources we will continue to explore and test drill for oil in more sensitive and vulnerable areas. The need for preventive and effective products to protect the environment will increase accordingly and the market will be huge for products in this category.

The basic idea and theories behind this concept is where I use the difference between the physical differences of oil and water to collect and separate liquids, without the need of other physical equipment than an ordinary ship. The product has been modified and adapted as I have acquired and developed understanding and knowledge of the subject.

The concept acts as a fast lens, included collector and storage device, that in one operation will both separate oil from water and make it possible to pump oil directly from the product. This simplifies the oil spill prevention process and will be a significant improvement in relation to other products on the market today. The product makes it possible by simple means to achieve the same results as skimmers, separators and custom built ships and other special equipment.

The development process consisted of a thorough review of the different operating conditions and a thorough research of existing concepts, prototypes and patented products together with the different aspects of oil containment. Meetings and discussions with manufacturers of similar products together with customers have been held to review production methods, requirements, experience and expectations. Theoretical aspects available have been reviewed and calculations together with different designs have been made in order to develop the product and prototype.

Prototype have been built and tested in a controlled realistic environment based upon the original thoughts and ideas. Although the project has many limitations, this is a complex area and it has been challenging to limit the workload without writing extensively about the issues surrounding the topic. A lot of ours have been put in to background studies on the topic, to require adequate skills and experience to understand the problem well enough to make a difference.

A patent application has been submitted for the product, and a prototype have been manufactured and tested at the testing facilities at Norlense in Fiskebøl.

The main emphasis of this project have been to design and manufacture a prototype and test it in a realistic environment, the report will not be an adequate basis for further production of the product, but will be sufficient for proving if there is worthwhile to proceed with the concept.

INNHOLDSFORTEGNELSE

INNHOLDSFORTEGNELSE	VII
1 Innledning.....	11
1.1 Bakgrunn	11
1.2 Idebeskrivelse	12
1.3 Problemstillinger og utfordringer	13
1.4 Målsettinger	14
1.4.1 Hovedmål.....	14
1.4.2 Delmål.....	14
1.5 Begrensninger	14
1.6 Begreper, forutsetninger og terminologi	15
1.7 Prosjektbakgrunn og planlegging	18
2. Teori og utredning	19
2.1 Oppbygging av oljevern.....	19
2.2 Mekanismer rundt oljevern	20
2.2.1 Væsketyper.....	20
2.2.2 Spredning av olje på og i vann.....	21
2.2.3 Olje i overflatemiljø	22
2.2.4 Strømningsforhold.....	23
2.2.5 Bølger	23
2.3 Klima og miljø.....	23
2.4 Brukspåkjenninger, materialer og materialegenskaper.....	24
2.5 Eksisterende løsninger	24
2.5.1 Konvensjonelle lenser	25
2.5.2 Høyhastighets lenser	26
2.5.3 Sorbente løsninger.....	27
2.5.4 Skimmer.....	28
2.5.5 Brenning	29
2.6 Alternative konsepter.....	31
2.6.1 Current Buster.....	31
2.6.2 Vikoma Fastflo	32

2.6.3	Oil shaver.....	32
3	Produktspesifikasjon.....	33
3.1	Kundens behov, rangering av viktige produktegenskaper	34
3.2	Operasjonelle forutsetninger	36
3.2.1	Operasjonelle behov	36
3.2.2	Operasjonelle krav	36
3.3	Metriske grensespesifikasjoner	37
3.4	Metrisk grovspesifikasjon for produkt	38
4	Konseptvalg.....	39
4.1	Konseptbeskrivelse	39
4.1.1	Løsningskategori.....	39
4.2	Oppbygging av konsept.....	40
4.2.1	Ledelse	41
4.2.2	Trakt / sluse	41
4.2.3	Oppsamler	41
4.3	Konstruksjonsmaterialer	42
4.4	Drøfting og valg av elementer	43
4.4.1	Sluse.....	43
4.4.2	Drøfting og valg av Oppsamler	47
4.4.3	Drøfting og valg av lensearm	47
4.4.4	Drøfting av standardkomponenter.....	47
4.5	Arbeidstegninger og presentasjon	48
4.5.1	Modularisering og standardkomponenter.....	48
4.5.2	Design av hovedelementer	49
4.5.3	Sammenstilling.....	52
4.5.4	Presentasjon av konsept.....	55
4.6	Kostnads kalkyle for prototype	56
5	Grunnlagsberegninger.....	58
5.1	Slep	59
5.2	Sluse	61
5.3	Oppsamler.....	61
6	Prototype og test	62

6.1	Testlokasjon	62
6.2	Utvikling og design av prototype.....	63
6.3	Produksjon av Prototype	64
6.4	Test	69
6.4.1	Test utstyr og forhold	69
6.4.2	Test kriterier	70
6.4.3	Kort testrapport	70
6.5	Resultat test	75
7	Diskusjon og forbedringspotensial.....	77
8	Konklusjon.....	80
9	Referanser.....	82
10	Vedlegg	85
V01	Budsjett	86
V01	Milepælplan.....	87
V03	Hastighet sluse.....	88
V04	1. patentsøknad	89
V04	1. Tilbakemelding fra patentstyret	92
V06	Tilstøtende patent	95
V06	Ny patentsøknad	103

1 INNLEDNING

1.1 BAKGRUNN

Verdens forbruk av fossile brennstoff viser en sterk økning til tross for kraftig satsning på andre materialer og kraftkilder. Dette medfører at stadig nye områder utforskes og utnyttes, som igjen fører til at faren for uhell og uforutsette utslipp på stadig mer sårbare miljøer øker.

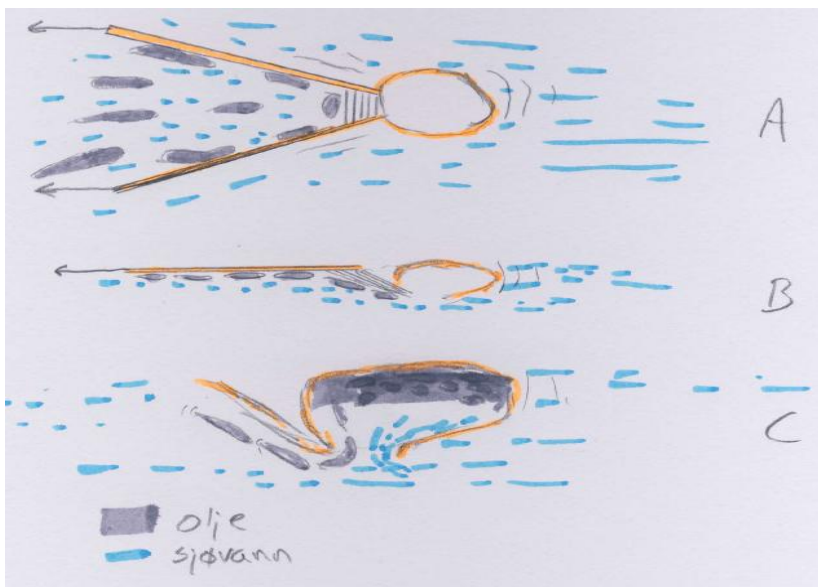
Det er ingen som med sikkerhet vet hvilke langsiktige konsekvenser et oljeutslipp vil få for fauna og økosystem. Oljeutslipp til havs vil ikke nødvendigvis få synlige konsekvenser med olje på strender og fugler tildekket av olje, men vil kunne føre til konsekvenser under vann. Ved et utslipp eksempelvis utenfor Lofoten, som er et høyaktuelt område for utvinning av olje, må vi også tenke på de langsiktige konsekvensene for skrei og torskelarvene (Bjarne Røsjøe, 2010). Det kan endre hele næringslivsgrunnet for området hvis årskull med skrei blir skadet eller gytevandring endrer seg. Beredskap, rask respons og tilstedeværelse i tillegg til riktig utstyr er derfor viktig for å begrense alle aspekt ved et oljeutslipp.

Oljevern består av en rekke elementer som sammen vil kunne fungere som barriere mot forurensning. Først og fremst er oljevern avhengig av rask respons for å kunne begrense omfanget av utslipp og forurensning. Deretter må oppsamling skje så raskt som mulig, før oljen blir brutt ned i sjøen eller fordampet ut i atmosfæren. Eksisterende utstyr og dagens løsninger er gjennomgått og det synes å være begrensninger ved operasjonell bruk. Store bølger og sterk strøm kombinert med dårlig vær kan gjøre at virkningsgraden reduseres betydelig med de konsekvenser dette får for oppsamling. Samtidig er de fleste typer utstyr for oppsamling avhengig av spesialbåter og spesialutstyr for å operere effektivt, som igjen er lagret på faste depoter (Sintef rapport, Oljevern). Erfaring viser at det kun i unntakstilfeller har vært mulig å ta opp mer enn 30 prosent av oljeutslippet på sjøen. Resten fordampet, blir brutt ned eller når land med de konsekvenser dette får (DNV rapport nr. 2007-0934).

For å få til et effektivt oljevern er man avhengig av at det finnes konsepter hvor utstyr kan lagres i umiddelbar nærhet for rask respons da nedbryting og fordampingsprosesser starter med en gang. Et effektivt tiltak vil være å utvikle utstyr som er enkelt, raskt og effektivt å bruke av fiskeflåten, som en førsterespons, og deretter bruke spesialutstyr for å pumpe opp og ta vare på oljen.

1.2 IDEBESKRIVELSE

Produktideen er kort og godt å bruke de fysiske egenskapene mellom ulike væsker, vann og olje, med forskjell i oppdrift og viskositet til å skille disse. Med disse enkle fysiske lover som utgangspunkt kan det lages et relativt enkelt system for bruk i oljevern uten å være avhengig av spesialutstyr.



Figur 1-1: Skisse av idéen og utgangspunkt for produkt utviklingen. Lensen(A) slepes fremover og samler opp oljen inni lensen. Sluse presser oljen ned ved hjelp av strøm og fremdrift fra slep. Oljen søker oppover på grunn av oppdrift og vil gå inn i oppsamlingsbag(C) som vil fylles med olje, som igjen vil presse ut vannet. Olje under vann og ved press vil være roligere enn olje på overflaten, separasjon vil derfor skje.

Ved fremdrift presses oljen ned og bort en sluse som går fra lede lense og ned til Oppsamler hvor den passerer forbi en åpning, hvor oppdriften i oljen sørger for at oljen går opp og inn i åpning. Forskjellen i oppdrift vil sørge for at oljen fortrenger vannet etter hvert som beholder fylles med olje og man får en naturlig separasjonsprosess. Viskositet og oppdrift mellom 2 forskjellige væsker nedsenket i vann og under trykk fra vannet, står for å separere og oppbevare oljen, samtidig som forskjell i viskositet mellom olje og vann gjør at disse ikke blandes så lett.

Oppsamleren skal videreutvikles slik at det kan være et helhetlig konsept for oppsamling og oppbevaring av olje med bruk av flere enheter sammen. Dette skal kunne utføres av mindre konvensjonelle fartøy som fiskebåter eller lignende uten å være avhengig av større spesialfartøy. Dette øker tilgjengelighet og bedrer responstiden betraktelig.

Utstyret skal imøtekomme alle krav til HMS og næringsmiddellov. Oljen skal ikke om bord i båtene men lagres i påvente av ekstern transport.

Viktige faktorer:

- **Fleksibilitet:** Enkel, brukervennlig håndtering, lite resurskrevende
- **Tilgjengelig/rask respons:** lagres lokalt, små enheter
- **Brukervennlig/foretrukket:** lett å rengjøre, tåle kjemikalier
- **Helse, miljø og sikkerhet:** skal ikke være til fare for noen

1.3 PROBLEMSTILLINGER OG UTFORDRINGER

Denne masteroppgaven skal ta for seg oljevernutstyr og utvikling av et nytt konsept for oppsamling av olje på havoverflate med bygging av prototype for uttesting av teorien. Problemstillinger som oppgaven står ovenfor er kort beskrevet:

- **Konsept:**

Hvordan utforme oljevernutstyr som best mulig kan operere under vanskelige forhold uten behov for spesialutstyr, med fokus på HMS og sikkerhet, samtidig som forventninger til effektivitet, fleksibilitet og operasjonell brukervennlighet er ivaretatt? Dette innebærer at det må utvikles nye og bedre totalløsninger enn dagens konseptalternativer som er avhengig av spesialutstyr for å fungere.

- **Konstruksjon og design:**

Tilstrebe et gunstig forhold mellom størrelse, styrke og operasjonell bruk uten behov for annet utstyr enn det som finnes på en vanlig fiskebåt. Samtidig skal krav til HMS, tilgjengelighet og effektivitet prioriteres. Det betyr at utstyr, mannskap og driftssituasjon på en typisk bruksbåt må kartlegges og tas høyde for, samtidig som materialer og operasjonsmønster må tilpasses.

- **Funksjon:**

Oljelensen skal kunne operere under tøffe forhold, være effektiv i høye bølger og sterk strøm samtidig som den skal kunne være så enkel som mulig å håndtere under operasjonell bruk. Dette krever at oppsamlet olje under ingen omstendigheter må tas om bord i båten, men må kunne oppbevares i påvente av dertil egnet transport.

- **Test av prototype:**

Finne egnet testlokasjon som gir de nødvendige forutsetninger for uttesting av prototype og teori rundt funksjonalitet. Dette må kartlegges og vil sette standard for bygging av prototype, som vil måtte tilpasses testforholdene og gi et gunstigst mulig forhold mellom test av teori og funksjonalitet.

1.4 MÅLSETTINGER

1.4.1 HOVEDMÅL

Utrede, designe og produsere en prototype for testing og utprøving av nytt oljevernprodukt. Løsningen skal ha fokus på funksjonalitet, tilfresstillende sikkerhet, med mulighet for utbygging og oppskalering til kommersielt produkt. Utvikling og uttesting av prototype med sjekk av teori skal tillegges størst vekt, mens konstruksjonsdetaljer og beregninger begrenses noe.

1.4.2 DELMÅL

- Foreta bakgrunnsundersøkelser for å kartlegge konkurrerende løsninger og forstå teknologi og problemstillinger
- Utrede konsekvenser av oljeforurensning
- Utrede løsningsprinsipper ved oppdrift, viskositet og fordamping
- Kartlegge behov og krav for området
- Utvikling og bygging av prototype
- Finne egnet testlokasjon
- Utrede og anta nødvendige forutsetninger for operasjonell drift av lense
- Testing av prototype og sjekk av teori
- Visualisere og beskrive ferdig løsningsforslag
- Lage et enkelt produksjonsgrunnlag i form av utvalgte fabrikkasjonstegninger

1.5 BEGRENSNINGER

Det er i utgangspunktet beregnet 900 arbeidstimer på oppgaven. Dette skal dekke alt av utredning av teori, løsninger tilgjengelig, forberedelser, produksjon av prototype og test for bekreftelse av teori og løsning. Det tilsier at enkelte deler av oppgaven må prioriteres og andre deler begrenses noe. Prosjektoppgaven vil begrense seg til å jobbe med hovedelementene i utfordringen; rask respons, utskilling og lagring av oljen, mens testlokasjon og teori gir premissene for utforming og bygging av prototype med test av denne.

I prosjektoppgaven er det fokusert på et utvalg av problemstillinger som vil bli drøftet og hvor teorier vil bli forsøkt bekreftet, ofte på et prinsipielt nivå. Arbeidsomfanget tilsier at det må gjøres noen begrensninger på deler av arbeidet:

- Oppgaven vil gjelde forurensning på sjø og vann og vil ikke ta for seg strandsone og land.
- Oppgaven og produktet vil ta for seg hovedenheten og de deler som er nødvendig for å teste teorien.

- Detalj utvikling av slep, oter, skjørt, ventiler, fester, tau, kjetting, kabel og pumpe-systemer som normalt vil være en del av et slikt system vil ikke bli gjennomgått. Det forutsettes brukt standard systemer på markedet som vil dekke denne funksjonen.
- Nøyaktige konstruksjonstegninger blir ikke inkludert i denne rapporten.
- Fullstendige utmattings og styrkeberegninger for konstruksjonen foreligger ikke.
- Det vil ikke utarbeides komplette fabrikkasjonstegninger for alle omtalte komponenter.
- Det vil ikke foreligge komplette materialbeskrivelser.
- Det vil ikke bli utviklet løsninger for å skille ut søppel, tang eller annet uønsket gods i oppsamlingsprosessen.
- Oppgaven tar for seg olje på overflaten.
- Det vil ikke bli foretatt noen utredninger om HMS og skadevirkning av å utsettes for olje i oljevernarbeide.

1.6 BEGREPER, FORUTSETNINGER OG TERMINOLOGI

Begreper:

- Hastighet; relativ hastighet i forhold til strømforhold, ikke bare etter GPS posisjonering. Strøm + GPS posisjon = hastighet.
- Fribord; høyden(diameter) på den del av lensen som er over vannet.
- Skjørt; dybden av lensen under vannet, som stopper og leder oljen.
- Frontsweep; dette er selve frontåpningen, effektiv arbeidsbredde på lensen.
- Strøflak; oppdelte småflak med olje fra hovedkilden som oppstår etter at vind, strøm og bølger over tid bryter opp hovedflaket.
- Punktutslipp; kontinuerlig utslipp fra en kilde.
- Olje; fellesbetegnelse for flytende fossilt brennstoff, men er i utgangspunktet ganske forskjellig etter hvor den kommer fra, det forutsettes at oljen har en gjennomsnittlig tetthet på mellom 0,831 – 0,860 (nordsjøolje) (Det norske leksikon, råolje).

Symboler og forkortninger som benyttes i prosjektoppgaven.

Symbol	Betydning	Enhet
l	Lengde	mm
b	Bredde	mm
h	Høyde	mm
v	Volum	m^3
F	Kraft	N
σ	Spenning	MPa
P	Trykk	MPa
$^{\circ}C$	Temperatur	$^{\circ}C$
B	Oppdrift	
Av	Volum strømningsforhold	
ρ	Tetthet	Kg/m^3
knop	Fartsbenevnelse, tilsvarende 1,852 km/t	Knop
T	strekkraft	N
K	Korrelasjonsfaktor(vind/ strøm/ bølge)	
A	Areal	ft^2
V	Hastighet	Knop
N	Kraftenhet, tilsvarende 4,4822 lbf	N
V_o	Stigehastighet til oljedråpe	m/s
μ	viskositet	
D	Diameter oljedråpe	m

P_o	Tetthet til olje	Kg/m^3
P_w	Tettehet til vann	Kg/m^3
μ_w	Viskositet til vann	Pas
g	Tyngdekraft	9,81
D_{95}	Dråpestørrelsen viser at 95% av oljen finnes i dråper mindre enn denne. Gjennomsnittlig dråpestørrelse antas å være 30% av denne.	
a	Dispersasjonsparameter	0,4
σ	Grenseflatespenning mellom olje og vann	N/m
e	Energidissipasjon pr. volumenhet	J/kg s

Tabell 1-1: Aktuelle symbol og enhet

Noen formler som benyttes i prosjektoppgaven.

Formel nr.	Beskrivelse	Formel
1	Oppdrift (Archimedes lov)	$B = F$
2	Styrkeberegning lense	$T = K * A * V^2$
3	Stokes lov for stige hastighet av små dråper i vann	$V_0 = \frac{g * D^2 * (\rho_w - \rho_o)}{18 * \mu_w}$
3	Halvempirisk korrelasjonsformel, viser dråpestørrelse, Asheim(1985)	$D_{95} = 0,725 * \frac{1 * \sigma^{(1-a)}}{e^a * \rho_w}$
4	Masse flyt hastighet	$A_1 V_1 = A_2 V_2$

Tabell 1-2: Aktuelle formler

Forutsetninger:

I forbindelse med forberedelse og planlegging av masteroppgave er det valgt navn på ide og konsept:

- SeaSweeper – høyhastighets lense
- MarineSweeper – modulbasert konsept

1.7 PROSJEKTBAKGRUNN OG PLANLEGGING

Bakgrunn for prosjektet er et personlig engasjement og ønske om å kunne bidra til å utvikle et bedre oljevernutstyr og lage et mer effektivt og bedre system for dette enn det som finnes på markedet i dag. Det er derfor ønskelig at konseptet kan ivareta flere av disse elementene i en og samme operasjon.

Ideen har blitt unnfanget i en prosess som startet med dykking, fysikk og prosessfag på UMB, engasjement i boreplaner rundt nordlige farvann med svært sårbar miljø og faunaproblematikk. Dette har endt i en ide og tanke om et enkelt fungerende system, basert på fysiske lover og med bruk av eksisterende teknologi som vil kunne gi et produkt og konsept som vil kunne fungere med enkle midler.

Som forberedelse til prosjektoppgaven har det blitt foretatt studietur til Kystverkets beredskapskontor og lager i Horten, hvor vi har sett på oljevernutstyr på beredskapslageret. NOFI og Norlense som er de største produsentene i Norge på området og som hevder seg godt internasjonalt med mange og spennende produkter har også blitt besøkt. Her har vi sett på teori rundt problemene med oljevern, utstyr som brukes, materialkunnskap, HMS og produksjonsteknologi, samtidig som vi har diskutert og sett på fremtidens utfordringer og løsninger med forskning og utvikling på området. Dette har vært viktig for oppgaven, både for å få nødvendig bransjekunnskap til utvikling av konsept og produkt, og for å få nok fagkunnskap, bakgrunnshistorie og innsikt i tekniske løsninger for bygging av selve prototypen.

Hoveddelen av arbeidet med prosjektoppgaven er utført våren 2012, mens forarbeidet ble påbegynt høsten 2011 i forbindelse med kurs i konsept og produktrealisering. Det er brukt tilnærmet normert tid på oppgaven i tillegg til forprosjekt og det foreligger en milepælplan og arbeidsplan i vedlegg.

2. TEORI OG UTREDNING

2.1 OPPBYGGING AV OLJEVERN

Oljevern er i utgangspunktet et statlig ansvarsområde, hvor Klima og Forurensningsdirektoratet (Klif), underlagt Miljøverndepartementet, utøver myndighet og fører tilsyn.

Myndighetenes overordnede krav til beredskap finnes i §9-2(lov av 29.11.1996):

”Rettighetshaver og andre som deltar i petroleumsvirksomheten skal til enhver tid opprettholde effektiv beredskap med sikte på å møte fare- og ulykkessituasjoner som kan medføre tap av menneskeliv eller personskade, forurensning eller stor materiell skade. Rettighetshaver plikter å påse at nødvendige tiltak iverksettes for å hindre eller minske skadevirkninger, herunder det som er nødvendig for så langt som mulig å føre miljøet tilbake til tilstanden før uhellet skjedde. Departementet kan gi regler om slik beredskap og slike tiltak, herunder påby beredskapssamarbeid mellom flere rettighetshavere.

Ved fare- og ulykkessituasjoner som nevnt i første ledd, kan departementet bestemme at andre skal stille nødvendige beredskapsmessige ressurser til rådighet for rettighetshavers regning. Departementet kan for rettighetshavers regning også iverksette tiltak for å skaffe nødvendige tilleggsressurser på annen måte.”

Kystverket ivaretar statens ansvar for beredskap og aksjonsplikt mot akutt forurensning som ikke dekkes av andre aktører, i hovedsak gjelder dette oljesøl fra skip og skipsvrak eller andre ukjente kilder. Norsk oljevernforening for operatørselskap (NOFO) har overordnet ansvar for å ivareta oljesøl fra oljeinstallasjoner, mens hver enkelt kommune er ansvarlig for å ivareta mindre tilfeller av akutt forurensning innenfor kommunenes grenser, primært ved kyst og strandområder. Det er ikke helt klart definerte områder og ofte kan det ta noe tid før en vet hvem som har forårsaket utslippet og dermed hvem som er ansvarlig. De ansvarlige samarbeider med hverandre og kan rekvirere resurser og hjelp hvis de finner det nødvendig. Det finnes også et antall beredskapslagre langs kysten som inneholder materiell for bekjempelse av oljesøl.

Beredskapslagre:

- NOFO
 - Supplybåter og plattformer
 - 5 depoter på land
- Kystverket
 - 16 hoveddepoter langs kysten
 - 10 mindre depoter langs kysten
- Interkommunale beredskapslagre(IUA)
 - 33 IUA regioner med egne lagre

NOFO har egne beredskapslagre i hovedsak på supplybåter og plattformer i tillegg til depoter på land.

Kystverket har etablert beredskapslagre langs norskekysten, fordelt på hoveddepoter og mindre depoter.

Hver enkelt kommune har ansvar for å ha egne beredskapslagre, i praksis samarbeider kommunene om beredskap gjennom interkommunale beredskapsregioner (IUA) for å dekke sine områder som opereres og driftes av brannvesenet.

Alle aktører har opplysningsplikt, de er lovpålagt å melde, uten opphold, hvis det skulle forekomme utslipp eller utilsiktet forurensning. I tillegg finnes det et omfattende overvåkingssystem med bruk av flyovervåkning og satellittutstyr for å detektere mulig oljeforekomst på sjøen i Norsk territorialfarvann(Sintef rapport, Oljevern).

2.2 MEKANISMER RUNDT OLJEVERN

For å få en forståelse for utvikling av oljevernutstyr er det viktig å ha innsikt i de grunnleggende mekanismene i og rundt elementene som oljevern foregår i. Her kommer en kort utredning av teoretiske og praktiske forutsetninger.

2.2.1 VÆSKETYPEN

Olje og vann er væsker med ganske store forskjell i viskositet og oppførsel. Vann er en Newtonsk væske hvor viskositet er uavhengig av flyte-hastighet og omgivelser. Olje i denne sammenhengen kan betegnes som en Ikke-Newtonsk væske hvor egenskapene endrer seg med forholdene. Det vil si at viskositet og oppførsel på oljen endrer seg med temperatur, bevegelsesmønster og flyte-hastighet, hvor lang tid den har vært eksponert og hvordan den har vært behandlet forut for eksponering (Wilkinson, W. L., 1960).

De fysiske egenskapene til olje og vann er ganske forskjellige og i utgangspunktet kan ikke disse væskene blandes, i tillegg er olje lettere enn vann og vil derfor søke å flyte på overflaten.

Selv om olje er en fellesbenevnelse på væsketyper så kan den spesifikke oljen som skal tas opp ved oljevern variere mye i forhold til den kjemiske sammensetningen og den må behandles deretter.

2.2.2 SPREDNING AV OLJE PÅ OG I VANN

Olje og vann kan ikke løses fullstendig opp i hverandre, men væskene kan under gitte forhold blandes, hvor den ene væsken er blandet som dråper i den andre, og vi kan få:

- vann i olje – flyter på overflaten
- olje i vann – olje blandet i vann, oppfører seg som vann med samme strømningsbaner.

Ved oljelekkasje vil oljen renne utover overflaten av vannet og i tillegg vil vannet dra med seg oljen. Oljelekkasjen fører til at oljen legger seg som en hinne på overflaten av vannet, hvor oljen sprer seg fra kilden og utover. Hvordan oljen sprer seg vil variere etter strøm, vind, vær, bølge, olje og vannforhold. Avhengig av den kjemiske oppbyggingen av oljen, størrelsen og tykkelsen på oljeflaket, vil noe av stoffene i oljen fordampe og noe vil bli brutt ned under overflaten. Deler av oljeutslipp vil kunne være som en tynn film på overflaten og dekke store områder, mens andre deler av utslippet kan koagulere i tykke flak konsentrert på et relativt lite område. Som et utgangspunkt vil erfaringsmessig 90% av oljen befinne seg på 10% av området som oljeflaket dekker (Gåseidnes, 1994).

For å forutse spredning av olje på overflaten og dermed kunne planlegge oljevernoperasjon bør en vite den kjemiske og fysiske sammensetningen av oljen som har lekket ut.

2.2.3 OLJE I OVERFLATEMILJØ

Ved bølgebevegelse vil olje oppløse seg i små mikroskopiske dråper eller større enheter avhengig av hvilke krefter og hvor mye energi oljen utsettes for. Både energien fra bølger, ved bølgebryting og turbulens skapt av bølgene, temperatur og tid medgått fra utslippets start sammen med den kjemiske sammensetningen av oljen er faktorer som påvirker utviklingen til oljen.

Hvor mye av oljen som brytes ned i vannet og størrelsen på oljedråpene er svært viktig for videre hendelsesforløp, da oljen må ha en viss dråpestørrelse for å ha oppdrift og søke til overflaten. Den dispergerte strømmingen av oljedråper i vannet vil så lenge den er under 20 – 30 vektprosent, ha de samme fysiske strømnings egenskaper som vann og vil følge vannet. Samtidig vil det være koalesens mellom oljedråpene som gjør at de flyter til overflaten og vi får en kontinuerlig prosess med en konstant mengde olje dispergert i vannet.

Hastigheten på denne prosessen bestemmes av energien i og rundt bølgene sammen med størrelsen på oljedråpene:

- Stigehastighet: kommer tydelig frem i Stokes lov hvor størrelsen på oljedråpene er avgjørende for stigehastighet.

$$V_0 = \frac{g * D^2 * (\rho_w - \rho_o)}{18 * \mu_w}$$

- Dråpestørrelsen: kommer tydelig frem ved denne Dispergeringskorrelasjonen som viser dråpestørrelsen, hvor stor energiomsetning med liten grenseflatespenning gir små dråper.

$$D_{95} = 0,725 * \frac{1 * \sigma^{(1-a)}}{e^a * \rho_w}$$

Erfaringsmessig vil mengde olje som er slått ned i sjøen være avhengig av værforholdene og tiden som er gått. Ved brytende bølger og absolutt bølgehøyde over 2,5 meter, med 1,25 meter signifikant vil oljen brytes raskt ned i sjøen slik at effekten av mekanisk fjerning reduseres sterkt. Ved bølger over 2,5 meter signifikant, vil all olje gå tapt og mekanisk fjerning med dagens utstyr vil ha liten eller ingen effekt (SINTEF, 2008).

Det er av vesentlig betydning for effekten av oljeoppsamling at operasjonen starter så tidlig som mulig mens oljen enda har dråpeform og finnes på overflaten, alternativt at det finnes nye metoder for å omgjøre oppløst olje under overflaten til dråpeform med riktig størrelse for oppdrift (Asheim, 1985).

2.2.4 STRØMNINGSFORHOLD

Når olje og vann blandes får vi 2-fasestrømning og på grunn av alle forhold rundt væskene som varierer, vind, bølge, brytende bølge og strømmingene i overflaten, vil det være svært vanskelig å beregne krefter og forhold. Strømningsforholdene kan også betegnes som flerfasestrømning og væskene må i tillegg behandles både som Newtonisk(vann) og ikke-Newtoniske(olje) væsker. Det vil si at egenskapene til væskene endrer seg med forholdene og forholdene endrer seg med påvirkning og klima (Gåseidnes, 1994). Det nærmeste man kommer beregningsverktøy for området er strømningsanalyse, men den gjelder kun for relativt kontrollerte forhold og kan ikke brukes for beregninger på åpent hav og flerstrømsanalyse.

Det er vanlig praksis i bransjen å bygge fullskala prototype for uttesting, da beregninger av krefter og strømminger som virker på utstyret ikke er mulig å utføre med tilfresstillende nøyaktighet.

2.2.5 BØLGER

Bølgetype er avgjørende for effektivitet og utforming av operasjon og oljevernberedskap. Størrelse og beskaffenhet på bølgene varierer etter dybde, strøm, temperatur og lokale forhold. Lokal kunnskap vil derfor være av betydning for utfallet av oljevernaksjon. I tillegg til bølgetype vil det være brytende og tversgående bølger som påvirker, i tillegg til vind og tykkelse på oljeflaket som er med på å bryte opp oljen.

2.3 KLIMA OG MILJØ

Et viktig parameter som i stor grad påvirker oljevern er hvor utslippet skjer og i hvilket miljø utslippet skjer i.

Miljø påvirker valgmulighetene og det sier seg selv at et utslipp langt til havs hvor det ikke er nevneverdig med fugler eller andre pattedyr som blir påvirket, vil ha helt andre valgmuligheter når det gjelder oljevern og oppsamling, enn utslipp i et sårbart miljø nært land.

Klima påvirker selve oppsamlingen og påvirker alle aspekter ved oppsamlingen i langt sterkere grad enn noe annet enkeltelement. Oljeutslipp i varme strøk vil gi helt andre utfordringer med fordampning av kjemikaliene i oljen, stor spredning og gi en helt annen konsistens og viskositet enn et utslipp i kalde strøk. Oljens konsistens ved lave temperaturer gir mange utfordringer både for utstyr, materialer og selve oppsamlingen. Det er ikke forsket mye på området og det er få alternativer for oppsamling i temperaturer under null grader ved snø og is. Dette begrenser seg til brenning og fysisk skraping av oljen fra is og over i containere for videre prosessering (SINTEF, 2008).

2.4 BRUKSPÅKJENNINGER, MATERIALER OG MATERIALEGENSKAPER

Ved valg av materiale til oljevernutstyr er det viktig å se på hvilke forhold utstyret skal brukes i. Utgangspunktet for produktet er norske forhold, det vil i praksis si lave temperaturer og relativt værhardt klima. Valg av materialer må derfor tåle de tøffeste brukspåkjenninger vi kan tenke oss.

Materialer og materialegenskaper vil derfor være avhengig av klima og miljø og vil for det meste være plastmaterialer og kompositt med fiberforsterkninger som tåler store variasjoner i temperatur og påkjenning. Der hvor metall er aktuelt, sluse, overganger og koblinger vil det naturlige valget være syrefast stål som også tåler påkjenning fra sjøvann med korrodering i tillegg til kjemikalier og belastning fra oljeprodukter.

Olje er en væske som fester seg på alle flater, uansett materiale. Oljen er seig og avgir sterk lukt. Den krever sterke kjemikalier for å fjernes og mye ressurser for å få den bort fra materialet. Det vil derfor være et krav at materialene tåler denne ekstreme behandlingen i tillegg til klima, sollys og lagring over lang tid uten at materialet blir stivt og uhåndterlig.

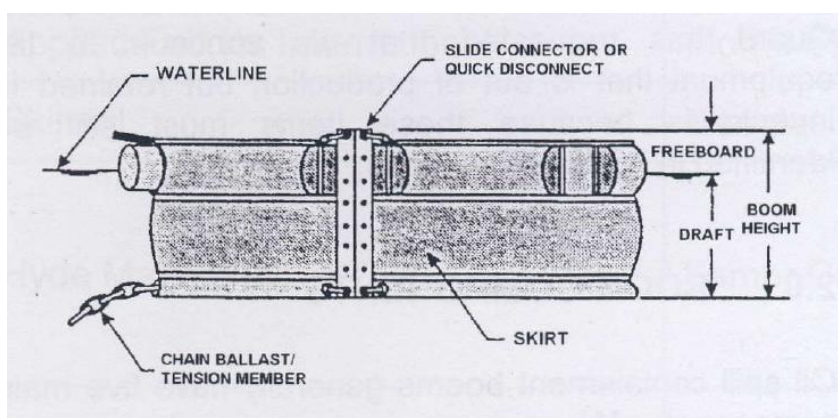
2.5 EKSISTERENDE LØSNINGER

Det er i utgangspunktet relativt begrenset med muligheter for å samle opp oljesøl fra havet og det er stor forskjell på innsamling fra åpent hav til strandsonen og på land. Dagens oljevern er avhengig av at oljen er på overflaten eller i de øvre sjikt og kan foregå ved flere typer løsninger. Temperatur, årstider, vær og strømforhold har stor innvirkning på effektivitet og virkningsgrad og er alle elementer som må tas i betraktning når man ser på hvilke løsninger som skal brukes. Fysisk fjerning av oljen står alltid høyest i ethvert beredskapssystem, men det er allikevel ikke alltid mulig å fjerne olje fysisk. Dette på grunn av klimaforhold, mengde eller mangel på utstyr og det kan da være hensiktsmessig i et overordnet perspektiv å se på andre alternative løsninger.

2.5.1 KONVENSJONELLE LENSER

Konvensjonelle lenser var de første produktene på markedet som var noenlunde effektive ved bruk i oljevern. De består i hovedsak av 5 hovedkomponenter:

- Flytkammer: sørger for oppdrift
- Fribord: vertikal høyde over vannet, i praksis diameter på flytkammer
- Skjørt: den del av linsen som er under vann, barriere for å stanse olje
- Ballast: vekt for å tyngne ned skjørtet slik at det holder seg vertikalt
- Slep og kabler: tar av for alle aksiale krefter



Figur 2-1: Komponenter i en konvensjonell lense

Konvensjonelle lenser blir lagt rundt oljen eller forurensningsområdet for å begrense utslippet. Disse er relativt raske å legge ut og kan dekke store områder, kan brukes til flere formål som leding, skjerming, begrensnig og aktiv oppsamling ved hjelp av spesialutstyr. Lensen er relativt stasjonær og tåler dårlig slep over 1-2 knop.

Virkningsgraden avhenger av lensens evne til å følge bølgenes bevegelse vertikalt, samtidig som det er viktig at skjørtet ligger så loddrett og dypt som mulig for å få med seg oljen under overflaten. Konvensjonelle lenser kan være veldig effektive for å begrense og samle opp olje men er avhengige av å være tidlig ute og at de brukes på riktig måte for å være vellykket. Bølgehøyde, sterk strøm og vind, raskt slep eller en kombinasjon av disse kan være ødeleggende for effektiviteten på linsen (Potter, Morrison, 2007).

2.5.2 HØYHASTIGHETS LENSER

Effektive høyhastighets systemer har hatt problemer med at oljen lekker ut fra enten skjørt eller oppsamlingsenhet når systemet kommer opp i en hastighet på over 1 knop. Nye typer konsepter har kommet på markedet hvor man jobber med å få væskestrømmen inn i et mer stillestående område, eksempelvis skapt av garn under overflaten, hvor man lettere kan skille olje fra vann. Høyhastighets lenser slepes av en eller flere båter som sveiper over området og samler oljen i en lense som leder oljen videre inn i et kammer som tar opp olje.

Systemet kan jobbe relativt raskt, opptil 4 knop og kan operere i inntil 2 meter bølgehøyde uten å miste for mye effektivitet. Oljen separeres i egen beholder men systemet er avhengig av spesialutstyr for å håndtere oljen videre (Potter, Morrison, 2007).



Figur 2-2: Høyhastighetslense

2.5.3 SORBENTE LØSNINGER

Sorbent er materialer som suger opp vesker og kan være av organisk type eksempelvis flis, ikke organisk som for eksempel steinull, syntetisk som eksempelvis polymerisk eller en blanding av disse.

For bruk til oljeoppsuging må materialet være vannavstøtende samtidig som det tar opp olje og det bør være lett å distribuere over oljen og samle opp igjen etterpå uten å forurense miljøet. De bør kunne suge store mengder olje uten å synke og være mulig å bruke flere ganger uten å forringes. Utfordringen er at med en gang materialet er brukt, så er de definert som farlig materiale på grunn av at det inneholder olje, samtidig som det i praksis er vanskelig å bruke løsningen på nytt da rengjøring og fjerning av olje krever store resurser (Potter, Morrison, 2007).

I praksis brukes sorbente løsninger til siste finpuss hvor det er relativt små mengder olje som skal fjernes på land.



Figur 2-3: Sorbente løsninger

2.5.4 SKIMMER

Skimmere er en betegnelse på et utall av forskjellige innretninger for å få olje opp av vann. De er avhengig av at oljen har en viss tykkelse eller konsentrasjon på et begrenset område hvor skimmeren kan hente oljen opp for å videreforedle eller destruere. Skimmer er i prinsippet en pumpe som pumper oljen opp fra havoverflaten. Pumpe kan her være alt fra et langt tau med mopp som absorberer oljen i sjøen, blir tatt om bord i båt og tømt for olje, til sugeskimmer som fungerer som en stor støvsuger og suger oljen opp i båt eller tromler som ved hjelp av sentrifugalkrefter gjør at oljen blir tatt opp.

Felles for dem alle er at de er avhengig av relativt store spesialbåter med spesialutstyr for å kunne operere effektivt og er sårbar overfor viskositet på oljen, temperaturforhold, strømforhold og bølgetype. Oljen som tas opp inneholder relativt mye vann og må videreforedles i etterkant. Skimmer kan ikke operere på egen hånd uten lenser eller annet utstyr som samler oljen på begrenset område.



Figur 2-4: flere typer skimmer

2.5.5 BRENNING

Brenning av olje for å forhindre forurensning er ikke et nytt fenomen. Spesielt i kaldere områder med isproblematikk har denne metoden vært benyttet i mangel av andre løsninger. Metoden er rask å sette i gang ved større utslipp og den er relativt effektiv hvor den kan fjerne over 90 prosent av et stort konsentrert flak med olje. Ved utvikling av lenser av ikke brennbare materialer som tåler varmen fra brenningen, har metoden blitt enda mer effektiv hvor man nå kan samle oljen i begrensede områder og tenne fyr på den for å fjerne oljen effektivt.

Det er imidlertid bare en begrenset periode hvor metoden vil kunne fungere, relativt tidlig i utslippet hvor oljen inneholder mindre enn 25% vann, etter dette vil det være vanskelig å få fyr på blandingen. Effektiviteten av brenningen, det vil si hvor mye av oljen som blir fjernet, er avhengig av tykkelsen på oljen i utgangspunktet, mengden av vann og is i oljemassen og arealet på oljeflaket (SINTEF, 2008).

Kontrollert brenning er et alternativ som kan vurderes i særdeles sårbare områder, hvor avveining mellom luftforurensning og skadevirkning på miljøet ellers må vurderes mot hverandre. Eller der hvor man ikke har mulighet til å samle opp eller ivareta oljen på andre måter og hvor brenning blir eneste alternativ.



Figur 2-5: kontrollert brenning

2.5.6 Kjemikalier

Når olje lekker ut på hav har oljen en indre motstand mot å bryte opp på grunn av spenningen mellom vann og olje som gjør at disse væskene i utgangspunktet ikke blander seg lett. Dispergering av kjemikalier over oljeflak vil sørge for at spenningen mellom olje og vann ødelegges og oljen løses opp i små dråper slik at den synker ned i vannet. Virkningsgraden er avhengig av saltinnhold i vannet og viskositeten på oljen, det er dermed ikke sikkert at en kjemisk løsning passer til alle typer olje eller områder, bruken av type kjemikalier bør derfor vurderes nøye før de iverksettes (Gåseidnes, 1994).

Det er lite forskning eller empiriske data som kan si noe om hvor skadelige denne løsningen er på kort og eller lang sikt. Vi vet imidlertid at selv små doser av olje i vannet forstyrrer helse, vekst og forplantning på dyr og planteliv i sjøen. Samtidig vil vårt kalde klima gjøre at den naturlige nedbrytningsprosessen tar lang tid (Fossheim, 2006). Dispergering vil være en avveining mellom skadevirkningen på havbunnen mot skadevirkningene ved at oljen når land.

I motsetning til alle andre metoder for å begrense oljeutslipp hvor dårlig vær vil være ødeleggende for effektiviteten, vil effekten ved dispergering av kjemikalier øke ved opprørt hav og dårlig vær, forutsatt at oljen ligger på overflaten. Dette kommer av at energien i bølgene er med på å bryte opp oljen og spre kjemikaliene raskere slik at virkningsgraden blir bedre (Delvigne, 1989). Systemet kan derfor være et godt supplement under forhold hvor man ellers ikke vil ha andre effektive metoder for å begrense skadevirkningene og hvor fauna på land veier tyngre enn skadevirkningene ved bruken av dispergering vil gjøre.



Figur 2-6: Spredning av kjemikalier med båt

2.6 ALTERNATIVE KONSEPTER

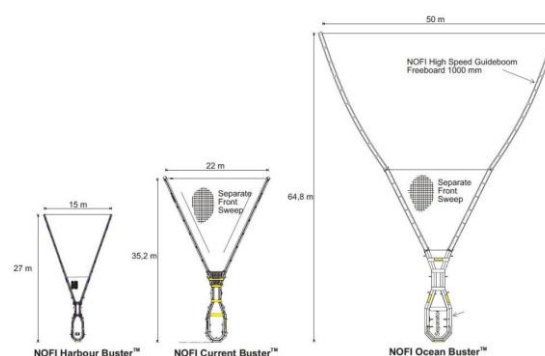
Ved gjennomgang av de typer løsninger og kategorier som eksisterer vil prosjektet ta utgangspunkt i at den mest effektive måten å begrense skadene ved oljeutslipp er en aktiv oppsamlingspolitikk som bygger på rask respons og aktiv mekanisk oppsamling så tidlig i fasen som mulig.

Ide, teoretisk konsept og løsning er allerede bestemt ut fra at det er levert inn patentsøknad på en type høyhastighets lense. For å få en mer fullstendig forståelse for hva som ligger bak teorien og konseptet, følger det her en kort utredning av lignende konsept og løsninger i samme kategori.

2.6.1 CURRENT BUSTER

Current Buster er produsert av NOFI i Tromsø som har utviklet dette konseptet til å være et helhetlig og operasjonelt system som er solgt over hele verden. Systemet sleper oljelenser som via lede lense styrer oljen inn i et kammer som separerer og skiller oljen fra vann og over i en beholder som oppbevarer oljen til denne kan bli pumpet opp og fjernet. Systemet bruker fremdriften i slepet til å separere oljen fra havoverflaten og tvinge den opp i oppbevaringsenheten, som i prinsippet er en stor gummibåt.

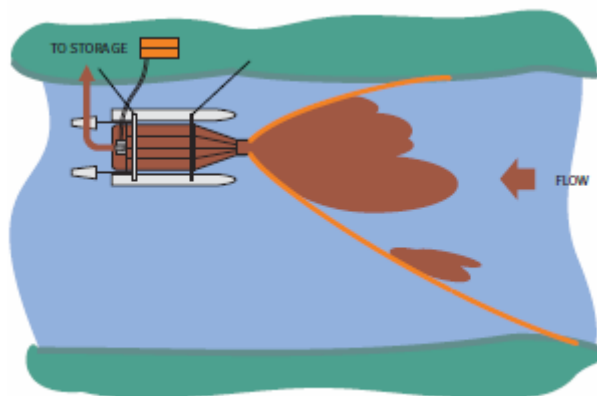
Systemet har satt ny standard for slepehastighet med hastighet på 3-4 knop før effektiviteten begynner å avta drastisk. Systemet kan opereres med vanlige båter, sterke nok til å slepe den, men må i tillegg ha assistanse fra spesialutstyr for å skille ut og ta vare på oljen. Konseptet består av flere varianter for å dekke kystnære og hav områder.



Figur 2-7: Buster konsept(NOFI)

2.6.2 VIKOMA FASTFLO

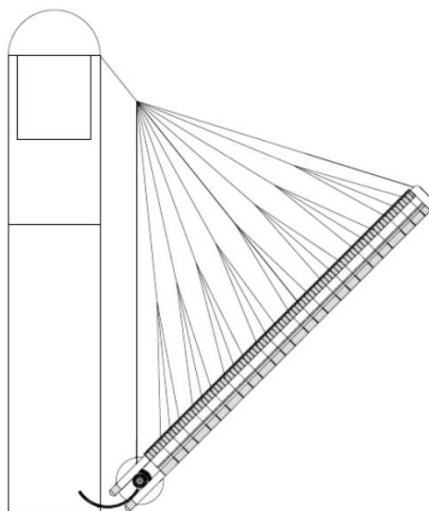
Vikoma, produsert av Vikoma company i Japan, hvor konseptet fungerer som en lede lense hvor oljen blir ledet inn i en stor skimmer som separerer og skiller ut olje og som deretter pumpes direkte til lagertank. Dette er i prinsippet et stort slepbart skimmerkonsept og er avhengig av stor plass ved lagring av utstyret og spesialutstyr for drift og oppbevaring av olje (Vikoma, 2010).



Figur 2-8: Vikoma fastflo(Vikoma)

2.6.3 OIL SHAVER

Oil shaver, produsert av Åkrehamn Trål (Oilshaver, 2010), er et produkt under utvikling hvor utgangspunktet er to oljelenser som slepes på tvers av fremdriftsretningen ved siden av en spesialbåt, hvor oljen "barberes" av vannflaten og ledes til en pumpe bak på lense systemet som pumper olje opp i båten. Konseptet er relativt effektivt, men er ikke testet ved store bølger på tvers av fartsretningen. Konseptet er avhengig av spesialutstyr og av at det er tanker for oppbevaring av oljen om bord i båten.



Figur 2-9: Oil shaver konsept[Oilshaver]

3 PRODUKTSPEKIFIKASJON

Målgruppen er alle som er involvert i eller har interesser i og rundt olje produksjon og vil normalt være oljeoperatører og kystverket, samt kommune og fylke for kystnære områder. Etter møte og gjennomgang med alle involverte inklusive overordnet premissgiver, representert ved Klif, Kystverket, NOFO, IUA og kommersielle aktører i bransjen, er det laget en rangering av det som kommer frem som de viktigste produktegenskapene.

Det er forsøkt laget en oversikt over nødvendige produktegenskaper for utvikling og produksjon av produkt og konsept.

Egenskap	Beskrivelse	Vekting	Begrunnelse
Produserbar	Skal kunne produseres	6	Forutsetning for salg og kommersialisering
Materialegenskaper	Må tåle krav til mekaniske, fysiske, temperaturmessige spesifikasjoner	6	På grunn av de fysiske belastninger og forhold er det viktig at materialene tåler de forhold de er ment å operere under
Konstruksjon	Solid, må tåle belastninger	5	Må tåle de belastninger slike operasjoner gir, med gjentatt håndtering og varierende forhold, bølger(svingninger), slep(strekk)

Tabell 3-1: Produktegenskaper for utvikling, konstruksjon og produksjon, rangert fra 1-6 hvor 6 er viktigst.

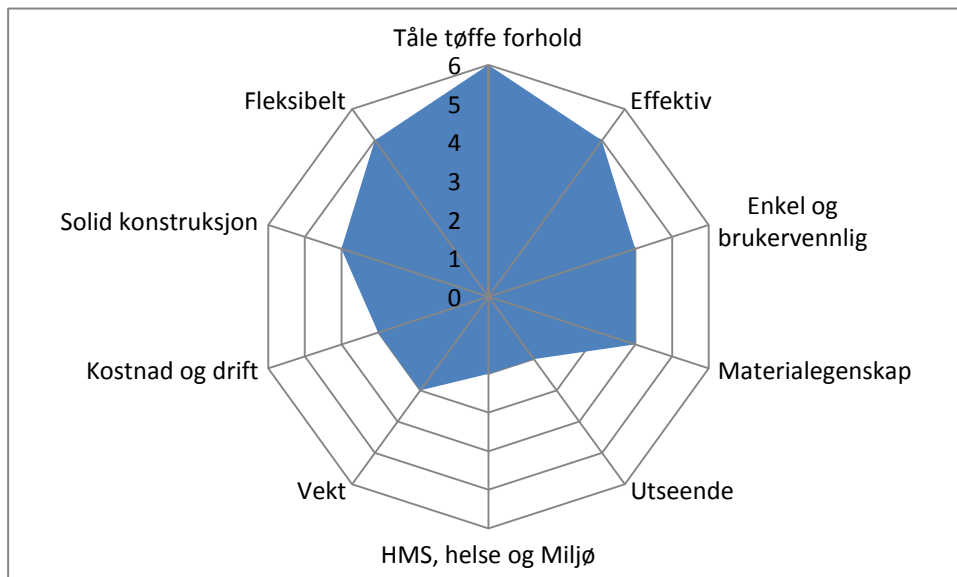
3.1 KUNDENS BEHOV, RANGERING AV VIKTIGE PRODUKTEGENSKAPER

Etter gjennomgang av innspill fra marked er det laget en oversikt over ønskede produktegenskaper for et nytt produkt.

Egenskap	Beskrivelse	Vekting	Begrunnelse
<i>Rask respons</i>	<i>Tilgjengelighet ved uhell</i>	6	<i>rask respons minimerer faren for forurensning og øker sjansen for å begrense utslippet og skadeomfang</i>
<i>Tåle tøffe forhold</i>	<i>Kunne operere under alle forhold</i>	6	<i>Må kunne begrenseforurensning under de fleste forhold også vinter</i>
<i>Effektiv</i>	<i>Må fungere effektivt</i>	5	<i>Må kunne gjøre en operasjonell effektiv jobb raskt, det vil si være effektiv ved første respons</i>
<i>Enkel og brukervennlig</i>	<i>Opereres med enkle midler</i>	4	<i>Skal kunne opereres med en båt, med de midler som finnes på en normal fiskebåt, vinsj, heis, 2-5 mann</i>
<i>Materialegenskap</i>	<i>Fleksibelt, sterkt, mykt, let å håndtere</i>	4	<i>Tåle tøff behandling, diverse kjemikalier og temperaturer, kunne lagres på lite volum</i>
<i>Utseende</i>	<i>Være synlig</i>	2	<i>Må være synlig for å unngå å være til fare for andre båter</i>
<i>HMS, helse, Miljø og Sikkerhet</i>	<i>Resirkulerbar, sikkerhet</i>	2	<i>Ingen farlige midler Må kunne opereres sikkert uten fare for liv og helse</i>
<i>Vekt</i>	<i>Transport fra depot til båt</i>	3	<i>Skal kunne håndteres av mannskap på 2-5 mann</i>
<i>Kostnad og drift</i>	<i>Utsalgpris, drift</i>	3	<i>Enkel konstruksjon, lave driftskostnader, må tåle slitasje og bruk</i>

<i>Solid konstruksjon</i>		<i>4</i>	<i>Må tåle kreftene den utsettes for, slep, løft, strøm</i>
<i>Fleksibelt</i>	<i>Må kunne brukes ved flere typer operasjoner</i>	<i>5</i>	<i>Være fleksibelt og erstatte andre typer utstyr for operasjon på hav</i>

Tabell 3-2: Rangering av de viktigste produktegenskapene for kunde



Figur 3-3: Radardiagram over de viktigste produktegenskapene for kunde

Det kommer tydelig frem av radardiagrammet at fleksibilitet og mulighet for å bruke utstyret til flere typer situasjoner er ønskelig, fleksibilitet gir raskere respons og dermed større effektivitet på operasjonene.

3.2 OPERASJONELLE FORUTSETNINGER

Produktet er i utgangspunktet ment å opereres fra mindre selvstendige enheter som fiskebåter i kystflåten. Fiskebåt fra 40 fot og oppover som normalt fisker med garn eller not har motorkraft nok til å dra en hurtiggående lense.

3.2.1 OPERASJONELLE BEHOV

På en moderne fiskebåt er mye av operasjonene modernisert og det er mye maskiner og utstyr for å kunne operere med et minimum av mannskap, normalt vil det variere fra 2-5 ansatte avhengig av størrelse og type fiskebåt. For å kunne operere på åpent hav bør utstyret være lett å sette ut og kunne opereres med et minimum av mannskap. Båtene er relativt små i størrelse og utstyret bør derfor ta så liten plass som mulig i volum.

3.2.2 OPERASJONELLE KRAV

Det må stilles et minimum av krav for å kunne operere utstyret. Dette vil ikke minst være på grunn av HMS krav for de ansatte og krav på grunn av at fiskebåt i utgangspunktet behandler mat og derfor vil måtte forholde seg til krav for næringsmiddelgodkjenning og krav til stabilitet og gassikring(Sintef rapport, Oljevern).

- Oljen skal ikke om bord i båt
- Må ha hydraulisk hjelpeutstyr
- Det bør være sertifisering og opplæring for å jobbe med oljevern
- Jevnlig trening og øving med utstyr

3.3 METRISKE GRENSESPESIFIKASJONER

Spesifiseringer:

Olje er som tidligere nevnt en fellesbetegnelse for flytende fossilt brennstoff. Den er i utgangspunktet ganske forskjellig etter hvor den kommer fra. Olje fra Nordsjøen kan være ganske forskjellig fra olje som kommer fra Mittdøsten eller Amerika, både i densitet, nitrogeninnhold og viskositet. Olje med en tetthet under 0,83 kalles for lettolje. Tetthet mellom 0,831 – 0,860 er gjennomsnittlig tetthet på olje, mens olje med tetthet på over 0,860 er tungolje. Viskositet og konsistens på oljeflak sammen med hvor mye som finnes på overflaten kontra under overflaten er avhengig av temperatur, vind og værforhold.

Dimensjoner:

Størrelsen på utstyr som normalt kan sammenlignes med aktiv oppsamler varierer sterkt etter hvilket bruksområde det er ment for, åpent hav, kystnære forhold, store utslipp eller små utslipp. Utstyret er ment å være fleksibelt og må derfor kunne operere både på punkt utslipp og strøflak, samtidig som det må tas hensyn til at det er relativt små båter som skal drive utstyret. Dimensjon vil derfor ta utgangspunkt i mindre enheter som skal kunne skaleres opp.

Utstyr, Dimensjon	Maks	Middel	Min	Kommentar
<i>Lengde (m)</i>	80	50	27	<i>Total lengde inklusive lagringsenhet</i>
<i>Frontsweep (m)</i>	50	30	12	<i>Normalen i bransjen er ca 2/3 av den totale lengden</i>
<i>Skjørt (m)</i>	1,5	0,6	0,4	<i>Oljen flyter på overflaten, skjørtedybden er ikke avgjørende for test</i>
<i>Fribord D(m)</i>	1,37	0,7	0,4	<i>Må ha tilstrekkelig oppdrift og styrke for kreftene enheten blir utsatt for.</i>
<i>Volum lagring (m³)</i>	70	40	8	<i>Bør ha et minimum av lagringsplass for separasjon av olje, ca. 1/3 av plassen er ren olje avhengig av system</i>

Tabell 3-4: Maks og min dimensjoner

3.4 METRISK GROVSPESIFIKASJON FOR PRODUKT

For å danne seg et bilde av dimensjoner på utstyret er det laget en tabell som viser maksimum og minimum størrelser som vil være det området konseptet vil kunne operere innenfor, avhengig av bruksområde.

Spesifisering	Kommentar	Maks	Tilpasset
<i>Lengde Lense, ledelense(m)</i>	<i>Dimensjonerende basseng + krefter</i>	60	20
<i>Lengde, frontswEEP(m)</i>	<i>Dimensjonerende basseng + krefter</i>	60	18
<i>Ramme(m)</i>	<i>Dimensjonerende basseng, dybde og vinkel, strøm</i>	3	2
<i>Oppsamler(m³)</i>	<i>Totalvolum</i>	50	12
<i>Fribord (m)</i>	<i>Høyde fribord (Diameter)</i>	1	0,7
<i>Skjørt (m)</i>	<i>Dybde</i>	1	0,4
<i>Total lengde</i>		80	35

Tabell 3-5: *Kreftene som enheten utsettes for vil gå gjennom armene og ballong, slepet vil derfor være dimensjonerende for hele produktet. Kreftene overføres gjennom antall koblingspunkter på plast duk, i tillegg til kevlar forsterkning i duk. Type duk vil være avgjørende for funksjon og dimensjonering.*

4 KONSEPTVALG

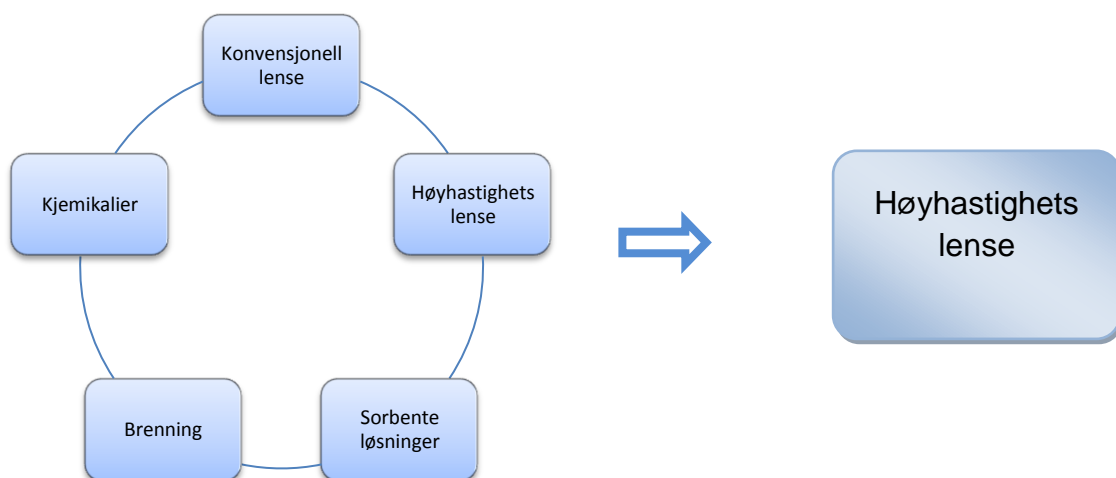
Utgangspunktet for konseptet er som tidligere nevnt et engasjement i problemstillingen rundt beredskap og effekten av tiltak ved uhell og utslipp av olje i naturen. Det som ønskes oppnådd er et konsept for å forhindre forurensning ved effektivt å samle opp og ivareta oljen så tidlig som mulig. Dette kan oppnås med utstrakt bruk av mindre og fleksible enheter som kan jobbe sammen og dermed oppnå mer på kortere tid enn en større enhet ville gjort.

4.1 KONSEPTBESKRIVELSE

Idèbeskrivelsen til konsept og produkt har allerede etablert noen retningslinjer for utformingen på bakgrunn av patentsøknad som ligger til grunn for ide, samt valg av høyhastighets lense som utgangspunkt for konsept og produkt. For å få en mer fullstendig forståelse for konsept og produkt er det utført en kort utredning rundt grunnleggende valg og løsninger. Deretter drøftes ulike utformingsalternativer som påvirker løsning.

4.1.1 LØSNINGSKATEGORI

I ethvert seriøst oljevernberedskap har man en rekke forskjellige løsninger som utfyller hverandre og kan brukes som komplement eller alternativ til hovedløsning. Hovedløsning vil i de fleste tilfeller være en mekanisk fjerning av olje og forurensning noe som totalt sett gir størst miljømessig gevinst. Klima og væreforhold sammen med spesielle forhold i sensitive områder kan imidlertid føre til at andre alternativer vil være bedre egnet. Prosjektoppgaven konsentrerer seg om hovedløsning som er fysisk fjerning av oljen.



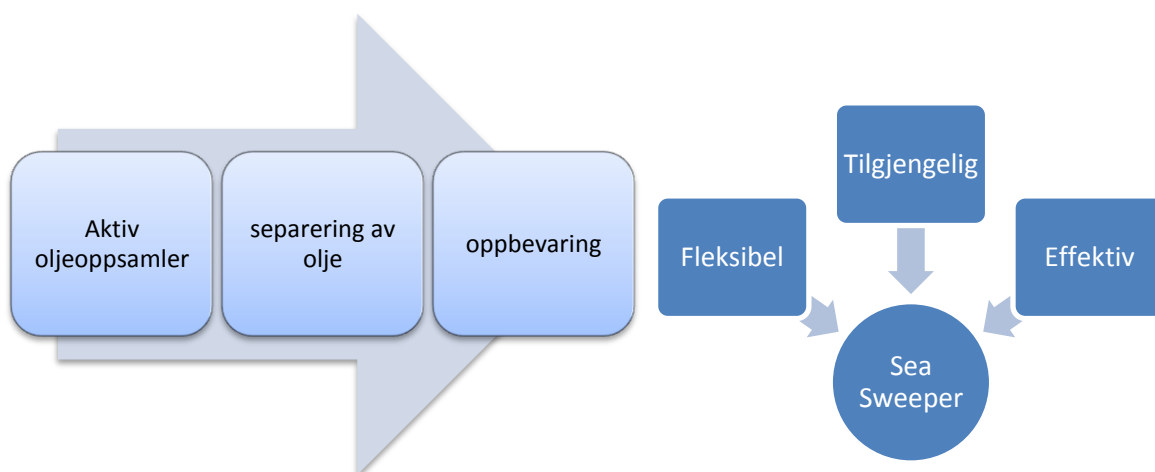
Figur 4-1: Løsningsalternativ i oljevernberedskap

4.2 OPPBYGGING AV KONSEPT

Det eksisterer mange forskjellige konsepter og forsøk på løsninger med høyhastighets lenser. Den største forskjellen mellom konseptene ligger i selve håndteringen av oljen etter at den er konsentrert og styrt av ledelse mot separator, skimmer eller pumpe for videre håndtering. Fellestegn for dagens løsninger er behovet for spesialutstyr ved drift og ekstern plass til oppbevaring av oljen.

Konseptet som prosjektoppgaven konsentrerer seg om er å finne en frittstående løsning som kan operere funksjonelt, hvor beholder for oppsamlet olje kan kobles fra og oppbevare olje i en periode. Med frittstående menes her uten å være avhengig av å ha et stort støtteapparat med spesialutstyr tilgjengelig. Det er i utgangspunktet tenkt at utstyret skal være så enkelt å bruke at hvilken som helst fiskebåt, sterk nok til å slepe utstyret, skal kunne bruke utstyret effektivt for å samle opp olje.

Måten utstyret opereres på er tilnærmet lik bruken av tråleutstyr som brukes ved fiske og skal være en kjent metode å drifte på for de fleste ansatte på en fiskebåt. Siden selve oppsamlingsenheten med enkle grep kan gjøres om til lagringsenhet kan resten av lense drifte videre selv med større mengder olje. Oppsamlingen kan pågå uten stans, bare begrenset av antall Oppsamlere tilgjengelig, helt til større enheter ankommer og kan hjelpe til med operasjonen.



Figur 4-2: Løsningsforslag til oljevernberedskap

Produktet er en hurtiggående lense oppbygd av moduler, med ledelse som styrer oljen mot sluse. Slusen separerer olje og vann og leder oljen til Oppsamler som oppbevarer og skiller oljen.

Her kommer en kort utredning og gjennomgang av funksjonene til de forskjellige modulene i produktet.

4.2.1 LEDELENSE

Hovedfunksjonen til ledelense er å lede olje i det øvre vannlag, begrenset av skjørtedybden, mot trakt for videre prosessering. Ledelense vil være en del av en vanlig konvensjonell lense, selvoppblåsbar og lang nok til å fungere effektivt som aktiv oppsamlingssystem. Denne består av oppblåsbart kammer, skjørt og koblingspunkter for slep av systemet.

Normen i bransjen er at 1/3 av den totale lengden på utstyret tilsvarer bredden på frontåpningen og vil være den effektive arbeidsbredden på lense.

4.2.2 TRAKT / SLUSE

Trakten eller slusen er en viktig del av konseptet og må ikke ha for bratt vinkel i forhold til hastighet på slep og strøm. Hvis vinkel blir for stor eller hastighet på slepet for lav vil oppdriften av oljen gjøre at væsken ikke kan tvinges ned og konseptet vil ikke fungere. Samtidig er det viktig at væskestrømmen som passerer gjennom slusen blir så rolig som mulig og får en naturlig og utvunget flyt slik at oppdriften på oljen får tid til å virke mot oppsamler. Ved oppbygning av sluse må det tas hensyn til den totale hastighet av væske som oppnås ved innsnevring under vann, for at ikke hastighet skal bli for stor i forhold til at oppdrift av olje skal få tid til å virke.

4.2.3 OPPSAMPLER

Oppsamleren er den delen av konseptet som er mest kritisk i forhold til at teorien i konseptet skal fungere. Konseptet er avhengig av å ha tilstrekkelig med volum for at væskene skal få skilt seg, samtidig som at olje kommer inn og fortrenger vann. Volumet må være relativt stort og mesteparten av oppsamleren vil være under vannflaten slik at det er konstant trykk og oppdrift. Den kan ikke stikke for dypt på grunn av sluse, samtidig må enheten ikke være for volumiøs på tvers av fartsretning for ikke å skape for stor motstand i slepet. Enheten skal være lett å koble av og på sluse for å gjøre om til lagringsenhet eller videre drift. Operasjonelt vil oppsamler fungere som en beholder hvor oljen samles og lagres og vil fungere som:

- Separator
Forskjell mellom væskene gjør at disse separeres og olje vil bli konsentrert i øverste lag av beholder og kan ved hjelp av enkel sugepumpe overføres tilspesialskip for videre behandling.
- Lagringsenhet
Konstruksjon av beholder vil være slik at denne kan kobles fra og brukes som en ekstern lagringsenhet til den kan bli tømt for olje og brukes videre i oppsamlingsprosessen.

4.3 KONSTRUKSJONSMATERIALER

Materialvalg for lense system og oljevernustyr baserer seg tradisjonelt sett på grunnleggende egenskaper som styrke, for å tåle slepekrefter, formbarhet for å følge bølge bevegelse og evne til å motstå korrosjon fra saltholdig havmiljø og kjemikalier under bruk. Hovedmateriale for lense har hele tiden vært en blanding av oljeprodukter hvor utviklingen går mot en blanding av PVC og polyeten med forsterkning av fiber for å tåle de belastningskrav det settes til utstyret. I moderne produksjonsmiljø for masseproduksjon må materialvalg også ta hensyn til produksjonsmetode og utstyr, hvor det mest vanlige vil være en blanding av ultralyd og luftsveiseutstyr.

For koblingspunkter, sluse og andre deler av konstruksjonen vil det være en blanding av flere materialer, avhengig av funksjon og formål. Aktuelle materialer vil være:

- Aluminium
- Syrefast stål
- Kompositt
- Kevlar

Selv om Aluminium og kompositt materialer er alternativer som kan velges, vil det være formålstjenlig å gå for mer etablerte og sikre alternativer som syrefast stål på alle metalleder og plastduk, eventuelt med kevlar som forsterkning.

<i>Materiale</i>	<i>E-modul MPa</i>	<i>Strek- fasthet MPa</i>	<i>Brudd forlengel se %</i>	<i>Aktuell bearbeidings metode</i>	<i>Maks temp. C</i>	<i>Min temp.</i>	<i>Masse- tetthet g/cm</i>
<i>Metaller</i>							
<i>S 235</i>	<i>210000</i>	<i>340- 510</i>	<i>22</i>	<i>Sveis, kutt, fres</i>	<i>1000+</i>	<i>-30</i>	<i>7,85</i>
<i>syrefast stål</i>	<i>210000</i>	<i>340- 510</i>	<i>22</i>	<i>Sveis, kutt, fres</i>	<i>1000+</i>	<i>-40</i>	<i>7,85</i>
<i>Bly</i>					<i>300</i>	<i>-50</i>	<i>11,34</i>
<i>Plast</i>							
<i>Al</i>	<i>70000</i>	<i>100</i>	<i>5</i>	<i>Ekstrudering, sveis, kutt, fres</i>	<i>600+</i>	<i>-30</i>	<i>2,7</i>

PVC	3200	60	20	Lim, sveis	65-85	-5	1,38
ABS	2100	40	15	Ekstrudering, form	75-85	-40	1
PEL	200 - 500	8-23	300- 1000	Sveis- varme	60-75	-50	0,92
PEH	700- 1400	18-35	100- 1000	Sveis- varme	70-80	-50	0,96
PA		56-85	70-300	Sveis – ultralyd, lim- epoxy	80 - 120	-30 - 70	1,05

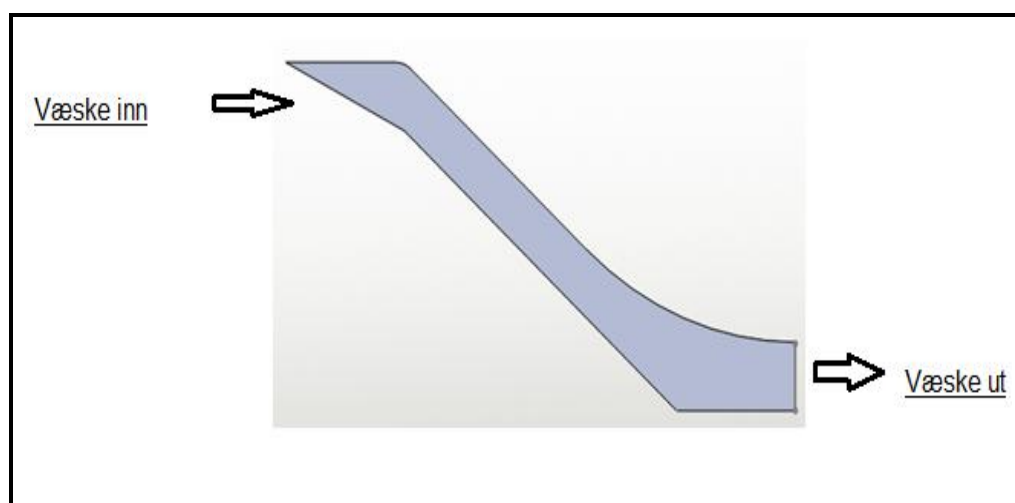
Tabell 4-1: Aktuelle materialer

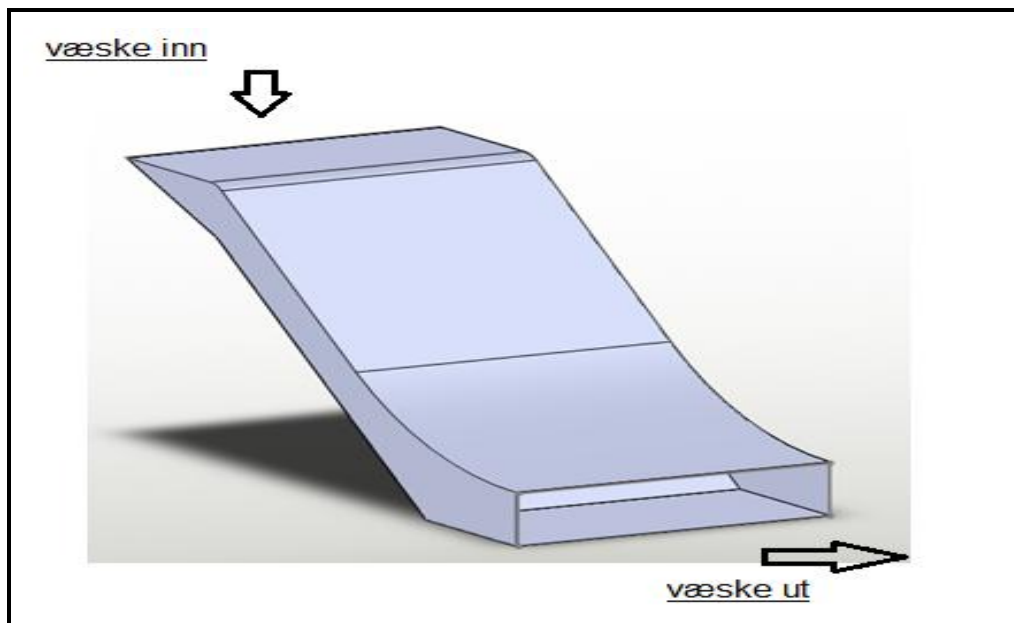
4.4 DRØFTING OG VALG AV ELEMENTER

4.4.1 SLUSE

Slusen sammen med Oppsamler er den viktigste del av konseptet og må ikke ha for bratt vinkel i forhold til hastighet på slep og strøm. Hvis vinkel blir for bratt vil oppdriften av oljen gjøre at væsken ikke kan tvinges ned og konseptet vil ikke fungere. Samtidig er det viktig at væsken får en så naturlig og utvunget flyt som mulig. Et annet alternativ vil være å konsentrere seg om oljen som ligger på overflaten og lage en sluse som skiller ut oljen og deretter fører denne ned i Oppsamler. Med dette som utgangspunkt har jeg vurdert flere forskjellige typer rammer for videre utforming av prototype.

Sluse 1: Relativt enkel konstruksjon, rette kanter, hul inni, bygd som et rør.

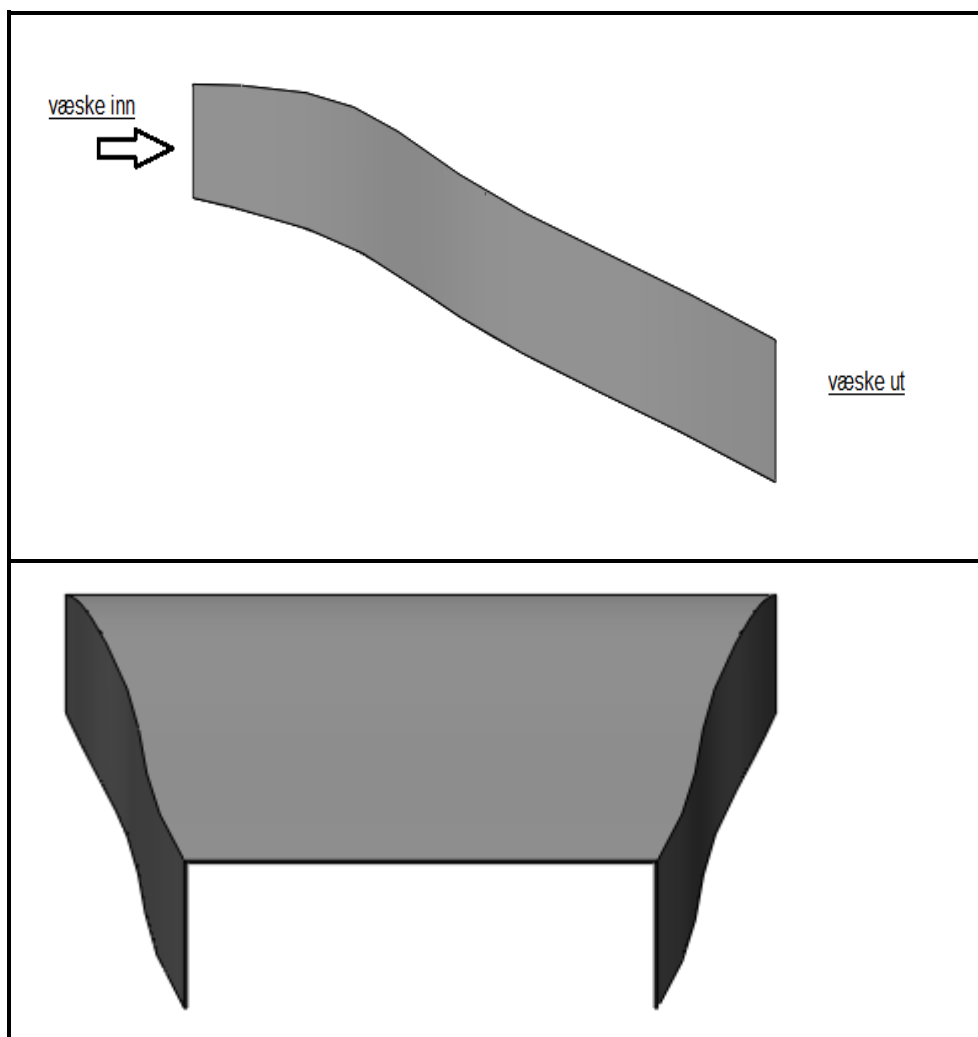




Figur 4-3:
Sluse konstruert som et firkantig rør, olje skilt ut og oppsamlet i len blir tvunget ned og gjennom sluse.

Sluse 2:

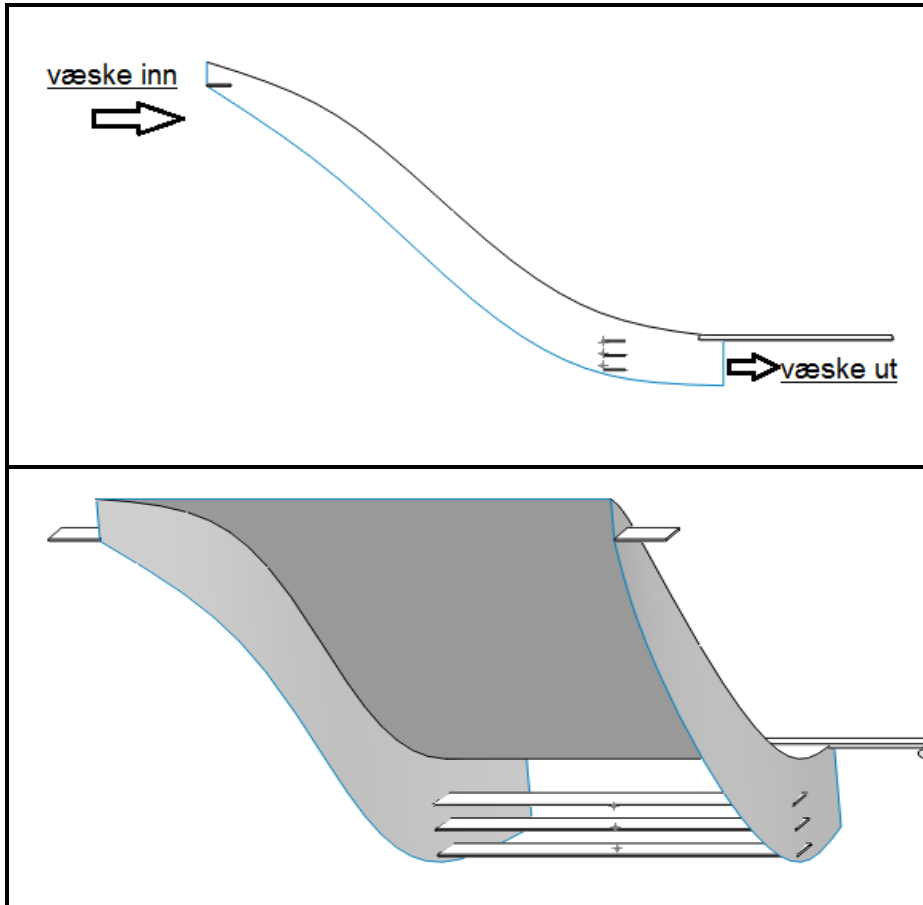
Relativt enkel konstruksjon, åpen bunn, firkantig konstruksjon, innsnevring nede.



Figur 4-4:
Ramme konstruert som et firkant rør, all væske oppsamlet i lensedel blir tvunget, innsnevret nede. Relativt rett konstruksjon.

Sluse 3:

Litt mer avansert konstruksjon av Ramme, buet, innsnevret nede.



Figur 4-5: Sluse med rundere former, avrundet nede og vinklet slik at væsken kommer mer naturlig og vannrett på oppsamler.

Det er 3 aktuelle rammetyper å bruke for å føre vannet riktig mot Oppsamler, rammetyperne representerer 2 forskjellige tilnæringsmåter i forhold til teori og utgangspunkt. Firkant rør, skiller ut olje på overflate, konstruksjon er enkel å bygge og vil føre vannet mot Oppsamler. Rett ramme vil også føre vannet riktig mot oppsamler, men på grunn av konstruksjonen kan det være at avstand mellom lense og Oppsamler blir lang da væsken må ned til åpning i Oppsamler. Rammen med rundere former kan tilpasses og vinkles mer mot hull i Oppsamler, samtidig som avstanden mellom Lense og Oppsamler ikke blir for stor.

For å være sikker og få en systematisk tilnærming bruker jeg verditabell for å sammenligne og avgjøre hvem av alternativene som jeg ønsker å gå videre med.

<i>Parameter</i>	<i>Vekting (1-6)</i>	<i>Sluse 1</i>	<i>Sluse 2</i>	<i>Sluse 3</i>
<i>Enkel konstruksjon</i>	4	$5 * 4 = 20$	$6 * 4 = 24$	$4 * 4 = 16$
<i>Produserbarhet</i>	5	$5 * 5 = 25$	$6 * 5 = 30$	$4 * 5 = 20$
<i>Naturlig flyt på væsken</i>	6	$4 * 6 = 24$	$3 * 6 = 18$	$6 * 6 = 36$
<i>Kostnad</i>	3	$4 * 3 = 12$	$5 * 3 = 15$	$3 * 3 = 9$
<i>Montering</i>	4	$3 * 4 = 12$	$4 * 4 = 16$	$3 * 4 = 12$
<i>Riktig vinkel og avstand</i>	6	$4 * 6 = 24$	0	$6 * 6 = 36$
<i>Sum</i>		117	103	129

Tabell 4-2: Verditabell for å sammenligne de 3 rammealternativene.

Valg av Sluse:

Det er en utfordring å finne riktige variabler og få til en vektlegging tilnærmet virkeligheten slik at en sammenligning blir så riktig som mulig. Det er også vanskelig å sammenligne 2 forskjellige tilnæringsmåter på problemstillingen. Dette gir imidlertid en viktig indikasjon på hva som er riktig, og jeg ser at Sluse 3 skiller seg klart ut.

Verditabellen sammen med min oppfatning av hva som er viktig for at konseptet skal fungere, gjør at jeg velger å gå videre med Sluse 3.

4.4.2 DRØFTING OG VALG AV OPPSAMLER

Utforming og design på Oppsamler vil være avgjørende for funksjon og må ivareta alle viktige element i det teoretiske grunnlaget for ide og funksjon.

- Det som er viktig er at åpning for å slippe inn olje er stor nok og sikret slik at vi ikke får lekkasje.
- Det må også være riktig størrelse slik at vann kan komme ut og holde på oljen slik at den ikke lekker ut.
- Uttak og kobling for å hente ut olje må også legges inn med flyteelement slik at delen alltid er høyest på Oppsamler. Kalles her Koblingstårn.
- Styrkeberegning og fordeling av krefter må være riktig for å tåle belastningen den utsettes for.

Alle elementene skal være dekket i utgangspunkt for Oppsamler og videre utvikling må ses i sammenheng med test og komme i etterkant av denne.

4.4.3 DRØFTING OG VALG AV LENSEARM

Lensearm er en nødvendig og viktig del av produktet, den vil måtte tåle alt av krefter som går gjennom systemet og må dimensjoneres både for tyngde på skjørt og oppdrift, i tillegg til de krefter som kommer fra slep, sluse og Oppsamler.

Dette er en standard del som ikke skiller seg fra liknende systemer og er en relativt enkel og ukomplisert del av produktet som ikke trenger spesialtilpasning eller konstruksjon. Det vil derfor ikke bli gjennomført noen større analyse eller prosess for å velge delen.

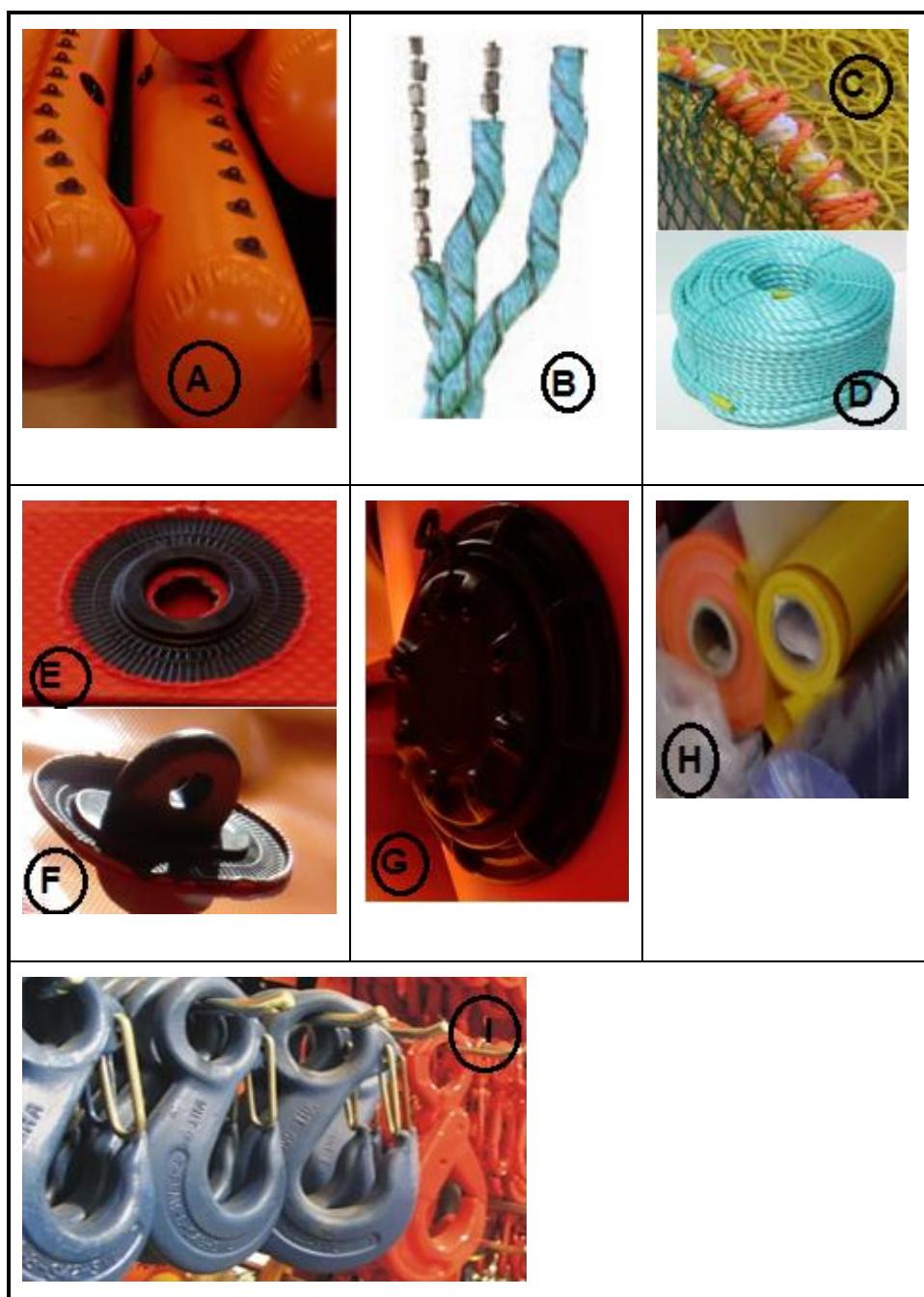
4.4.4 DRØFTING AV STANDARDKOMPONENTER

Produktet vil bestå av en mengde forskjellige elementer hvor man kan bruke standardkomponenter fra en mengde leverandører. Dette gjelder forskjellige tau, garn, koblinger, kjetting, feste ører, ventiler og kroker som alt kan kjøpes ferdig for bruk. Det som er viktig er å sørge for at spesifikasjonene er riktige og at de tåler de utfordringer de skal utsettes for. Her kan man ikke uten videre stole på datablad og opplysninger og bør derfor sørge for å ha en kvalitetsprosess før valg og innkjøp. For prototypen er det valgt komponenter som skal holde for testen, de er valgt ut fra styrke og tilgjengelighet.

4.5 ARBEIDSTEGNINGER OG PRESENTASJON

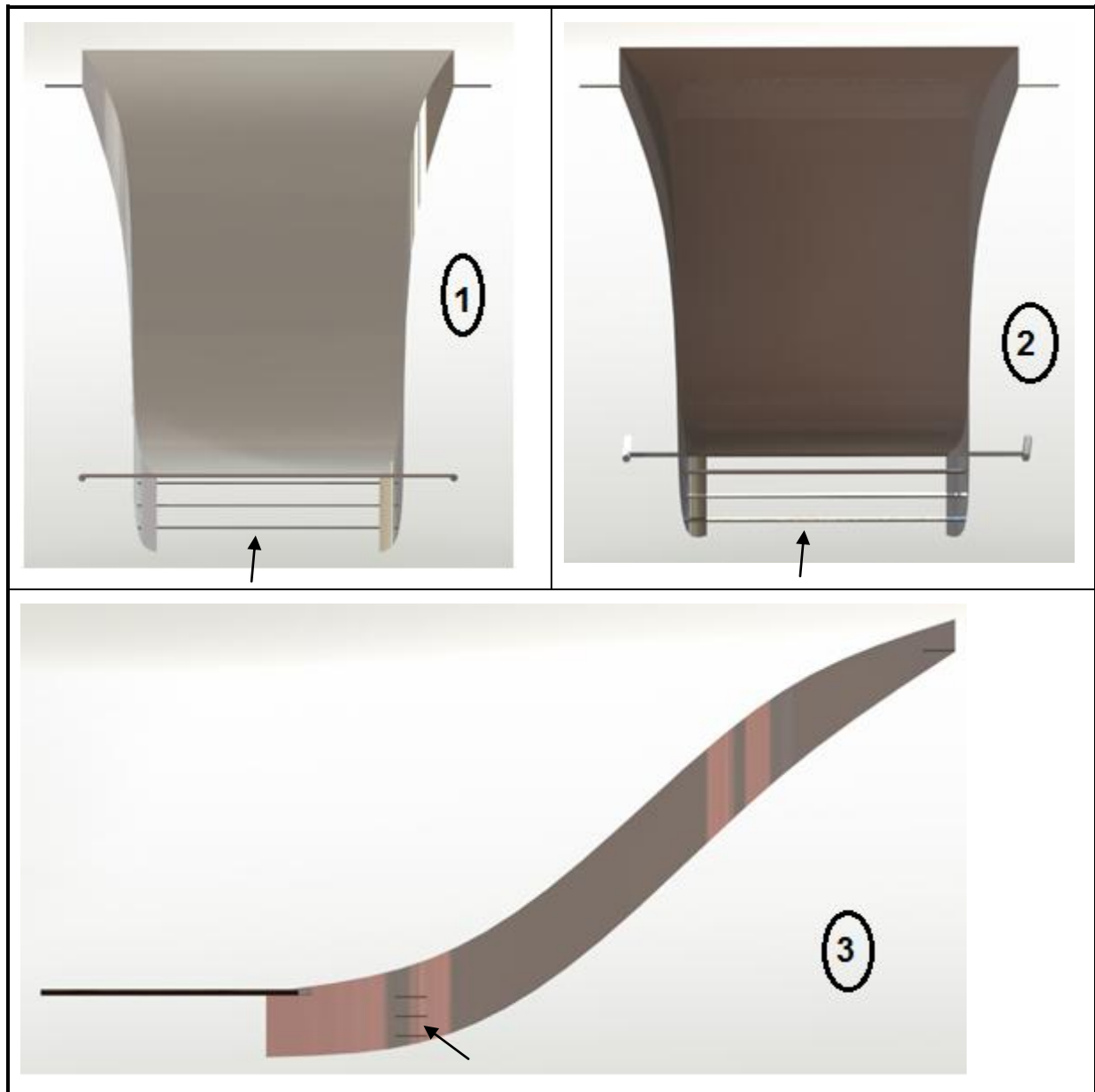
Som utgangspunkt for prosjektoppgaven ble det utarbeidet et forprosjekt i faget Teknisk innovasjon og Produktutvikling. Her ble de første arbeidstegninger og utgangspunktet for produktet utviklet.

4.5.1 MODULARISERING OG STANDARDKOMPONENTER



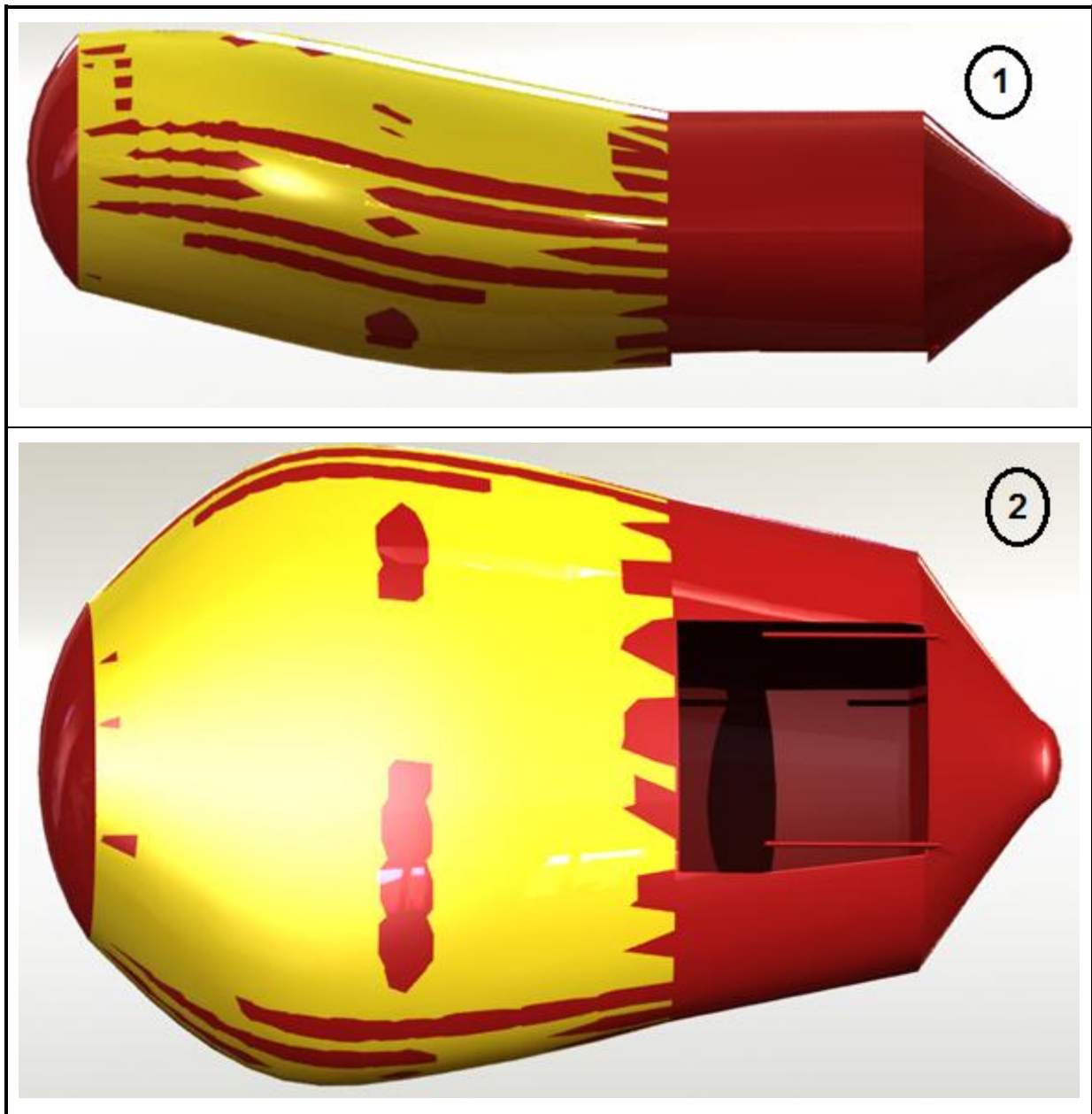
Figur 4-6: Standard komponenter, dette er komponenter som kan kjøpes inn fra leverandør[6]. A) oppblåsbare fendere. B) Blytau. C) Garn og tauverk D) Tau. E) Festeøre F) Festeøre G) ventil for å fylle på tømme for luft. H) Polyethen fiberduk I) Kroker for feste av slep

4.5.2 DESIGN AV HOVEDELEMENTER

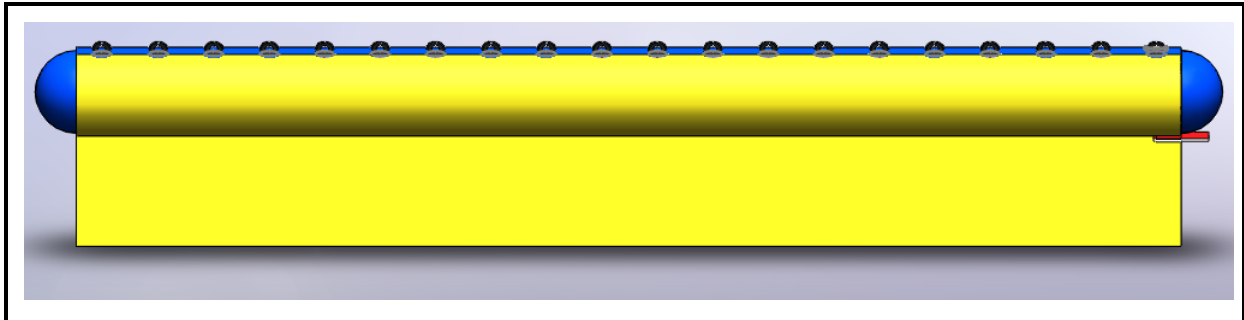
Sluse:

Figur 4-7: Rammen sett bakfra(1), forfra(2) og fra siden(3), pilene viser plater for vinkling av oljestrømmen.

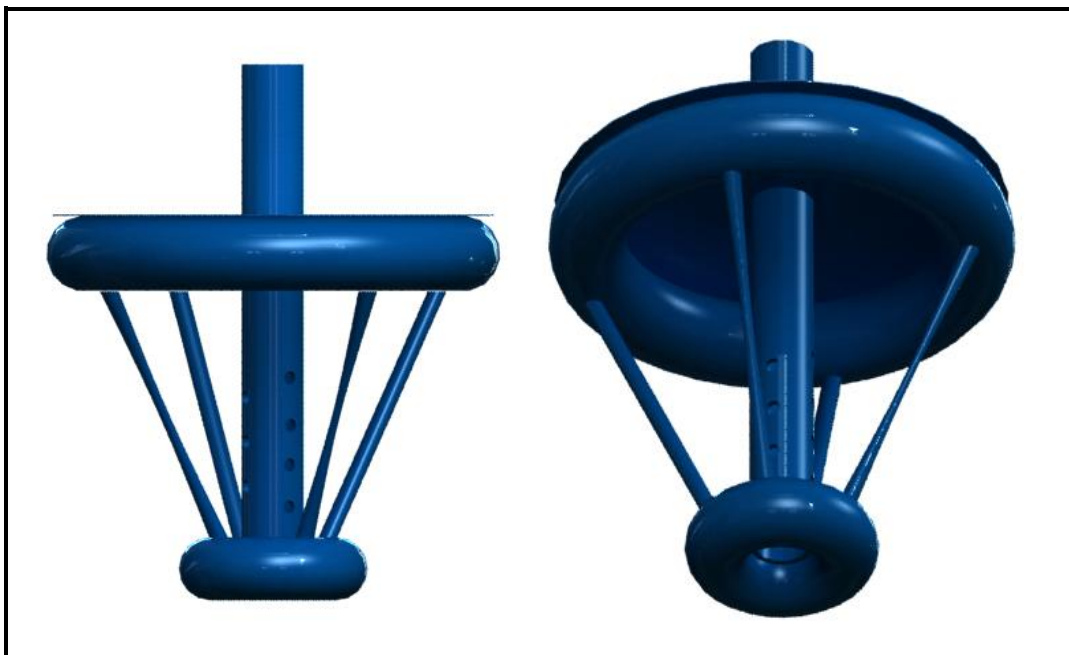
Oppsamler:



Figur 4-8: Oppsamler sett fra siden(1) og fra undersiden(2) med hullet hvor oljen skal stige opp.

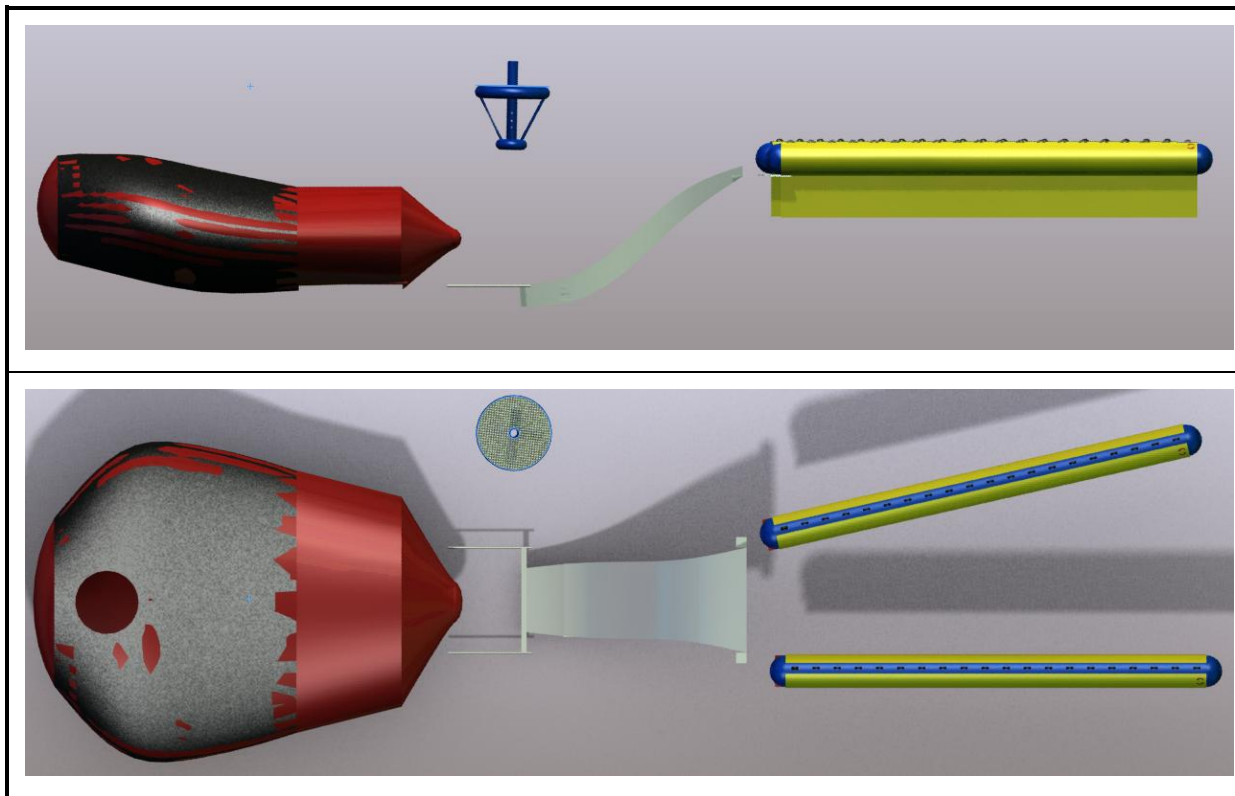
Lensearm:

Figur 4-9: Lensearm med skjørt, fester, fender, ventiler, komplett for tilkobling.

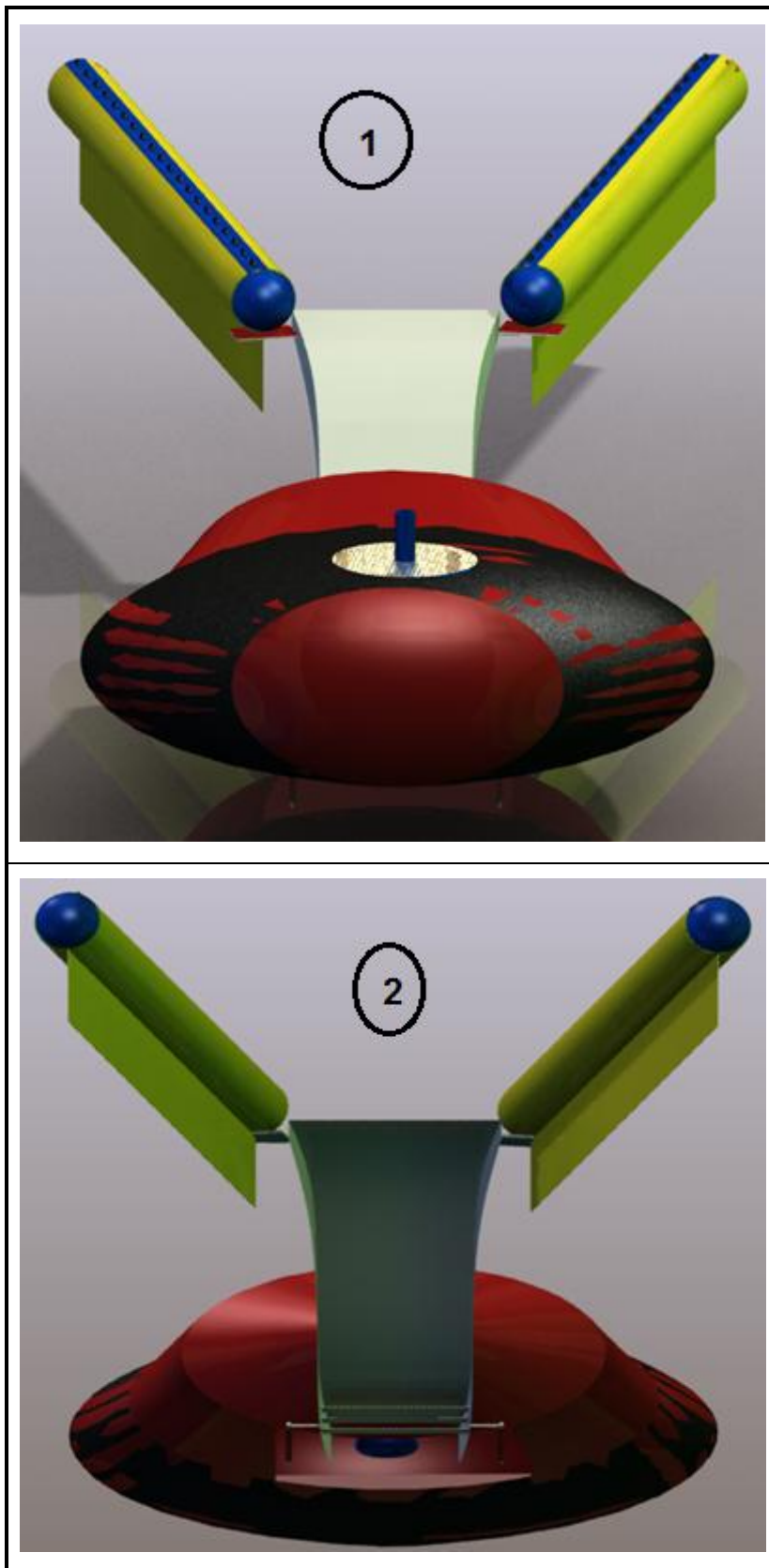
Koblingstårn:

Figur 4-10: Pumpetårn, festet i toppen av Oppsamler, flytedel øverst, tyngde nederst for stabilitet og loddrett oppstilling i vannet, for tilkobling av slange og pumpeutstyr for tømning.

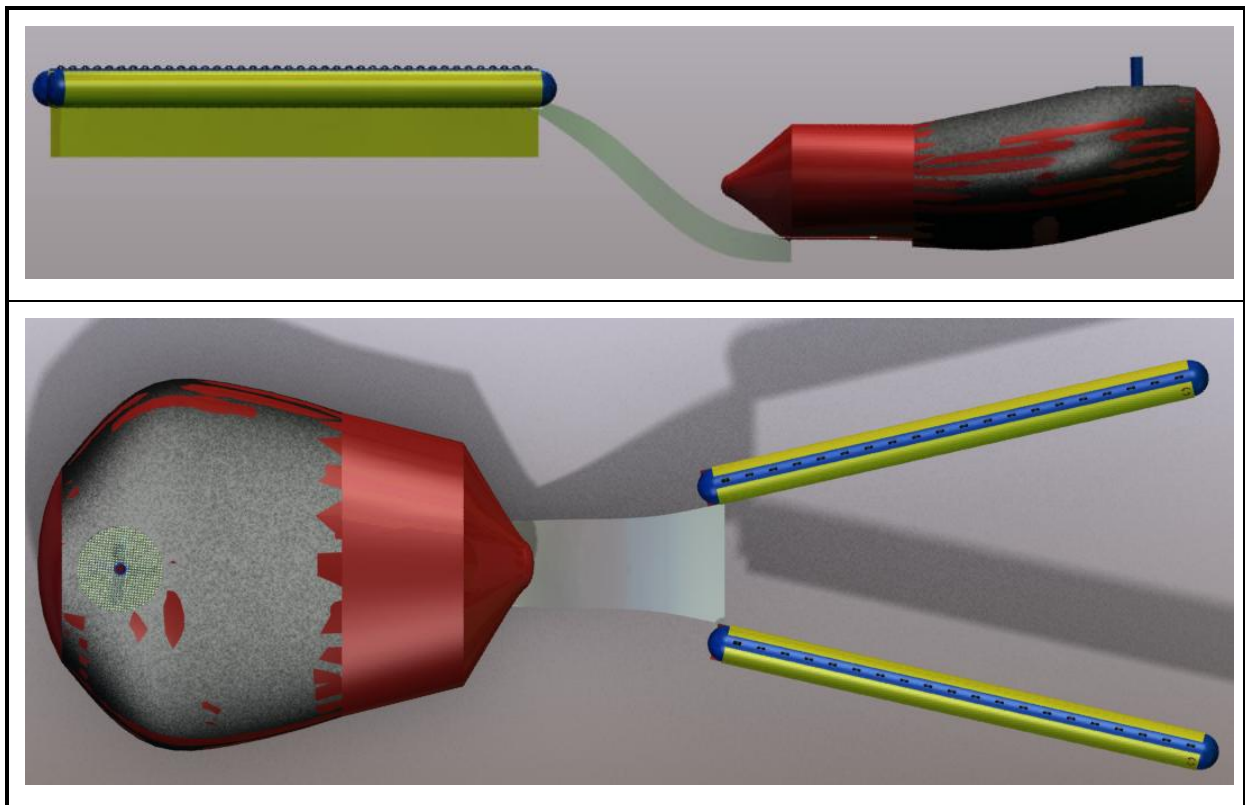
4.5.3 SAMMENSTILLING



Figur 4-11: Oppsamler, pumpetårn, ramme og komplett linse



Figur 4-12: Oilsweeper, komplett klar for drift, sett bakfra og fremover(1), sett forfra og bakover(2)



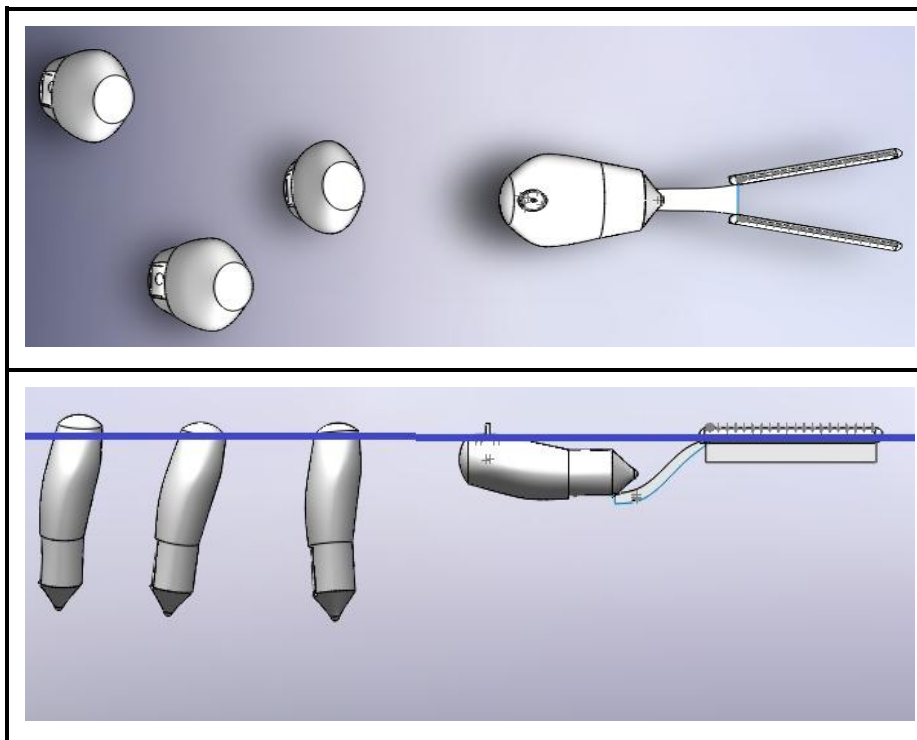
Figur 4-13: Oilsweeper sett fra siden og ovenfra

4.5.4 PRESENTASJON AV KONSEPT

Produktet er utgangspunkt for prosjektoppgaven, men det er også planlagt at produktet skal være en del av et konsept. Dette går i korte trekk ut på at produktet kan produseres i flere størrelser og at det består av moduler som enkelt kan skiftes ut. Eksempelvis selv om produktet i utgangspunktet er svært fleksibelt vil det være formålstjenlig med en større utgave hvis produktet utelukkende er ment for bruk på åpent hav.

Alle delene er tenkt bygd som selvstendige moduler slik at det enkelt kan byttes sluse eller lense armer uten å måtte bytte hele enheten. Lengre lensearmer vil gi større front sweep og effektiv operasjonsvidde vil øke. Oppsamler kan byttes og ved et enkelt grep gjøres om til lagringsenhet som kobles fra og erstattes med ny for kontinuerlig oppsamling.

Konseptet gir økt fleksibilitet og bruksverdi for kunde med mersalg og økt fortjeneste for produsent.



Figur 4-14: OilSweeper med 3 stk. ekstra Oppsamlere, disse er tynget ned og festet med drivanker for stabilitet og dermed på en enkel måte gjort om til en effektiv lagringsenhet. Oppdrift gjør at oljen ikke vil gå ut gjennom åpning. Ved dårlig vær kan Oppsamler senkes ytterligere og merkes med bøye for lokalisering og tømming på et senere tidspunkt.

4.6 KOSTNADSKALKYLE FOR PROTOTYPE

Konseptutvikling	Antall timer	Kvanta	Pris	Sum (NOK)
1. Utredningsarbeid	250	-	685	171 250
2. Formgivning og design	200	-	685	137 000
3. Solidwork, 3-D fremstilling	150	-	685	102 750
4. Prosjektrapport	80	-	685	54 800
	550	-	685	465 800
Prototyping				
1. Produksjonstegninger	25		685	17 125
2. Maskinering	20		685	13 700
3. Sveising, plast	70		685	47 950
4. Montering	50		685	34 250
	165		685	113 025
Materialer og komponenter				
1. Fender		2 stk.	5000°	10 000
2. Blytau		20 m	170°	3 400
3. Garn /tau		800 m	55°	4 400
4. Festeøre		80 stk.	75°	6 000
5. Ventil		2 stk.	450°	900
6. Polyethen fiberduk (ramme + skjørt)		70 m ²	60 ²	4 200
7. Kroker		5 stk.	400°	2 000
8. Kjetting		10 m	350°	3 500
9. Styrestang (Ø 20mm)		4,8 kg	43,9 ³	211
10. Styreplate		6,72 kg	33,74 ³	227
11. Stabilisator plate		1,1 kg	33,74 ³	45
12. Ramme		10 m ²	200 ¹	2 000
13. Pumpetårn		26 kg	75°	1 950

				38 833
Totalkostnad				617 658

Tabell 4-3: Oversikt kostnader Oilsweeper fra ide til prototype. °) Har ikke eksakt pris på disse delene, dette er et estimat. ¹⁾ Ramme lages i flere lag, dette er estimert pris for rammen inkl alle materialer. ²⁾ Har fått tilbud på fiberduk, for prototype holder det med kvalitet til 60 kr/m², for produksjon av ferdig produkt vil pris være opptil 240 kr/m². ³⁾ Pris syrefast stål kommer fra Norsk stål (2012).

5 GRUNNLAGSBEREGNINGER

Formålet med beregningene har vært å lage et veiledende utgangspunkt samt å vise hvilke krefter produkt og konstruksjon må ta hensyn til. Beregningene er basert på enkle fysiske prinsipper og omfatter noen av de mest kritiske punkter ved produktet. Videre dimensjonering, kontroll og optimalisering gjøres på et senere tidspunkt når testresultat og tolkning foreligger.

Beregningene tar for seg de totale slepekraftene produktet utsettes for og deretter beregnes oppdrift på selve oljen for å finne minimum og maksimum hastighet på slepet. Slepekabel mellom skip og utstyr er utgangspunktet for beregningene med styrkeberegning og dimensjonering for resten av enheten. Dybde og innsnevring av sluse sammen med oppdrift av oljen er dimensjonerende for effektiv hastighet på slepet. Materialtype er i seg selv begrenset til type duk og produsent og må uansett testes da det viser seg å være store avvik mellom produsentenes produktopplysning og materialene som leveres.

Kreftene enheten utsettes for fordeles på antall koblingspunkter på duken. Disse er igjen sveist og forsterket, og er festet på en slik måte at de er minst like sterk som duken selv. Forsterkningen er laget slik at fibrene i duken legges i flere lag, 90 grader på hverandre, for at forsterkningen skal tåle skjærkrefter i alle retninger. Styrkeberegning av selve enheten vil vise hvor mange koblingspunkter som må lages for å ta opp og fordele kreftene som enheten utsettes for.

5.1 SLEP

Dimensjonering vil i utgangspunktet være teoretisk da det i et driftsmiljø er utallige ukjente faktorer som spiller inn. Bølgehøyde, type bølge, strømningsbilde i vannet, vindtype og hastighet på vind, temperatur og klimaforhold er alle omskiftlige variabler som påvirker i større eller mindre grad. Jeg velger å forholde meg til empiriske beregningsformler utviklet og testet av SL Ross Environmental Research, Ottawa, Ontario, på bakgrunn av utgitt materiale etter Excon Waldez ulykken i Canada og utgitt i World Catalog og oil spill response products (Potter, Morrison, 2007).

Dette anses som "fasit" av bransjen og brukes av de fleste produsenter ved styrkeberegning. Formelen er tilstrekkelig konservativ til å ta hensyn til vindkrefter på fribord som normalt bare utgjør ca 10 prosent av de totale kreftene enheten utsettes for.

$$T = K * A * V^2$$

K = konstant som tar hensyn til korrelasjon mellom slep, vind og lense under vann, varierer mellom 1,7 ved helt rolige forhold, til 4,7 ved beskyttet havneområde til 7 ved åpent farvann.

A = Del av lense som er under vann, utsatt for slepekraft og i direkte kontakt med vann

V = tauehastighet

På grunn av oppsett på formel og forkortninger brukes de opprinnelige amerikanske benevnelser, $A = \text{ft}^2$ og $V = \text{knop}$ ved innsetting og utregning av verdier. Deretter regnes svaret om til N via pound force (lbf).

$$1 \text{ lbf} = 4,4822 \text{ N}$$

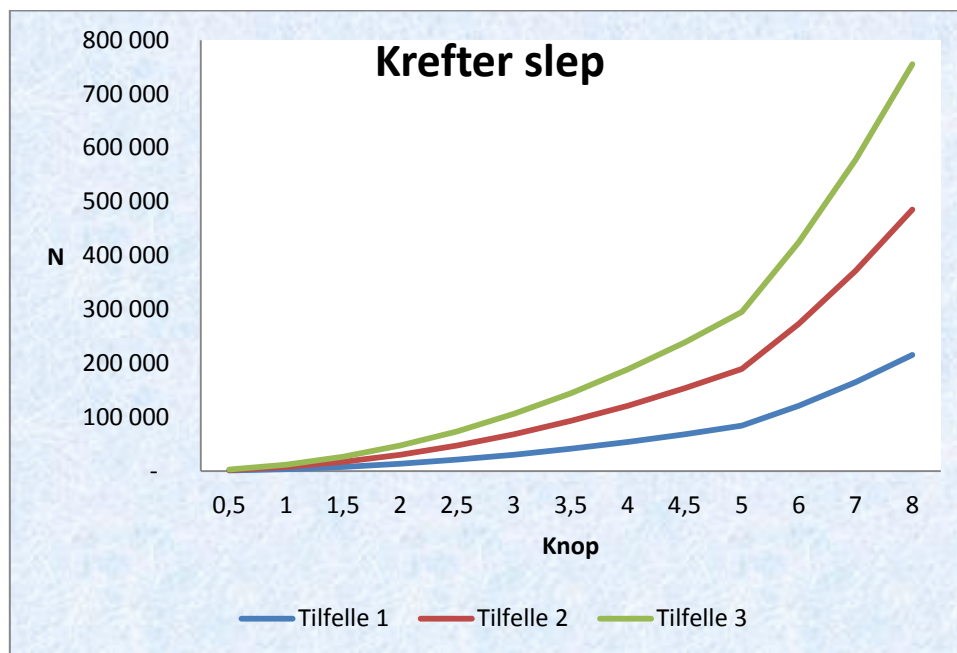
$$K = \text{åpent farvann} = 7$$

$$A = A1 (\text{skjørt}) + A2 (\text{sluse}) + A3 (\text{Oppsamler})$$

$$= 2 * (1,31\text{ft} * 65,6\text{ft}) + 3,79\text{ft}^2 + 200\text{ft}^2$$

$$= 376 \text{ ft}^2$$

$$V = 6 \text{ knop}$$



Figur 5-1: Krefter som lense blir utsatt for, tilfelle 1-helt stille sjø(0-0,3m), Tilfelle 2- beskyttet havneområde(0-1m), Tilfelle 3- åpent farvann(0-3m)

Som det kommer frem av grafen over er det tydelig at miljøet slepet foregår i har mye å si for kreftene som påvirker. Størrelse og type bølge sammen med vind og type vind vil være avgjørende for kreftene enheten utsettes for. Det er imidlertid hastigheten på slepet som er mest avgjørende for hvilke krefter som påvirker, selv en liten fartsøkning øker belastningen dramatisk. Fra 4 – 4,5 knop øker belastningen med 50 000 N, over 4 knop øker belastningen drastisk noe som klart begrenser hvor stor fart en lense kan ha med dagens type materialer og krav til kostnadseffektivitet.

Enheten dimensjoneres konservativt for åpent farvann og en maks hastighet på 6 knop.

$$T = 7 * 376\text{ft}^2 * 6^2 = 94\,752 \text{ lbf} * 4,4822 = 424\,697 \text{ N} = 425 \text{ KN}$$

Når kreftene blir så store at det kreves spesialutstyr for å utføre slepet vil fleksibilitet og evnen til å være raskt til stede begrenses av hvor spesialutstyret er lagret. Samtidig er det grenser for hvor fort et slep er mulig å utføre og allikevel inneha nok effektivitet i operasjonen til å utgjøre en forskjell.

Spørsmål om hastighet på slep bør derfor vurderes i lys av at det synes å komme klare grenser for hvor fort et slep kan utføres med en rimelig grad av effektivitet på operasjonen. Videre satsing bør fokusere på å finne metoder for å ta opp olje mer effektivt i øvre vannlag og bli mer effektiv i selve operasjonen kontra å øke slephastigheten.

5.2 SLUSE

Fart ved innsnevring, beregnes som innsnevring rør:

$A_1V_1 = A_2V_2$, $A_1 = \text{sluse oppe}$, $A_2 = \text{sluse nede}$, hvor forholdet mellom A_1 og A_2
 $= 1,5\text{m}/0,9\text{m} = 1,67$

$$\underline{V_2} = \frac{A_1V_1}{A_2} = \underline{1,67 V_1} \quad \rightarrow \text{gir farten ved utgang av sluse mot Oppsamler}$$

Krefter som virker på sluse:

Krefter som virker vil være fra Oppsamler og slusen selv, hvor Oppsamler festes på slusen og antall punkter på slusen er ment å ta av for kreftene:

$$V = 6 \text{ knop}$$

$$A = A_2 + A_3 = 3,79\text{ft}^2 + 200\text{ft}^2 = 203,79\text{ft}^2$$

$$T = K \cdot A \cdot V^2$$

$$T = 7 \cdot 203,79\text{ft}^2 \cdot 6^2 = 51355\text{lb} \cdot 4,4822 = 230184 \text{ N} = 230 \text{ KN}$$

5.3 OPPSAMLER

Oppsamler bør være relativt stor for å være så operasjonelt effektiv som mulig. Dette for at oljen skal få tid til å skille lag med vannet, samtidig som enheten må ha plass til en del væske for å være effektiv i drift. Enheten ment for drift av fiskebåter er i utgangspunktet beregnet til et volum på ca 8 m³. Dette gir en effektiv kontaktflate på materialet på $A = 200\text{ft}^2$.

Kreftene som Oppsamler utsettes for:

$$T = K \cdot A \cdot V^2$$

$$T = 7 \cdot 200\text{ft}^2 \cdot 6^2 = 50400 \text{ lbf} \cdot 4,4822 = 2250903 \text{ N} = 226 \text{ KN}$$

Dette er en konservativ beregning, og kreftene fordeles på Oppsamler med antall feste ører og forankringer som igjen festes til sluse.

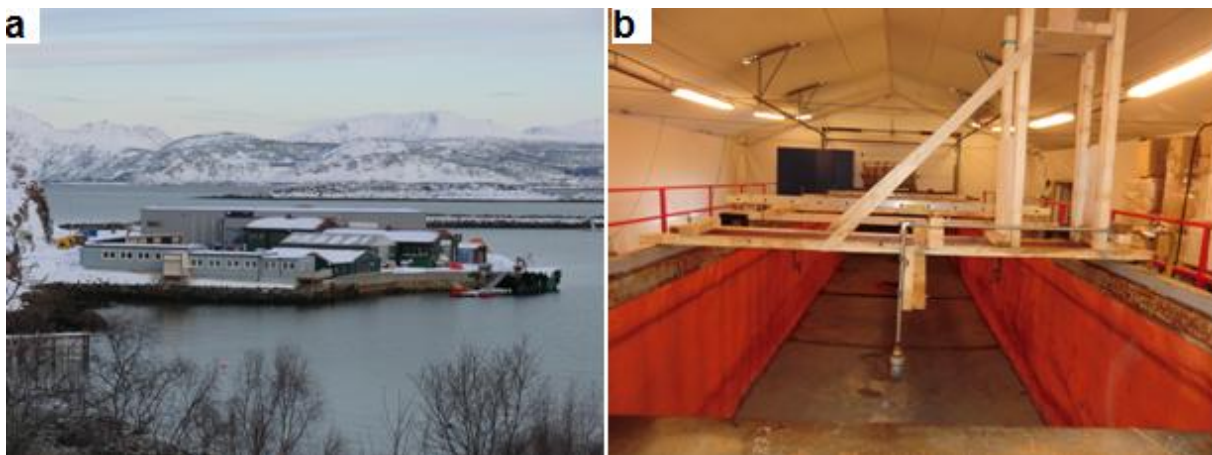
6 PROTOTYPE OG TEST

6.1 TESTLOKASJON

Utgangspunktet for prototypen var å få testet denne i egnet basseng, opprinnelig beregnet ut fra Kystverkets testbasseng i Horten, som er på 30 * 7 meter, med opptil 2,5 meter dybde og 1,5 knop strøm.

På grunn av ombygging og stenging av Kystverkets testbasseng i Horten måtte vi endre testlokasjon til Norlense sitt testbasseng på Fiskebøl i Lofoten. Det er bygd opp en enkel testtank av en standard 40 fots container, utstyrt med egen motor og prpell som lager strømnings i tanken. Utstyret er satt opp i et telt, uten oppvarming, for å få mest mulig realistiske forhold for uttesting. Det kan kjøres strømningsforsøk med opptil 2,5 knops hastighet og det er ikke muligheter for å lage bølger. Utslipp av olje kan gjøres både i overflate og under vann med overtrykksdyser som simulerer forskjellige typer utslipp.

Dimensjoneringen av prototypen vil derfor bli basert på at utstyret skal testes i basseng på 12,5 * 2,5 med inntil 1 meter dybde og strøm på inntil 2,5 knop. Videre produksjon av prototype skaleres i forhold til dette.



Figur 6-1: a) Norlense, Fiskebøl i Vesterålen b) Testhall tom

6.2 UTVIKLING OG DESIGN AV PROTOTYPE

Med utgangspunkt i designet av produkt og overgang til nedskalert prototype for produksjon innenfor begrensede økonomiske rammer, har det vært gjort tøffe prioriteringer på prototype. Prioritet har hele tiden vært test av teorien om oppdrift og separasjon i nedsenket beholder, noe som medfører at selve design ikke er avgjørende for utfallet av testen. Med små modifikasjoner har allikevel designet vært holdt tilnærmet lik utgangspunktet. Endringene som er gjort er for å lette produksjon av prototypen og tilpasning til testbasseng hos Norlense på Fiskebøl.

Slepekrefter prototype Oppsamler

Enheten blir utsatt for store krefter fra vannmotstand og motstand fra lagringsenhet med opptil 0,1 m³ olje/vann. Utgangspunkt er slep i test tank, dvs. slep med 2 punkter og fart inntil 2,5 knop.

Beregner her kreftene som vil virke på Oppsamler under test:

Areal i kontakt med vann = omkrets front + side + skjørt under + lede lense=

$$\pi r^2 + L \cdot O + 2 \cdot L \cdot O = 3,14 \cdot (0,4/0,3048)^2 + (2 \cdot 2,5 + 0,75 \cdot 0,2 + 2 \cdot 1 \cdot 0,4) / 0,3048 = 25 \text{ ft}^2$$

K = rolig farvann = 2

V = 2,5 knop

$$T = 25 \cdot 2 \cdot 2,5^2 = 285 \cdot 4,48 = 1396 \text{ N} = 1,4 \text{ KN}$$

Dette er en konservativ beregning og kreftene (1,4 KN) fordeles på Oppsamler med 14 forankringer, hvor hver forankring skal ta av for minimum 0,1 KN.

$$14 \cdot 0,1 \text{ KN} = 1,4 \text{ KN} = T$$

6.3 PRODUKSJON AV PROTOTYPE

Ved første gjennomgang av produksjonsfasiliteter og materialer hos NOFO i Tromsø var inntrykket at produksjon kunne utføres med bruk av varmluftsveis, rulle og bruk av varmluftpistol. Etter nøyere gjennomgang og undersøkelse viser det seg at dette er relativt komplisert fagarbeid som krever spesialutstyr og erfaring som jeg ikke har mulighet til å tilegne meg i løpet av den tiden jeg har til rådighet. Jeg har derfor valgt å sette bort noen av de mest kritiske arbeidsoppgaver i forbindelse med sveising av fiberduk på prototype. De fleste elementer er allikevel laget selv, med nettopp varmluftpistol, rulle og masse tålmodighet.

Det er gjort forenklinger på deler av prototype for å tilpasse testfasilitetene, samtidig som sluse og lede lense delvis er laget og satt sammen under selve testen for å passe til testlokasjon og de forhold vi møtte der.

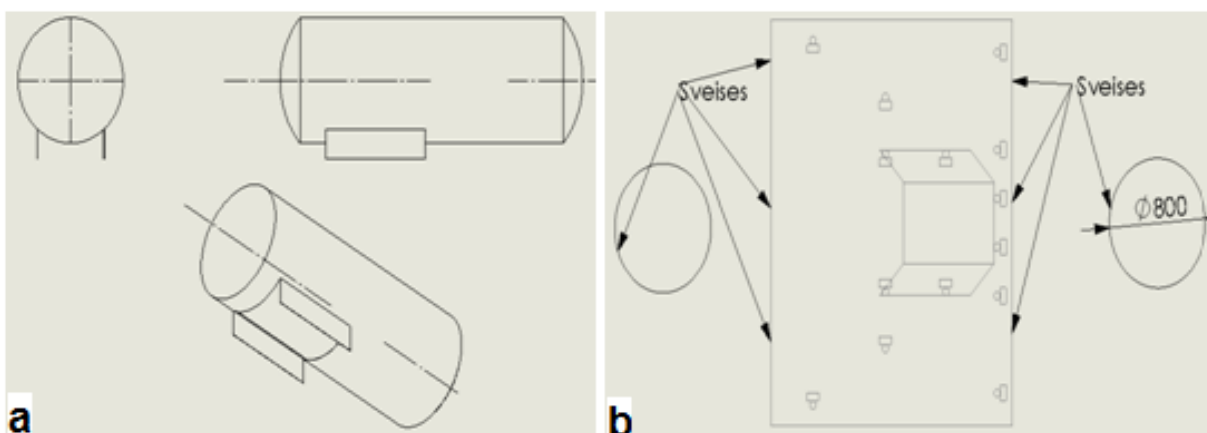
Verktøy: varmluftpistol, rulle, kniv, saks, drill, sag, hammer

Utstyr: tau, kjetting, strips, treskruer, eyelets

Oppsamler:

Produksjon av prototype har vært en blanding av egeninnsats og prøving med enkelt varmluftutstyr og produksjon med hjelp av profesjonell aktør på de kritiske deler hvor tetthet og styrke er avgjørende for resultat. Det er brukt enkle hjelpemidler for å simulere de elementer som er nødvendig. Eksempelvis er det brukt sluk til ordinær servant, med deler av flytevest og avløpsrør som pumpeårn.

Oppsamler er laget som en enkel beholder uten de innsnevringene som er på design, dette fordi det er mye enklere å sveise rette flater. Det er teori rundt oppdrift og prosessering som skal testes, da er ikke selve designet viktig for testresultat. Materialet er hvit plast duk for å få mest mulig lys til filming og for å kunne se oljen best mulig inni Oppsamler. Det er laget 14 festepunkter for å ta av for kreftene og for tilpasning i test tank.



Figur 6-2: a) arbeidstegning prototype

b) sveiseanvisning

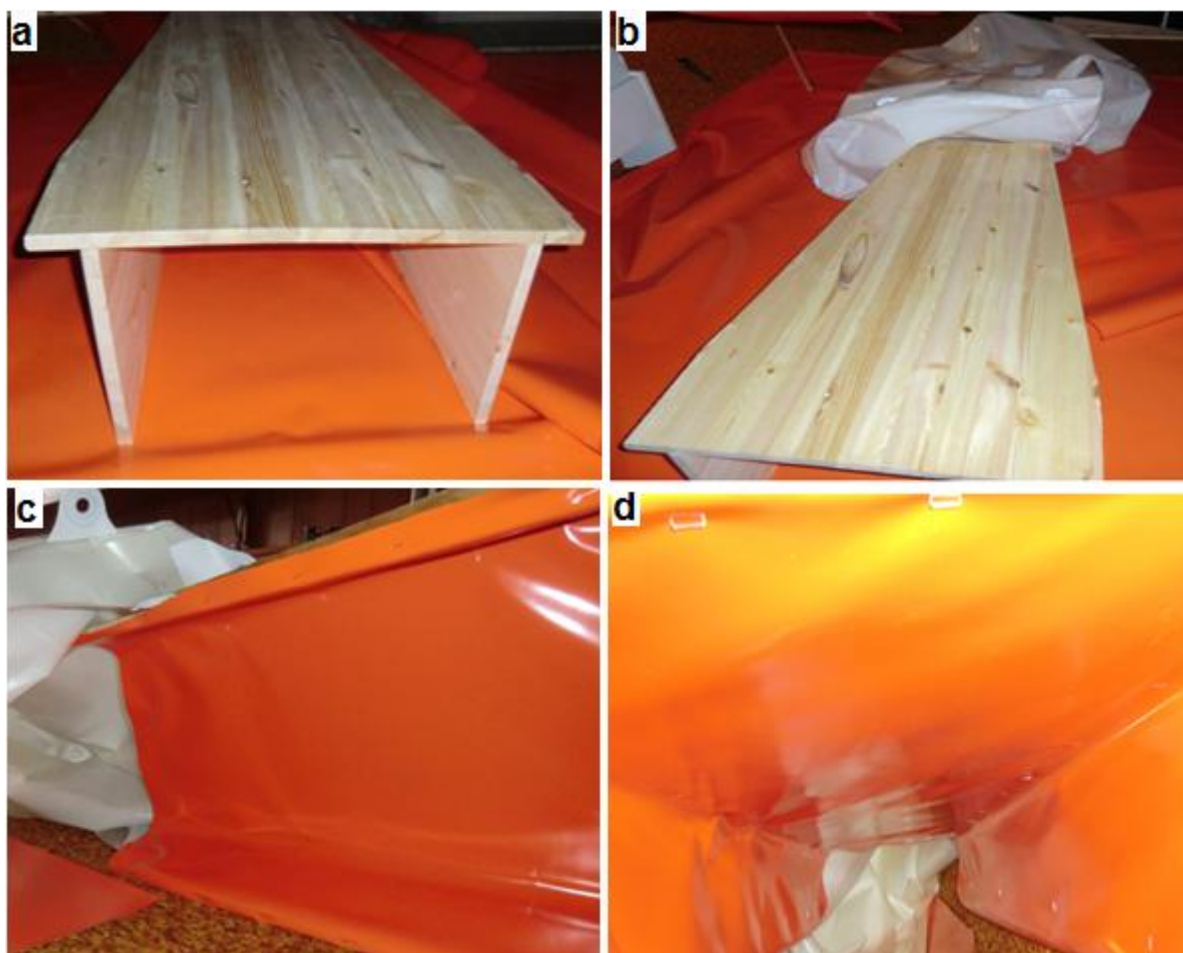


Figur 6-3: a-b) viser festepunkter på Oppsamler c) viser gjennomføring og kobling til pumpetårn, før montering d) viser oppsamler lagt ut med festepunkter d) viser pumpetårn med flyteelement og koblingsrør ferdig montert på Oppsamler

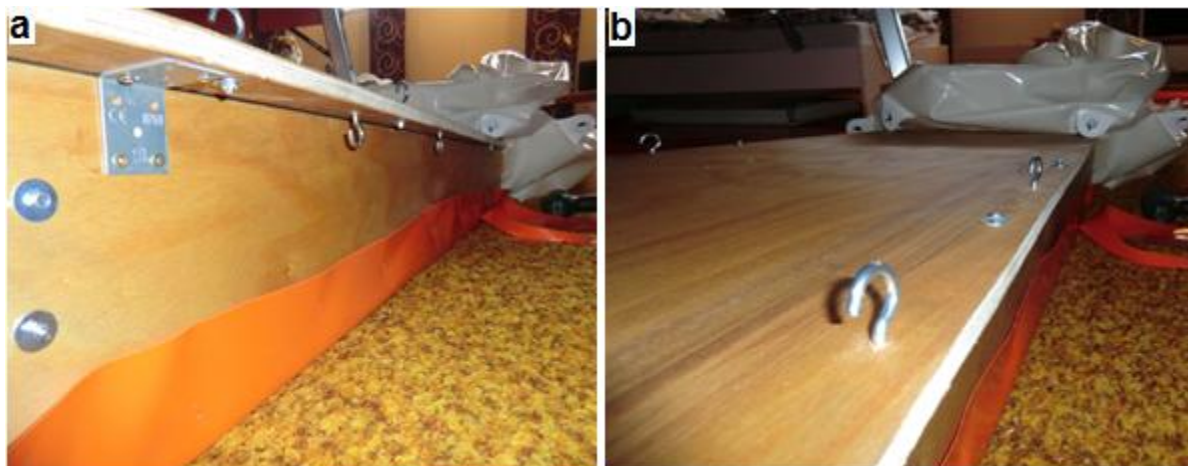
Sluse:

Sluse er viktig for å roe ned og føre oljen ned og under Oppsamler for å se hvordan oljen oppfører seg under vann. Det er imidlertid en relativt enkel konstruksjon og må på grunn av testfasilitetene tilpasses på testlokasjon. Den vil derfor bli laget på enklest mulig måte av kryssfiner og skruer, dekket med fiberduk og med nødvendige festepunkt for lense og lede lenser.

Slusen er laget av oljemalt kryssfiner, den dekkes innvendig av fiberarmert plastduk for mest mulig realistisk flyt av olje mot materialet. Det lages diverse festepunkter for lense arm og Oppsamler, for enklest mulig montering i testhall. Festepunktene lages av enkle kroker.



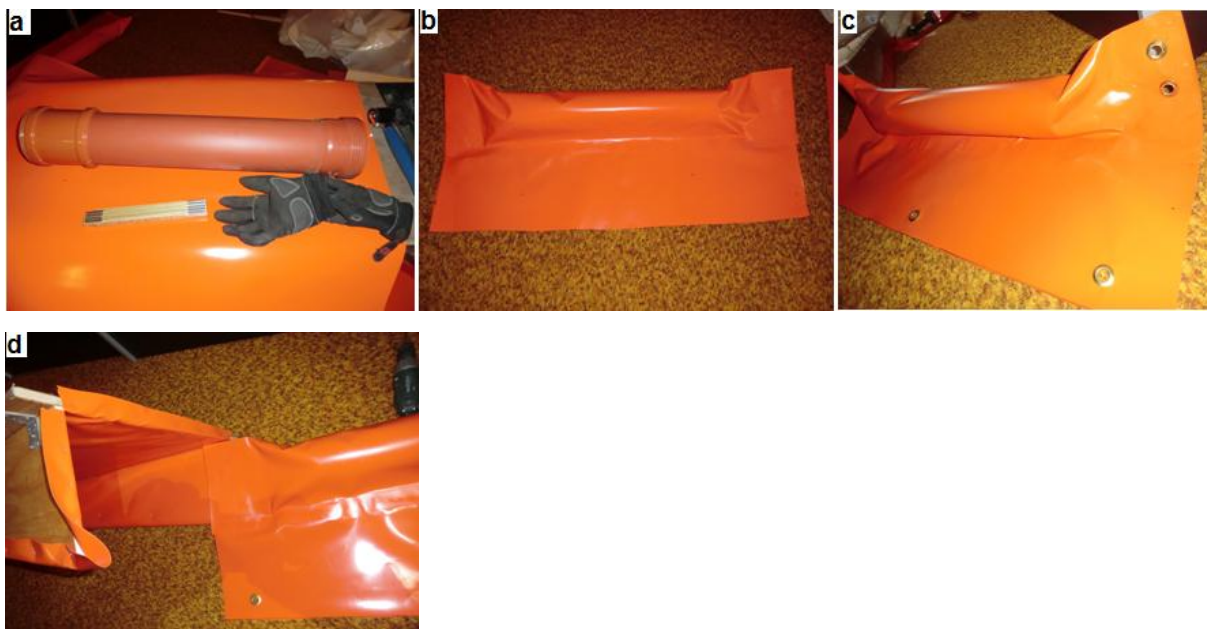
Figur 6-4: a-b) viser sluse montert sammen c-d) viser sluse med plast duk stiftet fast i rammen



Figur 6-5: a-b) viser sluse med festepunkter for sammenkobling med lede lense og Oppsamler

Ledelense:

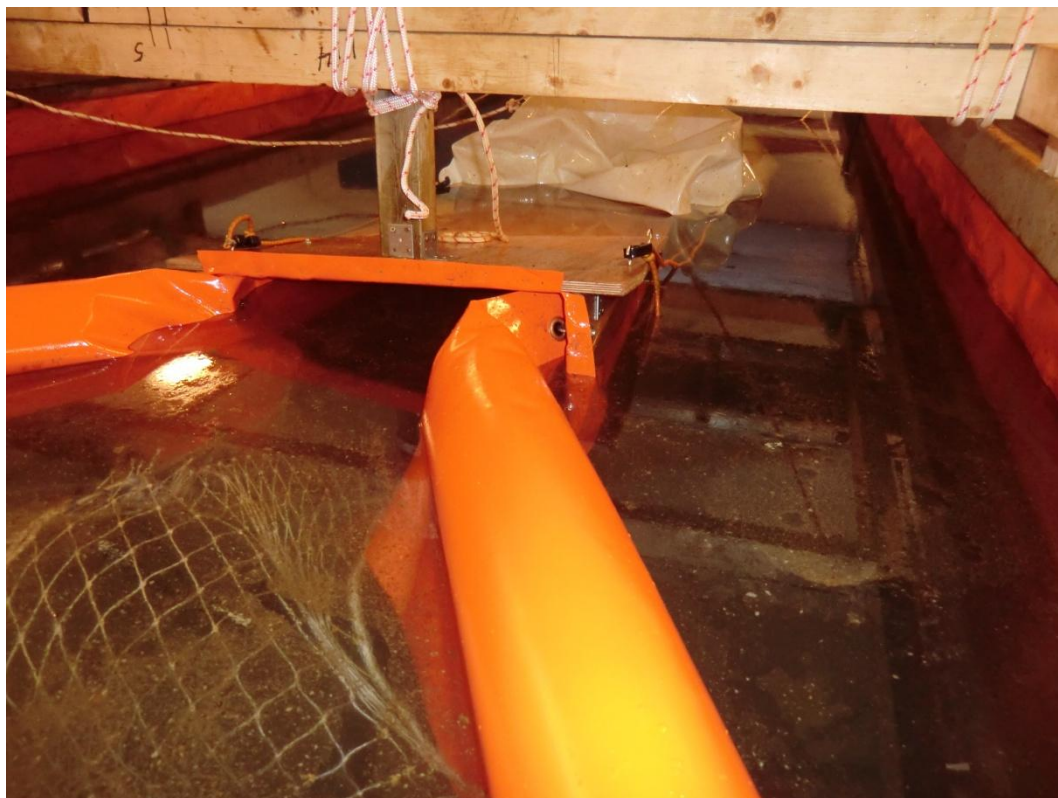
Ledelense er ikke avgjørende for uttesting av teorien og har derfor vært tilegnet liten fokus ved utvikling av prototype, annet enn at den skal lede oljen til sluse. På grunn av testlokasjon har størrelsen på lede lense blitt til et minimum og er laget på enklest mulig måte tilpasset forholdene i test bassenget. For å gjøre byggingen så enkel som mulig og slippe å lage spesialtilpassede ventiler for luftpåfylling, har lede lense blitt laget av avløpsrør som har blitt forseglet som flytekammer, deretter er fiberduk sveist rundt røret som ekstra flyteelement pluss skjørt. Til slutt er det lagt inn maljer for feste av kjetting som tyngde og festeelement i sluse. Festepunkt er laget i forhold til sluse, med overlapp mellom modulene for ikke å få lekkasje, se figur 6-6, d.



Figur 6-6: a) viser oppbygging av lense med flyteelement b) viser lense sveiset med flyteelement inni c) viser lede lense med maljer installert som festepunkt d) viser lense mot sluse for tilpasning av maljer

Oilsweeper:

Den ferdige prototypen er laget i moduler og er ment å monteres sammen på teststedet. Der må den tilpasses fasilitetene for å kunne fungere. Dette vil blant annet si å montere på rammeverk som passer med testtanken for å holde produktet stabilt under testen. Her brukte vi en 48 *96 mm trykkimpregnert planke som ble skrudd fast i toppen av slusen i ca. 30 graders vinkel for å kunne simulere riktig operasjonsstilling i vannet. I tillegg ble det montert kjetting som tyngde på skjørt og garn mellom ledelensene for å holde dem stabil.



Figur 6-7: viser Oilsweeper ferdig montert i testbasseng, med garn mellom lensearmer og påmontert utstyr for tilpasning i testbasseng

6.4 TEST

Ved uttesting har det blitt laget en del kriterier for å se på funksjonene og teoriene bak. Test av teoriene har førsteprioritet og uttesting av alternative løsninger vil bli utført hvis tiden tillater dette. Det er 1500 km til testlokasjon og på grunn av avstand, kostnad og tid tilgjengelig ble det planlagt for alle eventualiteter.

6.4.1 TEST UTSTYR OG FORHOLD

I tillegg til prototype må det tas med verktøy og diverse utstyr for rigging, utstyr for test og forhold i testhall:

- Strøm vil variere mellom 0 – 2,5 knop og kreeres av et propellsystem innebygd i testtanken.
- For testen vil det være minimalt med bølger slik at tilstrekkelig skjørtedybde vil være av mer teoretisk karakter da oljen blir ledet til sluseåpning på overflaten, uten å være brutt ned i vannet.
- Temperatur i vannet vil være tilnærmet virkelige forhold med rundt 2 grader C.
- Lufttemperatur vil være tilnærmet virkelige forhold, hall er ikke oppvarmet, i tillegg må alle dører stå åpne for gjennomlufting pga farlige avgasser.
- Vannet vil være sjøvann pumpet opp fra havet.
- Olje: bruker ca 150 l Diesel tilsatt E-180 som fargemiddel, dette gir både farge og viskositet tilnærmet Nordsjøolje. Oljen vil bli simulert sluppet ut på overflaten ved hjelp av enkle dyser og ført frem mot prototype av strømmingene i tanken.
- Bølgetype: det kan eventuelt lages manuelle bølger, men dette har liten betydning for utfallet av testen og teorien bak prototype, det vil derfor ikke bli brukt tid på å lage bølger.
- Diverse kameraer for å kunne måle og dokumentere oppførsel til olje under vann og hvordan dette vil fungere mellom sluse og Oppsamler.
- Verktøy: drill, skrumaskin, sag, hammer, sveiseutstyr plast, skruer etc.
- Sikkerhetsutstyr: briller, overtrekksdress, støvler, hansker

6.4.2 TEST KRITERIER

- Strømningshastighet: Oppførsel i prototype ved forskjellige hastigheter.
- Stigningshastighet olje: vil dråpestørrelsen være tilstrekkelig til at oppdriften blir stor nok for prosessen.
- Sluse: vil den klare å lede oljen ned til Oppsamler, hvor stor hastighet må til.
- Oppsamler: vil oljen separere seg i beholder og stemmer teorien om separasjon av væskene?
- Alternative løsninger: bremse hastighet på olje, lukket sluse.

Målekriterier:

Temperatur luft, vann

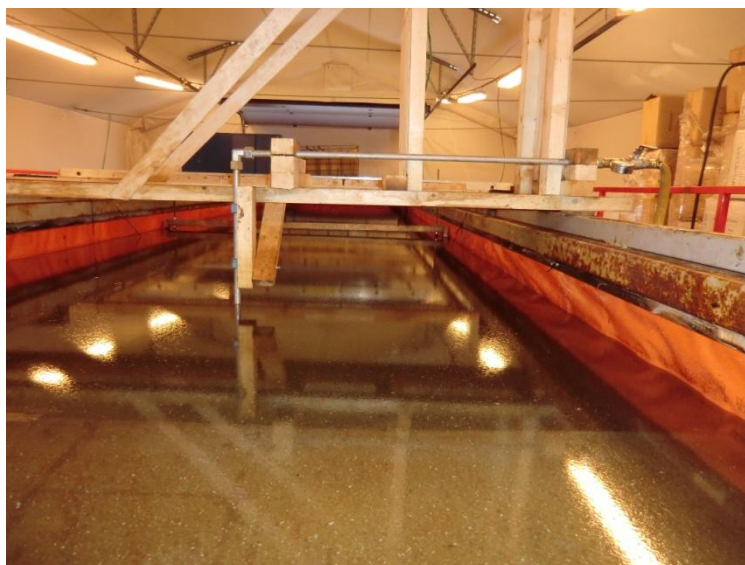
Strømningshastighet, stigning, målinger på div. hastigheter, resultat mot oppsamler

Bilde av oppførsel til olje, videobilder er å foretrekke

Bilde av testlokaler og forhold

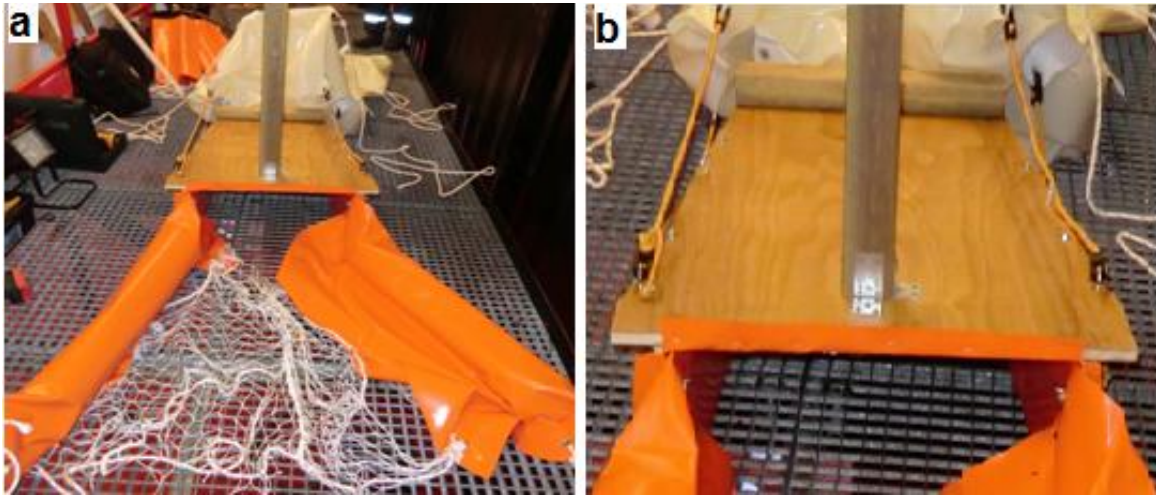
6.4.3 KORT TESTRAPPORT

For å kunne bruke testhall og få utnyttet tiden effektivt hadde jeg fått med meg en medhjeper. Vi hadde leid testhall i en arbeidsdag, og ankom derfor tidlig. Tanken var fylt opp med sjøvann og var klar til bruk da vi ankom. Vi startet med å gå gjennom prosedyrer for bruk av test tanken, turtall på maskin og hvilke hastigheter disse kreerte. Av sikkerhetsmessige hensyn må det alltid være 2 stk. til stede ved bruk av tanken.



Figur 6-8: viser testbasseng klar til bruk, legg merke til hvor urent vannet er.

Deretter monterte vi utstyret ved siden av tanken, klargjorde alle moduler individuelt, festet modulene sammen i festepunktene og sjekket at alt var klart og montert for testen. Sikkerhetsutstyr ble tatt på og videokamera, kamera, papir og penn ble klargjort slik at arbeidsplassen var klar for test.



Figur 6-9: a) viser ferdig montert Oilsweeper b) viser fester montert på for justering av vinkel

Utstyret ble forsiktig plassert i testtanken og festet med tau i rammeverket rundt tanken slik at prototype fikk riktig operasjons vinkel og plassering for test.



Figur 6-10: viser justering og tilpassning i testbasseng før test

Tanken ble startet og utstyret ble sjekket i alle hastigheter for å se at festepunkter og ramme tålte kreftene fra vannet. Deretter gjorde vi klart videoutstyr, monterte kamera på provisorisk stang for undervannsbilder, hentet frem olje og klarstilte maskineriet i testtanken for test.



Figur 6-11: viser videoutstyr med monitor, kamera og opptakstutstyr, klar til bruk

Vi kjørte så selve testen med å starte motoren på laveste hastighet, 0,5 knop, mens en mann tok bilder under vann, slapp den andre ut olje for slik at vi fikk se hele forløpet og oppførsel til olje på vannet, i ledelse, inn i sluse, ned i sluse, overgang sluse - Oppsamler og strømmingene i og rundt Oppsamler. Forsøket ble gjentatt flere ganger for å dokumentere alle fasene og gjentatt i hastigheter fra 0,5 til 2,5 knop. Vi justerte for hver 0,5 knop med mer olje mens vi dokumenterte med bilder. Vi brukte totalt 40 liter olje, fordelt på 20 l tungolje og 20 liter diesel med fargestoff.

Det var vanskelig å ta skikkelige bilder under vann på grunn av urenheter i vannet og problemer med å holde kameraet i riktig posisjon på grunn av strømmingene.



Figur 6-12: viser første dråper med olje for test

Etter å ha testet og fått de bildene vi kunne, gjorde vi noen ekstra forsøk utover prosjektoppgaven som supplement til forsøket. Blant annet gjorde vi forsøk med ekstra garn som ble festet i forkant av slusen og som gikk ned langs hele slusen til Oppsamler for å se om vi kunne bremse ned og fange opp olje som var slått ned i vannet.



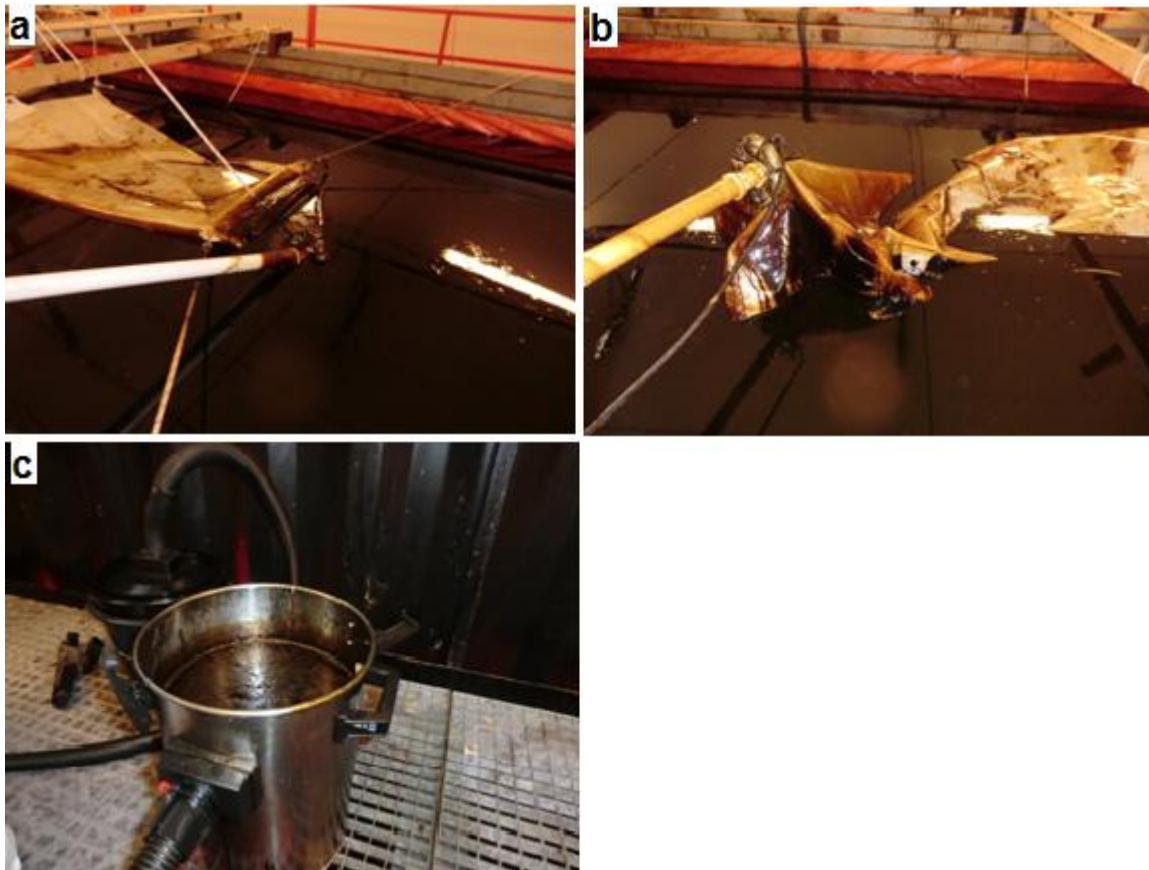
Figur 6-13: viser test med ekstra garn for test i sluse

Vi satte også inn ekstra innlegg i sluse slik at dette ble en lukket løsning, kun beregnet for olje på overflaten.

På grunn av oljen som dekket til og festet seg på alle deler av prototype og alt av utstyr ble det vanskelig å få nok lys til å ta gode bilder på de siste testene.

Samtidig måtte vi begynne å avslutte for å rekke å demontere utstyret. Det var derfor vanskelig å dokumentere siste forsøk tilstrekkelig.

Helt til slutt koblet vi en sugepumpe på pumpetårn for å suge opp væske fra Oppsamler for å sjekke innholdet. Vi ventet til Oppsamler lå rolig i vannet og sugde ut væske til beholder var full. Beholder rommet ca. 20 liter væske. Væsken ble sjekket og målt så godt som mulig, deretter ble den pumpet over i eget kar for olje. Vi fikk kun tid til ett forsøk.



Figur 6-14: a) viser Oppsamler med pumpetårn før pumping b) viser Oppsamler med pumpetårn etter pumping c) viser beholder med resultat fra pumping

Til slutt demonterte vi utstyret, løsnet alle fester, demonterte modulene og pakket dem ned i søppelsekker for destruering.

Alt utstyret som hadde vært i kontakt med olje ble kastet i container for spesialavfall.



Figur 6-15: viser testbasseng og utstyr tilgriset med olje, etter test, under demontering

6.5 RESULTAT TEST

Her følger en kort redegjørelse for de resultater testen har gitt.

Resultatet av testen er ingen entydig konklusjon. Til det var det for liten tid tilgjengelig for testing. Resultatet gir imidlertid en klar indikasjon på at produkt og konsept er på riktig spor. Testen innfridde de forventningene som var til både prototype og teorier bak og viste i tillegg frem andre elementer som ikke var planlagte men allikevel vel så viktige for videre utvikling. Testen skulle vise om konstruksjon av alle elementene fungerte sammen som en enhet og om enheten sammen med teoriene kunne fungere som et produkt.

Vi fikk testet følgende:

- Oppførsel olje/vann i prototype fra 0,5 – 2,5 knop.
- Funksjon lense/sluse/Oppsamler.
- Andel olje i toppen av Oppsamler.
- Bremsing av olje slått ned i vannet.
- Lukket sluse.

Ledelense var festet i slusen som igjen var festet i Oppsamler. Ledelense hadde i tillegg et garn festet mellom armene som skulle sørge for at skjørtet var mest mulig loddrett og holdt mot strømmen i bassenget uten å lekke olje. I tillegg skulle garnet roe ned oljen og vannet slik at strømningene var så rolige som mulig ved inngangen til slusen. Garnet fungerte utmerket for å holde skjørtet loddrett og var absolutt nødvendig inn mot slusen hvor hastigheten økte på grunn av innsnevringen. Det er vanskelig å konkludere med hvorvidt garnet hadde noen effekt på å roe ned væskene inn mot slusen, men det kunne se slik ut. Festepunktene i sluse og ledelense fungerte utmerket og det var ingen lekkasje av olje mellom de to delene.

Slusen var formet slik at den hadde innsnevring under vann, dette økte hastigheten på strømningene noe som igjen gjorde at slusen fungerte allerede fra 0,5 knop, noe som Norlense mente ikke var mulig før ved 1 knop. Utgangspunktet for produktet var at oljen skulle stige opp i Oppsamler på grunn av trykk og oppdrift da oljen ble presset ned av slusen. I praksis rakk aldri oljen å stige opp av seg selv, den ble slått direkte opp i Oppsamler av turbulens skapt ved enden av slusen (ref. Under vann 2).

I tillegg ser det ut som om oljen "bremses" i kontakt med materialet i selve slusen slik at dråpene som kommer ut ved enden er større enn de ville ha vært ved naturlig flyt, og dermed får større oppdrift. På grunn av feste av plastduk i trerammen var det også en liten grop ved enden av slusen, denne førte til ekstra opphoping av olje, slik at den kreerte enda større oljedråper(ref. Under vann 1). På grunn av trykk og oppdrift i oljen var minst 80% av oljen alltid i kontakt med slusen, slik at det var tydelig at bremsingen mellom olje og sluse ga effekt. Det ble registrert samme resultat og oppførsel på væskene fra 0,5 knop og helt opp til 2,5 knop.

Det kan se ut som om utforming av slusen vil være avgjørende for strømmingene og oppførsel til olje. Slusen har dermed gått fra å være en "relativt enkel konstruksjon" til å være den delen som potensielt har størst innvirkning på sluttresultat. Festepunktene mellom sluse og oppsamler fungerte utmerket og det var ingen lekkasje mellom de to delene.

I forhold til turbulensen ble åpningen i Oppsamler for stor slik at noe av oljen ble slått ned igjen ved enden av åpningen og gikk tapt (ref. Under vann 2). Åpningen må justeres i forhold til sluse.

Utforming av Oppsamler ellers og teoriene bak så ut til å fungere utmerket og innholdet i Oppsamler ble i tillegg testet for å se om vi fikk et skille. Olje ble sugd opp fra toppen av Oppsamler gjennom kobling på toppen ved hjelp av enkel sugeanordning som lånt på testlokasjon. Sugeanordningen rommet ca. 20 l. Resultatet var relativt ren olje, anslått til ca. 70 %, som vi fylte fra toppen av Oppsamler. Det kunne vært pumpet opp mer, men på grunn av tid tilgjengelig ble det bare ett forsøk. Totalt ble det brukt 40 liter olje i forsøket, vi samlet opp ca. 14 l ren olje ved første forsøk, noe som må anses som et meget godt resultat med tanke på forholdene og at dette er 23% av all olje i bassenget. Dette resultatet indikerer at tanken bak prosesseringen av oljen inni Oppsamler fungerte. Vi fikk et klart skille mellom ren olje og vann, dette til tross for at vi ikke hadde tid til å teste produktet som lagringsenhet og la det stå for prosessering over tid.

Det ble lagt inn en rask test for å se om vi kunne bremse hastigheten på oljen i vann og mot sluse, dette ble gjort ved å legge garn i sluseåpningen langs hele slusen. Ut fra hva vi kunne se og dokumentere, så hadde dette en effekt og oljedråpene så ut for å stoppe i garnet før de gikk videre (ref. Under vann 2).

Det ble også gjort et enkelt forsøk på å kjøre med lukket sluse, dette ble gjort ved å legge inn en trakt av plastduk som gikk fra åpning av sluse ved overflaten, ned til Oppsamler, i praksis vil da skille av olje/vann skje ved overflaten og kun fange opp olje på overflaten. Her fikk vi ikke god nok dokumentasjon til å kunne gi noen uttalelse.

Det var absolutt nødvendig for testen å ha tilgang på undervannskamera for å kunne se og dokumentere hvordan olje og vann beveget seg i forhold til hverandre og produktet. Det var helt avgjørende for noen av de konklusjoner som kom frem at vi kunne se hva som fysisk skjedde under vann i testbassenget og det var interessant å se hvordan resultatet i praksis ble ganske forskjellig fra det teoretiske utgangspunktet, spesielt hvordan oljen beveger seg i forhold til slusen. Teoretiske betraktninger eller erfaringsgrunnlag fra bransjen hadde ikke forutsett bevegelsesmønster med flerfasestrømning og oppdrift, sammen med trykk, turbulens og materiale i sluse, som ga en helt ny tilnærming til problemstillingen. Dette har gitt utgangspunkt til omskrivning og endring av patentsøknad med en ny metode for å løse separasjon av olje og vann.

7 DISKUSJON OG FORBEDRINGSPOTENSIAL

Her følger en drøfting av teori og utgangspunkt for produkt og konsept mot erfaringer og resultat ved bygging av prototype, underveis i prosessen med praktiske erfaringer fra arbeidet med mastergradsoppgaven og endelig resultat i testhall.

Inngående kunnskap om alle element som påvirker prosessene rundt oljen er en forutsetning for å kunne utvikle nytt oljevernutstyr og spesielt for et velfungerende konsept. Dette inkluderer mange komplekse fagområder som bare blir enda mer komplekst når de skal integreres i hverandre og fungere som ett system. Det har ikke vært tid eller anledning til å studere alle forutsetninger inngående, delvis fordi det ikke finnes et felles fagområde eller litteratur som er dekkende, men også fordi dette er et område hvor det har vært forsket lite på. Det er derfor gjort forutsetninger og antagelser som så har blitt forsøkt bekreftet ved forsøk. Fremtidige utredninger på området vil trolig resultere i andre utformingsløsninger og tilnærminger til utfordringene.

I denne rapporten er det kun tatt hensyn til olje på overflaten med de forenklinger dette gir for problemstillingen. Hvis man skulle ønske å ta for seg olje under overflaten i tillegg vil dette påvirke utformingsalternativene ytterligere og føre til endringer i de valg som er tatt. Produktet er imidlertid et godt utgangspunkt for videre arbeid på området og slusen med lede lense kan enkelt gjøres om til også å omfatte olje under overflaten. Det kan for eksempel legges inn garn foran og i sluse eller gjøres endringer på utforming av slusen som samler oljen under vann, her ble det gjort enkle basis forsøk som ga oppmuntrende resultater for videre forskning.

Utformingen av lensearm og skjørt er i utgangspunktet helt enkle standard løsninger som brukes i bransjen. Det som er viktig er at fribord(diameter) er dimensjonert i forhold til hvor utstyret skal brukes. Ved åpent hav må det tas hensyn til brytende bølger, og fribord må være større enn beregnet oppdrift skulle tilsi for å unngå at olje slår over lensen. Samtidig må designet være utformet slik at lensen er så fleksibel at den kan følge bølgene også i bølgedaler, da det i praksis er fribordet som stenger for olje på overflaten. Under testen måtte vi legge på ekstra vekt på venstre skjørt, da strømmingene var mye sterkere på venstre side, dette til tross for at garnet hjalp til med å holde armene og skjørtet samlet. Det er viktig å ta hensyn til hvor utstyret skal brukes og hvilke krefter (hastighet) som kan komme. Det er kritisk for oppsamling at skjørtet holder på oljen og evner å holde jevn dybde under vann hele tiden, endringer her vil påvirke strømmingene til olje og vann inn mot sluse og vil kunne påvirke resultatet av oppsamlingen.

Sluse skulle i utgangspunktet være en enkel standard sluse med innsnevring uten annet formål enn å lede olje ned mot åpning i Oppsamler, hvor oljen så skulle stige opp på grunn av oppdriften. Etter testen ble alt snudd på hodet og det ble klart at sluse nå vil være den delen av produktet som er viktigst for videre utvikling. Erfaringer fra test viser at siden slusen er utformet slik at den innsnevres i den ene enden, medfører dette at hastigheten på væskene inne i slusen og omgivelsene rundt blir forskjellig. Forskjellen i strømningshastighet, vinkel på sluse og strømmingene, med forskjell i oppdrift og viskositet i væskene skaper turbulens ved enden av slusen som separerer væskene med å slå oljen opp i Oppsamler.

Slusen bør endres til å skille og separere olje og vann på en mer direkte måte ved å dra nytte av læringen fra testen, deretter lede oljen inn i Oppsamler. I forhold til konkurrerende produkter (fra NOFI og NORLENSE) hvor separasjon til dels skjer i eller på overflaten, vil separasjon her skje under overflaten. Hvor resultatet i mye mindre grad vil bli påvirket av bølger og værforhold i samme grad som på overflaten.

Det kunne se ut som om prosessen med å få oljen til å gå ned under vann i vårt produkt begynte tidligere enn hva Norlense hadde erfart. Dette kan komme av at hastigheten på væskene vil være 1,67 ganger raskere ved utgangen av sluse enn ved overflaten på grunn av innsnevring og utforming av sluse.

Hvis vi ser på effekten av at oljen ble bremsset mot materialet i slusen og spesielt i fordypningen ved enden av slusen, kunne vi sett på muligheten til å jobbe videre med denne oppdagelsen. For eksempel å endre design på slusen slik at den ble mer utformet som et vaskebrett, hvor på oljedråpene gradvis ville bli større før de blir tatt av turbulens og slått opp.

I tillegg til å teste sluse i henhold til teoriene i masteroppgave ble det også testet hvordan slusen ville fungere hvis det ble lagt inn garn på tvers av sluse langs slusekanten for å se om det hadde noen effekt på olje også under overflaten. Dette viste seg å fungere utmerket, hvor oljen ble bremsset og samlet seg til større enheter, før den ble slått opp i Oppsamler på grunn av turbulens. Her bør det vurderes hvorvidt man kan bruke annet materiale med større overflate som vil bremse olje i vann mer effektivt. På bakgrunn av resultatet bør det derfor vurderes om at man i tillegg til å ta opp olje fra overflaten også kan utvikle produktet til å samle opp olje som delvis er slått ned i vannet.

Oppsamler fungerte utmerket i forhold til teoriene beskrevet i masteroppgaven. Åpningen mot sluse bør justeres noe i forhold til turbulens og virkemåte fra sluse, dette for at ikke turbulens skal slå oljen ned igjen bak i åpningen. Det bør legges ned noe tid i å utvikle hurtigkobling mellom sluse og Oppsamler for rask og enkel av og påkobling av utstyr. Endring bør også omfatte endring i design slik at det ikke blir fri åpning mot vann i front, denne bør lukkes slik at separert olje fra slusen kommer direkte inn i Oppsamler. Dette vil medvirke til at olje ikke vil lekke ut når det ikke er

fremdrift i systemet og det vil bli enklere å kontrollere og beholde oljen inne i Oppsamler ved omgjøring til lagringsenhet.

Koblingspunkter mellom de forskjellige modulene er ikke viet mye oppmerksomhet i planleggingsfasen, hvor det er forutsatt brukt standard løsninger. På prototypen ble det brukt enkle kroker og feste ører som ble koblet sammen, dette fungerte utmerket uten antydning til lekkasje eller tegn på at den ikke tålte kreftene. Det er en enkel og velfungerende måte å koble sammen modulene på og vil fungere i fullskala så lenge det passes på å ha nok mange festepunkter til å fordele kreftene og at overlapp mellom de forskjellige modulene gjøres slik at det ikke blir lekkasje. For å forenkle operasjonen kan det lages spesialløsning med kun ett festepunkt som fordeler kreftene og sørger for riktig kobling. Dette kan være ett poeng spesielt i kobling mellom sluse og Oppsamler hvor det vil være viktig med en hurtig koblingsmåte for å få en mest mulig enkel og operasjonell drift.

Under testen ble det gjort endringer og tilpasninger for å teste styrken i duk og materiale, og det ser ut som om kreftene som oppstår ved fremdrift og operasjonell bruk vil kunne tas opp av styrken i fiberduken uten behov for ekstra festepunkter. Eventuelle forsterkninger bør skje ved å integrere ekstra kevlar fibertråd i duken, i lengderetning, som da vil fordele og ta opp krefter.

Renhold av utstyr for gjenbruk og HMS, er ikke nevnt tidligere i oppgaven. Dette er imidlertid store og viktige oppgaver som vi etter testen ser er resurskrevende og nødvendige områder å fokusere på. Det er avgjørende for praktisk håndtering og langsiktig økonomi at utstyret er sikkerhetsmessig enkelt å håndtere og klargjøre for videre lagring i påvente av neste oppdrag.

For effektiv operasjonell drift er det viktig å utvikle eller finne en eksisterende oterløsning som gjør det mulig å drifte Oilsweeper med bare en båt.

Kostnadsoverslaget som er gjort for prototype viser at materialkostnaden er relativt liten i forhold til antall timer som er lagt ned i utredning, utvikling og design. I forbindelse med produksjon av prototype og testing av denne ble det laget et budsjett hvor materialkostnad ble lagt til grunn, i tillegg kom noen reisekostnader i forbindelse med besøk hos Norlense og NOFI for studier og forberedelse for test (se V01). Prototype ble skalert ned ved skifte av testfasiliteter og kostnadene ved produksjon ble derfor mye mindre enn forutsatt. Allikevel er kostnadene ved produksjon bare en liten del av de totale kostnadene ved utvikling av prototype. Leie av testfasiliteter og uttesting burde vært tillagt større fokus og resursbruk, ikke minst med tanke på tidsbruk og burde kanskje ha vært utført tidligere i prosjektfasen for å dra full nytte av erfaringer fra test i videre utvikling av produktet.

Etter min erfaring hadde vi trengt minst dobbelt så mye tid til selve uttesting av prototype og det bør være minst 2, helst flere som er med på testen for å få med seg og dokumentere alle detaljer for å utnytte tiden fullt ut.

8 KONKLUSJON

Testing og utprøving har vist seg å være helt avgjørende for å få nok kunnskap og erfaring til å kunne uttale seg på et kvalifisert grunnlag om området og produktet. Det er et svært komplekst område med mange kompliserte elementer som griper inn i, og påvirker hverandre. Det vil ikke være mulig å lage en fungerende modell basert på teoretiske betraktninger, beregninger og analyse. Til det finnes det for lite utstyr og hjelpemidler tilgjengelig. Det finnes lite forskning på området oljevern med problemstillinger som; nedbryting av olje, dråpeteknologi, flerfasestrømning, oppdrift, trykkpåvirkning, oppførsel ikke Newtonsk væske, viskositets og egenskaps endringer på materialer og væsker som følge av temperaturendring.

Det gjenstår noe testing og utvikling av detaljer, spesielt rundt utforming av sluse og valg av slusetype, før produktet kan være ferdig utviklet og klar for produksjon. Konseptet er imidlertid klart sammen med hovedtrekkene i produktet. Test av prototype bekreftet utgangspunktet og teoriene og viste dessuten flere sider ved emnet som gjorde at funksjonen ble enda bedre enn utgangspunktet. Eksempel er forskjell i hastighet mellom væskene på grunn av innsnevringen i sluse, som gir turbulens ved enden av sluse og slår oljen opp. Turbulensen gjør oppdriften nesten overflødig for å få oljen inn i Oppsamler. I tillegg kommer oppførsel av oljen mot slusen og de muligheter for utskilling, bremsing og ytterligere forbedringer som dette gir, samt styrke på materialet og fordeling av krefter uten behov for festepunkter langs konstruksjonen.

Prosjektoppgaven har vært en læreprosess med inntreden i et nytt fagfelt med mange svært komplekse områder. Det er laget en opprinnelig ide og konsept som er patentsøkt. Gjennom prosjektet med teori, deling av praktiske erfaringer og bygging og utprøving av prototype i testmiljø, har læringsprosessen endt med en ny patentsøknad. Den nye patentsøknaden bygger på erfaring med Sluse og turbulens som slår oljen opp og inn i Oppsamler.

Ved oppstart på prosjektoppgaven og gjennomgang av eksisterende utstyr sammen med konkurrenter og kunder var det ingen lignende konsepter som eksisterte. Etter møter med Norlense og booking av testhall ble det klart at Norlense har utviklet et konsept som er nesten identisk med Oilsweeper og Marinesweeper, produktet er også ganske likt bortsett fra detaljen rundt slusen og måten olje skilles fra vannet. De kaller dette oljevernutstyr for de neste 20 år og har utviklet dette over 4 år sammen med Innovasjon Norge, med en kostnadsramme på 6 millioner kroner, utstyret ble patentert Desember 2011, patentet er ikke i konflikt med vår patentsøknad.

- **Konsept:** Løsningsforslag beskriver et konsept med utgangspunkt i et produkt bygd opp av moduler som vil kunne fungere som et helhetlig konsept innen oljevern. Produktet er fleksibelt og bygd opp av moduler som enkelt kan byttes ut, for å endre bruksområde eller funksjon. Det er bygd opp av lense armer for
-

innsamling av oljen, sluse for å skille oljen fra vann og Oppsamler for å oppbevare og separere oljen fra vannet og lagre denne.

- **Produkt:** Det gjenstår noe testing og utvikling av detaljer, spesielt rundt utforming av lense og valg av lensetype, før produktet kan være ferdig utviklet og klar for produksjon. Test av prototype bekreftet utgangspunktet og teoriene og viste dessuten flere sider ved emnet som gjorde at funksjonen ble enda bedre enn utgangspunktet.
 - **Potensiale:**
 - Turbulens ved enden av sluse som slår oljen opp og gjør oppdriften nesten overflødig for å få oljen inn i Oppsamler.
 - Oppførsel av oljen mot slusen og de muligheter for utskilling, bremsing og ytterligere forbedringer som dette gir.
 - Utvikle system med annet materiale i sluseåpning og langs sluse for å fange olje slått ned i vannet.
 - Styrke på materialet og fordeling av krefter uten behov for festepunkter langs konstruksjonen.
 - Utvikling av ytterligere moduler.
 - Oppsamler kan brukes som utgangspunkt for autonomt oppsamlingssystem med roboter
- **Konseptet:** er klart sammen med hovedtrekkene i produktet.
- **Funksjon:** For å drifte systemet vil det være mulig å taue systemet enten med 2 båter eller bruke oterløsning for en båts drift.
- **Konstruksjon:**
 - Utforming og materialvalg:
 - Lense armer og Oppsamler er utelukkende laget av fiberarmert plast duk som danner grunnlag for hele konstruksjonen både funksjonsmessig og styrkemessig.
 - Sluse produseres av syrefast stål.
 - Alle andre koblingspunkter, tau og feste punkter lages av standardartikler.
 - Kapasitet:
 - effektiv driftsbredde er fra 20 – 50 m
 - total lengde 20-80 m
 - Oppsamler rommer fra 8 - 70 m³ olje
- **HMS:** det er ikke lagt vekk på HMS i oppgaven, allikevel er utstyret svært enkelt og sikkert å operere uten farlige mekaniske element.

Når det gjelder selve prototype og uttesting av teori og ide har testen vist at dette absolutt er et produkt og konsept som vil utgjøre en forskjell på området. OilSweeper vil med små endringer og modifiseringer kunne fungere som selvstendig effektiv høyhastighets lense. Den vil revolusjonere og endre måten oljevern blir planlagt og utført på og vil medføre en mye raskere og mer effektiv respons enn dagens utstyr.

9 REFERANSER

Litteraturliste:

- Asheim, H., (1985). *Petroleumsproduksjon og prosessering på plattformen. Kompendium i fag 24046, Petroleumsproduksjon 1.*
Trondheim: Universitetet i Trondheim. Norges Tekniske Høgskole. Institutt for petroleumsteknologi og anvendt geofysikk.
- Fazal, R. A., & Milgram, J. H., (1979). *The effects of surface Phenomena on the Spreading of Oil on Water.* Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Report Nr. 79-31, Index No. 78-331-Nom. S58
- Franzini, J. B., Finnemore, E. J., & Daugherty, R. L., (1997). *Fluid Mechanics, with engineering Application.* New York: Mc-Graw Hill
- Gåseidnes, K., (1994). *Kontroll og opptak av olje på havet.*
Trondheim: Knut\NOFOKU01.NOT\94.03.29
- Potter, S. & Morrison, J., (2008). *World Catalog of Oil Spill Response Products.*
Ottawa, Ontario: SL Ross Environmental Research Ltd.
- Waldichuk, M. (1974). *Oil spill prevention and removal handbook.* Marshall Sittig Noyes Data Corporation, Park Ridge, N.J.
- Wilkinson, W. L., (1960). *Non-Newtonian fluids. Fluid mechanics, mixing and heat transfer.* Oxford: Pergamon Press

Publikasjoner på Internett:

- Andersen, J. H., (2011). *NOFO og Kystverkets teknologiutviklingsprogram "Oljevern2010". Resultater pr. februar 2011 for utvalgte prosjekter.*
<http://www.olf.no/Documents/beredskaps%20foorum/7.%20NOFO-Kyv%20teknologiprogram.pdf>. Lesedato: [20.01.12]
- Delvigne, Gerard A. L. (1989). *Measurments on Natural Dispersion.*
http://books.google.no/books?id=Ot-o2wTnhX0C&pg=PA194&lpg=PA194&dq=gerard+delvigne+turbulence&source=bl&ots=knh2Lbek8S&sig=XkFvypw2G2c5n1xpap26nhx8_uM&hl=no&sa=X&ei=NG5XT-7mE5DY8gPx0Mj6Dg&ved=0CB8Q6AEwAA#v=onepage&q=gerard%20delvigne%20turbulence&f=false. Lesedato: [26.01.12]

- Det Norske Veritas, (2007). *Rapport nr. 2007-0934, rev. Veileder for miljørettet beredskapsanalyser.*
<http://www.olf.no/PageFiles/6550/Veileder%20for%20miljørettede%20beredskapsanalyser.pdf>. Lesedato: [06.02.12]
- Kystverket (2011). *Muligheter og begrensninger ved forurensningsberedskap.*
<http://www.kystverket.no/Beredskap/Forurensningsberedskap/Muligheter-og-begrensninger/>. Lesedato: [06.02.12]
- Maria Fossheim, (2006). *Stor oljelekkasje i Alaska.*
http://www.bellona.no/nyheter/nyheter_2006/stor%20oljelekkasje%20alaska.
Lesedato: [08.02.12]
- NOFI, (2012) . *NOFI Current Buster[®]-teknologi.*
<http://www.nofi.no/nofi-current-busterareg-teknologi-pat-aamp-pat-pending.4619513-139608.html>. Lesedato: [09.02.12]
- Norsk Stål AS (2012). *Prisliste på internett.*
http://www2.norskstaal.no/varekatalog/varekatalog.aspx?varegr=836_1#.
Lesedato: [15.02.12]
- Oilshaver, (2010). *Products.*
<http://www.oilshaver.com/p/products.html>. Lesedato: [06.02.12]
- Røsjøe, B., (2010). *Torskelarver sårbare for olje.*
<http://www.forskning.no/artikler/2010/november/271799>. Lesedato: [23.03.12]
- SINTEF, (2008). *Rapportnr: SINTEF F5443. Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet – Sektor petroleum og energi. Oljevern, saksnr. 07/00238.*
<http://www.dirnat.no/attachment.ap?id=970>. Lesedato: [23.03.12]
- Store norske leksikon, (2012). *Råolje.*
<http://snl.no/råolje>. Lesedato: [06.02.12]
- Vikoma Technology for a Cleaner Enviroment, (2010). *VIL003-10-01. Oil Recovery Skimmers. Innovation, quality, reliability.*
http://www.vikoma.com/files/Vikoma_Skimmers_Brochure_web.pdf.
Lesedato: [23.03.12]

Bilder:

Figur 2-1: World Catalog of Oil Spill response products, Steve Potter, Jake Morrison, SL Ross environmental research, USA, figure 1-1

Figur 2-2: Kontrollert brenning, Teknisk ukeblad 6/2011, *Olje og gass, robotstimer*.

Figur 2-3: Sorbente løsninger.

<http://www.gca.no/index.php?c=75&kat=Mobile+Spill+Kit>. Lesedato:[03.04.12]

Figur 2-4: Typer skimmer. <http://www.framo.com/default.aspx?pageld=70>

Figur 2-5: Kontrollert brenning, Teknisk ukeblad 6/2011, *Olje og gass, robotstimer*.

Figur 2-6: Spredning av kjemikalier med båt. SINTEF, (2008). *Rapportnr: SINTEF F5443*.

Figur 2-7: NOFI

<http://www.nofi.no/nofi-current-busterareg-teknologi-pat-aamp-pat-pending.4619513-139608.html>. Lesedato: [16.01.12]

Figur 2-8: Vikoma Technology for a Cleaner Enviroment, (2010). *VIL003-10-01. Oil Recovery Skimmers. Innovation, quality, reliability*. S: 22.

http://www.vikoma.com/files/Vikoma_Skimmers_Brochure_web.pdf.

Lesedato: [18.01.12]

Figur 2-9: Oilshaver, (2010). *Products*.

<http://www.oilshaver.com/p/products.html>. Lesedato: [18.01.12]

Figur 4-6: Diverse garn og tauprodukter:

<http://img1.custompublish.com/getfile.php/1128703.1531.vstcqtpppep/7+Garn,+line+og+jukse.pdf?return=www.nofi.no>. Lesedato:[23.01.12]

10 VEDLEGG

V01 BUDSJETT

V02 MILEPÆLPLAN

V03 HASTIGHET SLUSE

V04 1. PATENTSØKNAD

V05 TILBAKEMELDING FRA PATENTKONTOR

V06 TILSTØTENDE PATENT

V07 NY PATENTSØKNAD

V01 BUDSJETT

Prototype SEASWEEPER				
Budsjett	pris	antall	sum	Virkelig
Seasweeper				virkelig
Duk	80	70	5600	Reise NOFI 1715
Eyelets	15	50	750	Reise NORLENSE 4928
Festeører	150	50	7500	BOK 1732
Ventil	200	2	400	Materialer 1 6442,5
Verktøy	3550	1	3550	Materialer 2 3782,4
Kjetting	170	20	3400	Kamera 3400
Tau	50	50	2500	Leie Testhall 17187,5
Krok	150	10	1500	
Rør for olje	2000	1	2000	
feste rør	1000	1	1000	
kobling rør	1000	1	1000	
Produksjonskostnad	5000	1	5000	
Ramme				
Epoxy	2000	1	2000	
Glassfiber	1500	1	1500	
Produksjon	5000	1	5000	
Sum			42700	SUM 39 187

V02 MILEPÆLPLAN

Prosjektoppgave	Uke nr.																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Aktivitet																					
Definere prosjekt med ramme og tidsplan																					
Bakgrunnsinformasjon og teori																					
Konseptstudier																					
Godkjenning av budsjett og rammer																					
Bestilling av materiale og deler prototype																					
Bestille tid for test																					
Besøk leverandør																					
Produksjon av prototype																					
Test																					
Evaluerer av test																					
Klarijøre oppgavestruktur, drøfting og konklusjon																					
Gjennomgang, korrektur og endringer																					
Levere oppgave for print																					
Levere oppgave for sensur																					

V03 HASTIGHET SLUSE

Test tank	sluse inngang	sluse utgang	Forhold
Rpm	V(knop)	V(knop)	1,67
370	0,5	0,8	
540	1,0	1,7	
850	1,5	2,5	
1100	2,0	3,3	
1500	2,5	4,2	

V04 1. PATENTSØKNAD

Patentstyret

Sandakerveien 64

Pb. 8160 dep 0033 Oslo

Søknad om patent

Søker: Tor Harald Eriksen
Randemsletta 10
1540 Vestby

Oppfinner: Søkeren

Oppfinnelsens benevnelse: Oljevern utstyr

1.

Patentbeskrivelse:

Oppfinnelsen angår Oljevern utstyr for oppsamling av olje på overflaten, så som hav, vann eller sjø, og er en type aktiv oppsamler av olje.

Det finnes mye utstyr som forestår oljevern, men det er vanskelig å samle opp olje effektivt ved dårlig vær, høye bølger eller sterk strøm. Oppfinnelsen vil dekke behov for mer effektivt og fleksibelt oljevernutstyr og kan brukes til å samle opp og ivareta olje ved lekkasje, utblåsning eller andre uhell til vanns.

Teknikkene som brukes i dag går ut på enten å stoppe eller forhindre oljen ved lenser som legges rundt oljesølet, aktiv oppsamler som slepes rundt og samler opp oljen, bruk av dispergeringsmidler for oppløsning eller brenning av oljen på stedet. Den metoden som likner mest på oppfinnelsen er aktiv oppsamler, enhet som slepes rundt og samler opp oljen og skiller denne ut for videre prosessering.

Utfordringene med dagens systemer er at de er relativt resurskrevende og krever spesialbåter og spesialutstyr for å kunne operere. Alle kjente metoder går ut på å skille oljen fra vann ved hjelp av mekaniske midler.

Formålet med oppfinnelsen er å komme opp med en ny, enkel og effektiv metode som ikke krever spesialutstyr og som kan driftes av vanlige båter med lite resursbruk for å samle opp oljen. Dette gir raskere respons og øker sjansen for effektiv oppsamling.

2

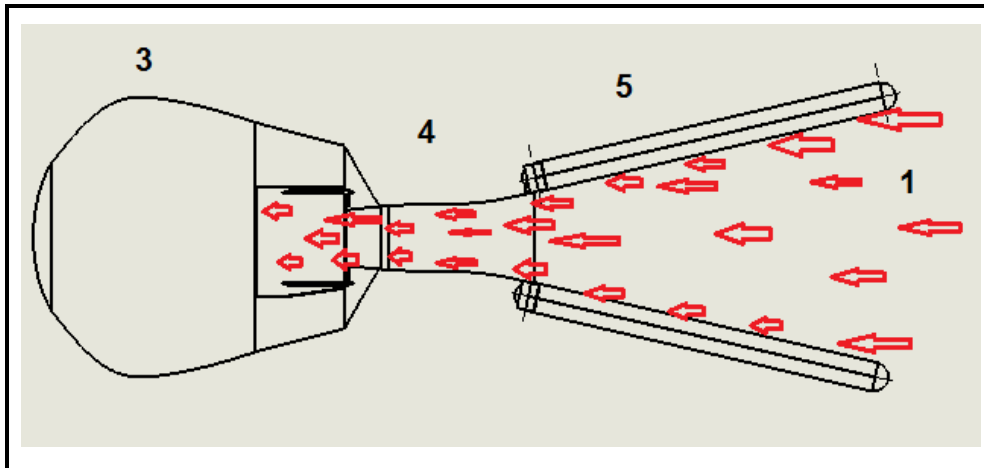
Prinsippet for oppfinnelsen er vist på tegningen, der figur 1 viser en aktiv oljelense vist nedenfra og opp mot overflaten, figur 2 viser den aktive oljelensen sett fra siden.

Oppfinnelsen baserer seg på enkel teori om tyngdekraft, oppdrift, viskositet og forskjell i de fysiske egenskapene mellom olje og vann. Produktideen er å bruke de fysiske egenskapene til de forskjellige væskene, vann og olje til å skille disse og dermed kunne bruke vanlig pumpeutstyr for å ta opp eller ganske enkelt oppbevare oljen midlertidig uten å være avhengig av spesialutstyr.

Ved fremdrift av den aktive oljelensen presses oljen ned under overflaten av en Ramme(4), hvor væsken under vann passerer forbi en åpning i Oppsamler(3) som oppbevarer og separerer olje, oppdriften sørger for at oljen går opp og inn i beholder mens vannet passerer forbi. Væske 1 samles opp av frontåpning(5), ledes bak av linsen til Rammen(4) som presser væsken(1) ned til åpning i Rammen. Oppdrift gjør at væske 1 går opp i Oppsamler og fortrenger væske 2 som blir presset ut. Samtidig vil forskjellen i oppdrift sørge for at oljen som kommer inn i oppsamler/holder(3) fortrenger vannet etter hvert som den fylles med olje.

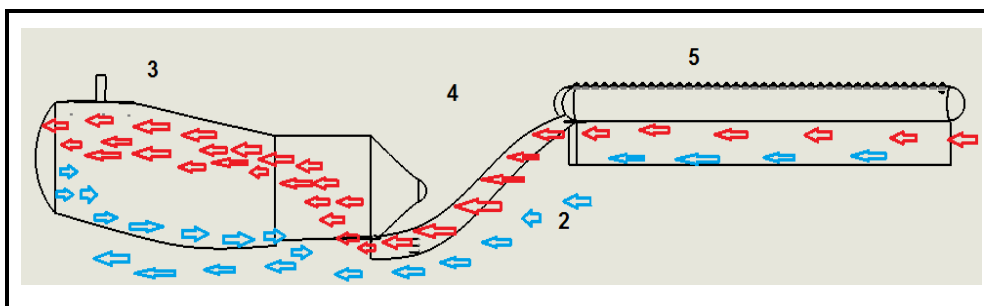
Oppsamler/holder(3) er utstyrt med slange kobling for tilkobling og tømning av olje.

Delene til oljelensen er av helt konvensjonell og vanlig fiberduk egnet for bruk i oljemiljø, rammen som presser væsken kan være utformet av plast, metall eller annet egnet materiale. Oppsamler er utformet på en slik måte at den enkelt kan kobles fra Ramme og front åpning med lense(5), og kan deretter brukes som selvstendig enhet for oppbevaring og lagring av oljen. På grunn av tyngdekraft og oppdrift vil ikke oljen kunne gå ned og ut av hullet.



Figur 1. Viser oljelensen med

væskestrøm.



Figur 2. Viser oljelensen med væskestrøm fra siden.

3

Patentkrav

Prinsippet med å bruke trykkbelastning fra den nedsenkede Oppsamlingsenheten(3) til å forsterke virkningen av forskjell mellom de fysiske egenskapene mellom væskene med den hensikt å separere væskene fra hverandre. Prinsippet ved bruk av de fysiske egenskapene til de forskjellige væskene, ved å tvinge oljen ned og under vann for deretter å bruke trykkbelastningen fra vannet og forskjell i oppdrift til å skille væsken(2) fra vannet, i en dertil egnet Oppsamlingsenhet(3).

Viskositet, forskjellen mellom de 2 væskene(1,2) og trykkbelastningen fra den nedsenkede Oppsamlingsenheten(3) i havet brukes til videre prosessering og dermed kan det brukes vanlig pumpeutstyr for å ta opp eller ganske enkelt oppbevare oljen midlertidig i Oppsamlingsenheten(3) uten å være avhengig av spesialutstyr.

4

Sammendrag

Prinsipp ved bruk av trykk fra nedsenket Oppsamlingsenhet(3) for å skille og separere 2 væsker(1,2) fra hverandre og bruke forskjell i egenskaper mellom væskene til videre prosessering, i en dertil egnet Oppsamlingsenhet(3).

V05 1. TILBAKEMELDING FRA PATENTSTYRET

Vegard Arnhoff,
IPR manager, Legal Counsel
UMB Technology Transfer Office
Norwegian University of Life Sciences
(vegard.arnhoff@umb.no)

patent varemærke design
Patentstyret 

Sandakerveien 64
Pb. 8160 dep 0033 Oslo
Telefon +47 22 38 73 00
Infosenter +47 22 38 73 33
mail@patentstyret.no
www.patentstyret.no
Bankgiro 8276 01 00192
Org. nr. 971526157 MVA

 Partner
nordic patent institute

Oslo, 2012.02.02

Vår ref.: **2012-0068P**

FORUNDERSØKELSE - PATENT

Forundersøkelse angående "oljevernustyr".

1. Innledning

Vi har utført en forundersøkelse i henhold til bestilling av 2012.01.19. Vi har vært i telefonsamtale med Tor Harald Eriksen den 2012.01.31, hvor sistnevnte redegjorde for oppdragsgjenstanden og om egne søk som er foretatt. Det ble avtalt at undersøkelsen oversendes elektronisk til oppdragsgiver Vegard Arnhoff.

2. Beskrivelse av søkene

Hensikten med undersøkelsen er først og fremst en nyhetsgransking, men også en vurdering av patenterbarheten.

Oppdragsgjenstanden ses å beskrive et prinsipp for å separere olje på overflaten av sjø.

Vi har derfor forsøkt å finne dokumenter som omhandler prinsippet med å bruke trykkbelastning fra en nedsenket oppsamlerenhet til å forsterke virkningen av forskjell mellom de fysiske egenskapene mellom væskene (særlig egenvektforskjellen) med den hensikt å separere de fra hverandre. Dette gjøres ved å tvinge væsken nedover/bakover via et skrått plan og videre inn i en beholder. Oljen vil da stige oppover og fortrenge vannet via åpning i bunn.

Søkene er foretatt i følgende patent-kilder:

- Databasen epodoc via portalen EPOQUE
- Databasen Patgransk

Vi har utført følgende søk:

I databasen epodoc har vi gjennomgått følgende ECLA (European Patent Classification)-klasser: E02B15/00, E02B15/04, E02B15/04B, E02B15/04B2, E02B15/04C, E02B15/04F, E02B15/04F2, E02B15/04F4, E02B15/04F6, og E02B15/04F8.

Det nordiske materialet er også gjennomgått for IPC (International Patent Classification)-klasse: E02B 15/00-15/10.

For relevante patentdokumenter som er funnet er det også utført siteringssøk, for å finne siterte dokumenter og siteringer.

3. Resultat fra nyhetsgranskningen

Det er trukket ut følgende relevante publikasjoner;

- D1 [NO912146](#) (se særlig figur 8-9)
- D2 [NO166659B](#)
- D3 [DE10221069](#)
- D4 [US4049554](#) (se figur 2)
- D5 [JP51095379A](#)
- D6 [JP50065506A](#)
- D7 [FR2645888](#)
- D8 [US4191650](#)
- D9 [US3847816](#)
- D10 [WO2011087368](#) (figur 6)
- D11 [DE2819521](#)
- D12 [GB1353182](#)
- D13 [FR2854126](#)
- D14 [FR2936532](#)
- D15 [JP2000008355](#)
- D16 [NO810372](#)
- D17 [BE864780](#)
- D18 [NO773442](#)

Vi gjør oppmerksom på at informasjon fra databasesøkene ikke kan mangfoldiggjøres for å selges videre, men kun benyttes internt i deres firma.

Nyhet:

D1-D13 ses alle å utnytte trykkbelastning fra en nedsenket/neddykket oppsamlerenhet til å forsterke virkningen av forskjell mellom de fysiske egenskapene mellom væskene med den hensikt å separere de fra hverandre. Dette gjøres ved å tvinge væsken nedover/bakover og videre inn i en beholder eller et rom med en nedre åpning. Oljen vil da stige oppover og fortrenge vannet.

Med unntak av utformingen av oppsamlerenheten i forundersøkelsen ses prinsippet for separering, slik det fremkommer i patentkravet i forundersøkelsen å være tidligere kjent fra hver av de ovennevnte publikasjonene D1-D13, jf. kanskje særlig D1, figur 8-9, og tilhørende tekst side 3, siste avsnitt, og patentkrav 3, side 4, som viser både lenser og en neddykket beholder, og som benytter det samme prinsippet.

Til informasjon er også D14-D18 vedlagt som eksempler på oppsamlingsenheter i form av poser, beholdere, etc, hvor det også foregår en utskilling på grunn av egenvektforskjeller mellom væskene, men uten at væsken ses å være aktivt neddykket og tilføres fra undersiden.

Oppfinneshøyde:

Da det ovennevnte prinsippet i forundersøkelsen ikke kan ses å inneha nyhet, innehar det følgelig heller ikke oppfinneshøyde, jf. patentlovens (PL) § 2 første ledd. Det samme vil gjelde for oppsamlerenheten, isolert sett.

Når det gjelder den viste kombinasjonen i forundersøkelsen vil det objektive tekniske problem som løses av oppdragsgjenstanden, sett i forhold til kjent teknikk, kunne anses som hvordan tilveiebringe en alternativ utforming av oppsamlerenheten. Sett på bakgrunn av kjent teknikk ville fagmannen forstå at han kan benytte dette i og for seg kjente prinsippet i kombinasjon med den i og for seg kjente oppsamlerenheten for å komme frem til oppdragsgjenstandens sammenstilling. Vi anser derfor at oppdragsgjenstanden sammenstilling heller ikke vil inneha oppfinneshøyde.

4. Konklusjon

Vi er følgelig av den oppfatning at oppdragsgjenstanden som er presentert ikke kan ses å ha patenterbare trekk, jf. PL § 2, første ledd.

5. Forbehold

Forundersøkelsen er i utgangspunktet begrenset til 10 timer av oppdragsgiver. Dette vil ikke innebære en fullstendig granskning, men har dekket det mest relevante materialet, og vi har derfor vurdert det slik at en utvidelse av rammen ikke er helt nødvendig for å få en vesentlig bedre undersøkelse, og som er i tråd med oppdragsgivers ønske. Et mer omfattende søk vil muligens kunne fremskaffe informasjon om andre relevante dokumenter. Basert på vår erfaring og søket som allerede er utført, bør eventuelle ytterligere søket også omfatte søk i databasen WPI.

For ordens skyld gjør vi oppmerksom på at undersøkelsen og eventuelle vurderinger er utført på grunnlag av det materialet og de kilder som er tilgjengelige i Patentstyret. Det kan også forekomme relevante patentpublikasjoner som ennå ikke er publisert.

Granskningsmaterialet er av et stort omfang, og det kan unntaksvis forekomme feil eller mangler.

Skal du senere innlevere en patentsøknad, vil du bli bedt om å oppgi referansenummeret på forundersøkelsen dersom den er relevant for søknaden. Du skal ikke legge ved dokumentet med resultatet av forundersøkelsen. Hvis du likevel legger ved dette dokumentet, vil det bli gjort allment tilgjengelig i henhold til patentloven § 22.

Ta gjerne kontakt med meg på telefon 22387525 eller e-post ska@patentstyret.no hvis du har spørsmål eller kommentarer.

Med vennlig hilsen

Øystein Skalland
Patentavdelingen

Vedlegg:
NO912146

(de øvrige publikasjonene fremkommer ved å følge linkene til espacenet ovenfor)

V06 TILSTØTENDE PATENT



NORGE

(12) UTDRAK

(19) NO (21) 912146 (13) L

(51) Int Cl⁵ E 02 B 15/04

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	912146	(86) Int. inng.dag og søknadsnummer
(22) Inng. dag	04.06.91	(85) Videreføringdag
(24) Løpedag	04.06.91	(30) Prioritet
(41) Alm. tilgj.	07.12.92	Ingen
(62) Stamsøknad		
(83)		

(71/73) Søker/Innehaver Olav Lie, Birkelundsv. 28, 1481 Hagan, NO

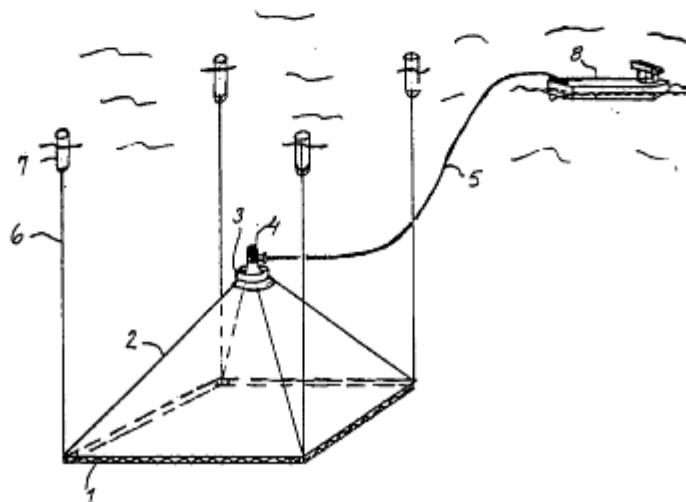
(72) Oppfinner(e) Søkeren

(74) Fullmektig Ingen

(54) Benevnelse Modulbygget undervanns oljeoppsamler/flytende fiskeoppdrettstank

(57) Sammendrag

Moduloppbygget undervanns oljeutskillingsanlegg der hver modul består av en nedre ramme 1, kryssavstivet i horisontalplanet, sverrisk opplagret i hvert hjørne, spissen vendt oppover og påmontert en avkortet pyramide eller annen mot toppen avsmalnende traktform av elastisk oljetett duk 2, oljetett tilkoblet flytering 3, separator ll påmontert pumper 4, tilkoblet slange 5 som går til overflate oppsamlerstank eller flåmetårn. Hver olje/gass-utskillingsmodulene henger i vire 6 fra flytebøye 7 på overflaten. Under disse sammensatte utskillingsmoduler er det montert en oppsamlertrakt med åpen underside som er beregnet til å føres over den oppstrømmende olje/gassblanding samle opp og fordele denne gjennom en manifold og slanger med individuell avstegningsmulighet til hver av de ovenforliggende utskillingsmoduler.



16

Date	Patentsøknad nr.:
04. JUN 91	9 12 14 6

1

Modulbygget undervanns oljeoppsamler / flytende fiskeoppdrettstank.

Oppfinnelsen angår en pyramideformet trakt beregnet for oljeoppsamling m/intern vannutskilling og eventuelt gasseparering og utformet som fiskeoppdrettstank når den er i beredskap.

Oljeoppsamling fra vann kjennetegnes av et hovedproblem bestående i å skille ut oljen fra vannet før den pumpes over i oppsamlingstank. Dette for å redusere behovet for tankkapasitet for den oppsamlede olje. For eksisterende utstyr som arbeider på overflaten er utskillingsproblemet dels bølger som bryter og blander vann inn i den flytende olje og presser denne nedover i vannmassene og dels bølgenes bevegelses-påvirkning på skimmerutstyret som samler opp og vidrefører oljen til oppsamlerstank.

Undervanns (blow out) oljeutstrømming kjennetegnes vanligvis av utstrømmende olje iblandet gass under høyt trykk. Gassen vil utvide seg under oppstrømming etterhvert som trykket avtar med følge at store vannmengder blir dratt med oppover mot overflaten. Oljen vil da kunne bli iblandet store mengder vann i tillegg til gassen. For oppsamling under vann må gassen utskilles v/separering og ledes til overflaten for oppsamling eller avbrenning og oljen må separeres fra vannet før oppsamling.

For oppsamling av olje under vann er det tidligere lansert oppsamlerkjegle som plasseres over utblåsningspunktet med tett slange til en olje/gass - olje/vann separator som enten flyter under vann eller er plassert på overflaten.

Ved å plassere en oppsamlertrakt over oppstrømmende olje/gassblanding og ved hjelp av manifold og slanger m/fjernstyrte avstegningsventiler fordele denne olje/gass/vannblanding kontinuerlig eller periodevis til flere overforliggende pyramideformede trakter med separator for olje/gass oppnåes mindre turbulens og strømming i hver separatorenhet og dermed mindre vannholdig oppsamlet olje.

Dette oppnåes i følge oppfinnelsen ved å sammenmontere i horisontalplanet flere pyramideformede trakter med åpen underside og spissen opp, henge disse i flytebøyer fra overflaten, under bølgenes påvirkning og anordne olje/gass separator i pyramidespiss med tett slangeforbindelse til overflateoppsamler og/eller flåmetårn. Fordeling av gass/olje/vann blanding til alle pyramidetrakter oppnåes ved å feste en separat traktoppsamler under de sammenmonterte pyramidetrakter og ved hjelp av en manifold og slanger m/fjernstyrte avstegningsventiler fordele oppstrømmende olje/gass/vann til de ovenforliggende pyramidetrakter for separering/oljeutskilling.

Oljeoppsamlertrakt benyttet som vannutskiller v/overflateoppsamling består i ved hjelp av v-formede lenser å lede oljen inn under nedre forkant trakt, der prinsippet er at nedre traktareal og traktens innvendige høyde er så stor at oljen stiger opp over bakoverstrøm før den treffer traktens bakside. Dermed vil oljen ikke følge vannstrømmen videre bakover, men stige videre mot traktspiss(pyramidespiss) og utskilles for videre pumping til oppsamlerstank.

Ved å snu traktens spiss nedover, pumper tilkoblet overflate renseanlegg med slangeforbindelse og rammeverk flytende på overflaten så at innvendig og utvendig vannvolum er fysisk adskilt kan systemet benyttes til fiskeoppdrett av type "lukket anlegg". Ved å erstatte dagens oppdrettsanlegg med dette system oppnåes foruten god oljevernberedskap langs hele kysten også store miljømessige fordeler og et oljevernssystem som er selvfinansierende.

Oljeoppsamling oppnåes i følge oppfinnelsen ved at det til et nedre rammeverk festes en traktformet oljetett armert duk med spissen vendt oppover og festet til en flytering påmontert oljepumpe med tett slangeforbindelse videre til overflateoppsamlerenhet. Traktens nedre rammeverk henger i flytebøyer fra overflaten i et nivå der traktspiss er under overflatebølgens påvirkning. P.g.a. egenvektforskjell utskilles oljen i den traktformede del under pumpe med følge at olje med lavt vanninnhold kan viderepumpes til oppsamlerenhet på overflaten.

Oljeoppsamlingsmodul i beredskap benyttet som fiskeoppdrettsanlegg av type " lukket anlegg" består i å snu traktspiss nedover med slangeforbindelse fra pumper til renseanlegg. Flytebøyer montert under rammeverk og rammen trimmet til nødvendig flytenivå slik at innvendig og utvendig vannvolum i trakt er fysisk adskilt. Flytering i traktspiss er fylt med vann og vanntilførsel tilkoblet anlegg for surstoffanriking eller tilførselpumper.

For å dekke nødvendig areal ved f.eks. "blow out" er traktmodulene sammenmonterbare med tilsvarende moduler og kan ta vertikale bevegelser i alle 4 hjørner med oljetett forbindelse mellom modulene.

Ved oljeoppsamling tilpasses avstand traktspiss - havoverflate aktuell bølgehøyde. Ved f.eks. offshore oljeoppsamling i store bølger trimmes flytebøylene til min. nødvendig oppdrift for å unngå store variasjoner i vertikale krefter når flytebøylene overflømmes.

Oljeoppsamler i følge oppfinnelsen er vist på tegning der fig.1. viser et sideriss av 1 modul hengende i flytebøyer og tilkoblet oppsamletankbåt.
Fig.2. viser sideriss av fig.1, sammenkoblet med flere pyramidemoduler og med en underliggende oppsamlertrakt med manifold og fordelings-slanger til ovenforliggende pyramidemoduler.
Fig.3.a. viser fig.2. sett ovenfra.
Fig.3.b. viser underliggende oppsamlertrakt sett ovenfra med detalj av fordelingsmanifold.
Fig.4. viser modul i fig.1. vendt 180 grader og benyttet som flytende tank for fiskeoppdrett.
Fig.5a. viser detalj av hjørneløsning med sværisk opplagrede rammevanger.
Fig.5.b. viser modulkjørne før sammenmontering som vist i fig.5.a.
Fig.6. viser detalj av tetting mellom rammevanger og sammenkobling av disse.
Fig.7. viser snitt av pumpeunit m/flytering tilkoblet duk i pyramidespiss og enkel gass/olje/vannseparator.
Fig.8. viser sidesnitt pyramidetrakt benyttet som vannutskiller i forbindelse med overflatelenser.
Fig.9. viser fig.8. sett ovenfra. Snitt A - A fig.9. viser snitt av innløp nedløpstrakt til utskillingsmodul.

Oljeoppsamleren er vist med 1 stk. traktmodul i fig.1, bestående av ramme 1 påmontert en pyramideformet elastisk oljetett duk 2 som i pyramidetoppen (fig.6.) er festet til en flytering 3, påmontert pumpeunit 4 tilkoblet flyteslange 5. I hvert ramnehjørne er wire 6 tilkoblet flytebøye 7. Flyteslange 5 er forbundet med oppsamlertank 8.

Fig.2. viser flere enkelt-moduler sett fra siden og sammenkoblet over en større flate, foranket til oppsamlertank 8 gjennom wire 9.

Blow out olje/gass oppsamlertrakt 29 med fordelingsmanifold 30 er plassert under en av pyramidemodulene gjennom mont.stag 31 som er festet fra oppsamlertrakt 29 til ovenforliggende modulramme 1. Fra fordelingsmanifold 30 på toppen av oppsamlertrakt går det slange 32 til alle overliggende pyramidemoduler for separering olje/gass/vann. Ved små trykk kan strømningspumpe innstalleres i fordelingsmanifold.

Flere enkelt-moduler sammenkoblet og sett ovenfra er vist i fig.3.a. Sammenkoblingsprinsippet i ramnehjørner er vist i fig. 5.a. der en modul i hvert av sine 4 ramnehjørner har montert en tilkoblingsbrakett bestående av firkanttrør m/hull for tapp 16 i 3 av sidene. Hver ramnevange er sværisk opplagret i bolt 18 som er montert i brakett 19 eller 20. Sammenkobling av moduler skjer ved at inntilliggende moduler med hjørneløsning vist i fig.5.b. skyver tapp 16 inn gjennom hull i firkanttrør 15 og låses ved å skyve ned plate 17.

Fig.3.b. viser detalj av fordelingsmanifold 30 sett ovenfra med plassering av flyteslangeuttak 32.

Oljeoppsamler-modul benyttet som lukket anlegg i fiskeoppdrett er vist i fig.4. der pyramidespiss er vendt nedover med flytebøye 7 montert til ramme 1, flyteslange tilkoblet renseanlegg som fører vann m/bunnfall fra hver pyramidemodul til landbasert renseanlegg 13 og vann fra surstoffanrikingsanlegg 14 tilbake til pyramidemoduler gjennom slange 15.

Fig.6. viser moduler i posisjon benyttet som fiskeoppdrett med ramnevanger låst til hverandre gjennom bolt 22 og innbyrdes tetthet med duk 21 (viktig når den benyttes til oljeoppsamling).

Fig.7. viser snitt av separatorenhet 11 med utenpåliggende flytering 3 påmontert, pumper 4 og festet til toppen (spissen) av pyramide traktduk 2.

Fig.8. Oljeoppsamleren benyttet som overflateoppsamling i forbindelse med oljelenser er vist med 1 stk. pyramidemodul i fig.8. der oljelense 23 og overliggende nedføringsduk 24 er festet til modulramme 1, overliggende nedføringsduk har flytebøyer 25 i forkant. Flyteslanger 5 til oppsamlertankbåt, slepebåt trekker lense og oljeoppsamlere mot strømreretning gjennom wire 26 og 27 hvortil sidelense 23 og nedføringsduk 24 er festet, pumper 4 er tilkoblet oppsamlertankbåt/slepebåt 28 gjennom flyteslanger 5.

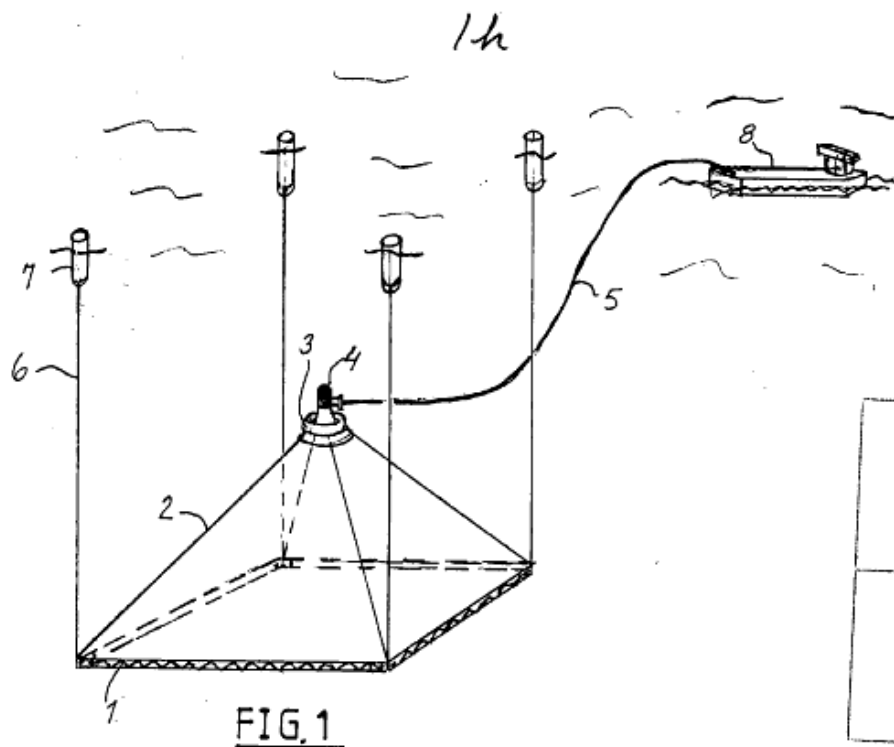
Patentkrav.

1. Pyramideformede moduler benyttet til oppsamling av oppstrømmende olje i vann, k a r a k t e r i s e r t v e d at traktformede moduler enkelvis eller satt sammen med innbyrdes oljetetthet over større flater henger under vann i flytebøyer fra overflaten og med åpen underside og spissen oppover, oljetett forbundet til overflaten med slange og svarisk opplagrede sidevanger i alle hjørner slik at alle hjørner kan beveges vertikalt i forhold til de andre modulhjørner.

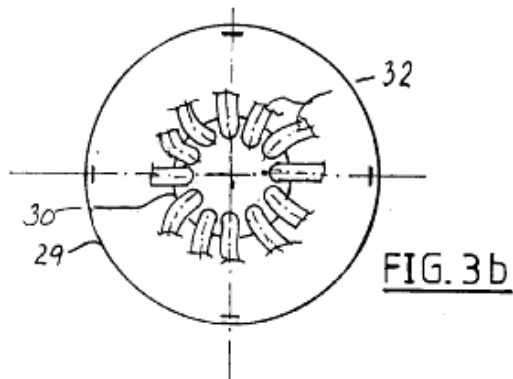
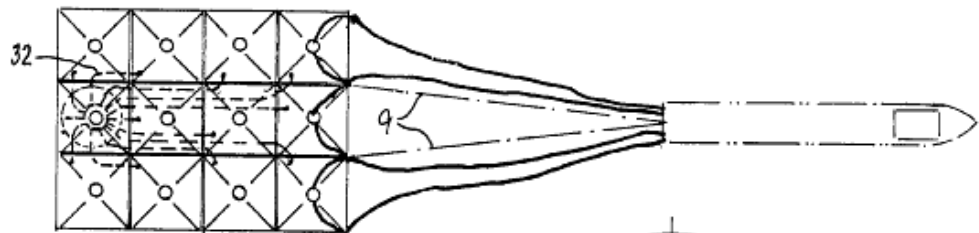
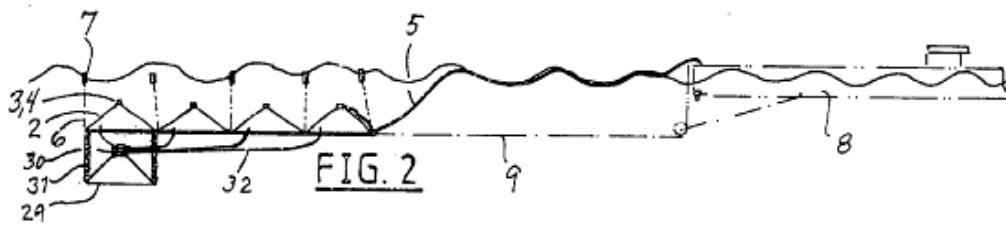
2. Flere traktformede moduler montert sammen over en større flate i følge krav 1 benyttet til undervanns olje/gassoppsamling over blow out punkt, k a r a k t e r i s e r t v e d at en oppsamlertrakt føres over oppstrømmende olje/gassblanding, samler opp og fordeler denne gjennom en manifold og slanger med individuell avstegningsmulighet til de andre traktmoduler for separering olje/gass/vann og videretransport til overflateoppsamlerehet eller avbrenning.

3. Pyramidemoduler i følge krav 1 benyttet som vannutskiller ved oppsamling av olje flytende på havets overflate, k a r a k t e r i s e r t v e d at traktformede moduler henger i flytebøyer fra overflaten under havets overflate og fortrinnsvis under bølgenes påvirkning og at det ut fra forreste moduls nedre ramme går ut vertikale lenser i v-form og at denne linse har lukket horisontal overside fra underside pyramides nedre fremkant og på skrå fram og opp til havets overflate og over bølgenes innkommende høyde slik at når oljelenser taues mot strømmen med overflateolje følger oljen strømmen nedover eventuelt pumpes mekanisk inn under pyramiden, der pyramiden er så stor både i bredde og lengde at oljen stiger opp over den underliggende bakoverrettede vannstrøms påvirkning før denne treffer innsiden på pyramidemodulens bakvegg og p.g.a. egenvektforskjell olje/vann vil stige mot pyramidespiss.

4. Pyramidemoduler benyttet til fiskeoppdrett av type "lukket anlegg" dvs. pyramidemodulens innvendige vannvolum er fysisk adskilt fra utside vann, k a r a k t e r i s e r t v e d at pyramidemoduler i følge krav 1 snues med spissen vendt nedover og flyter på luftfylte flytelegemer festet til pyramidens rammeverk slik at innvendig vannvolum blir adskilt fra utvendig vannvolum og avløp forbundet med lukket forbindelse til renseanlegg og mekanisk tilførsel av rent eventuelt surstoffanrikt vann og flytering i pyramidespiss fylt med vann.

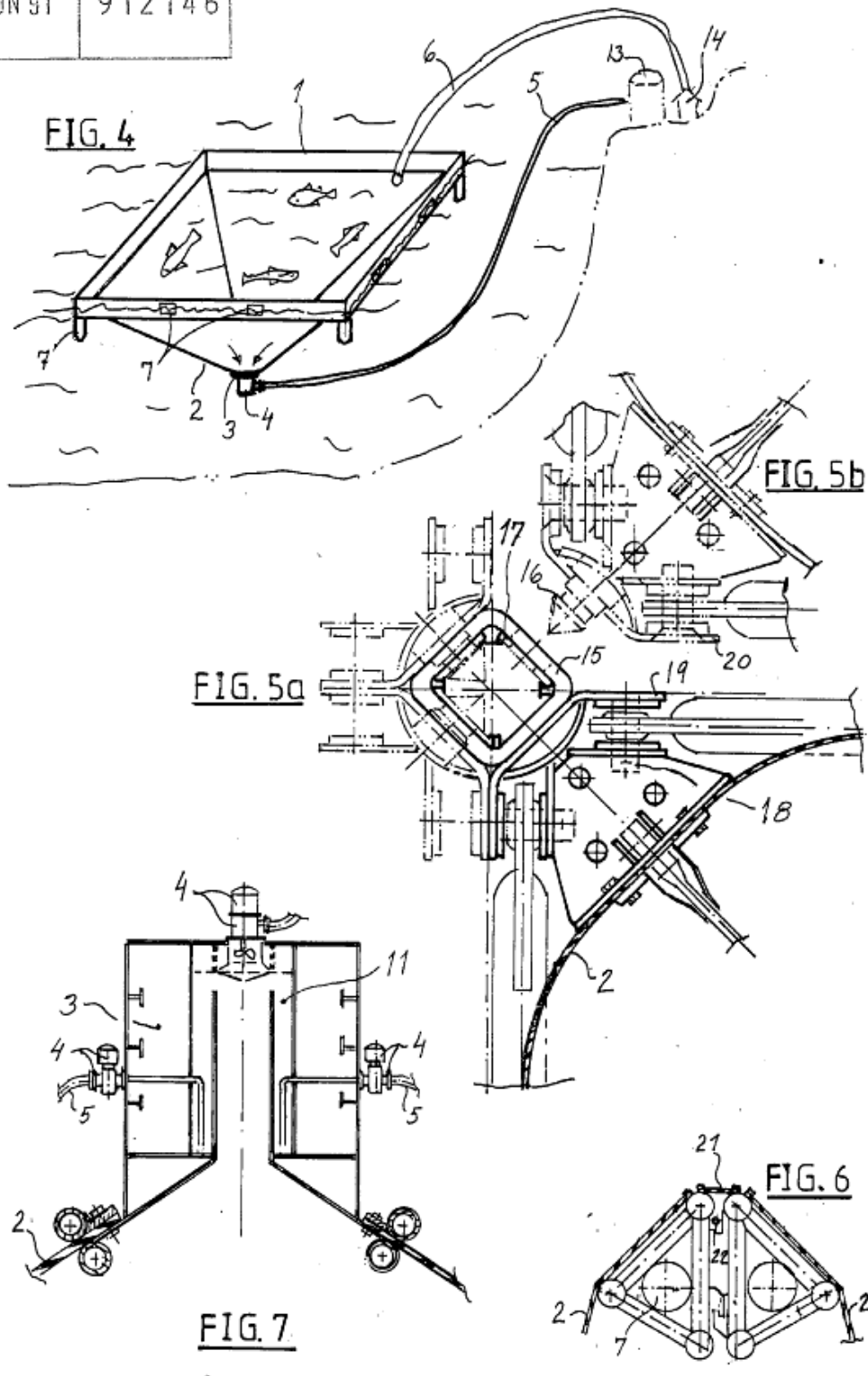


Skrivet for det industrielle Eriksen	
Dato	04. JUN 91
Patentsøknad nr.:	9 12 1 4 6



Styret for det industrielle rettsvern	
Dato	Patenteknad nr.:
04. JUN 91	912146

1a



Sjette for det norske Patentvesen	
Dato	Patentskjad nr.:
04. JUN 91	912146

lj

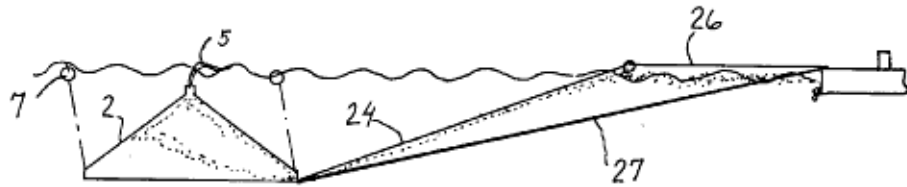
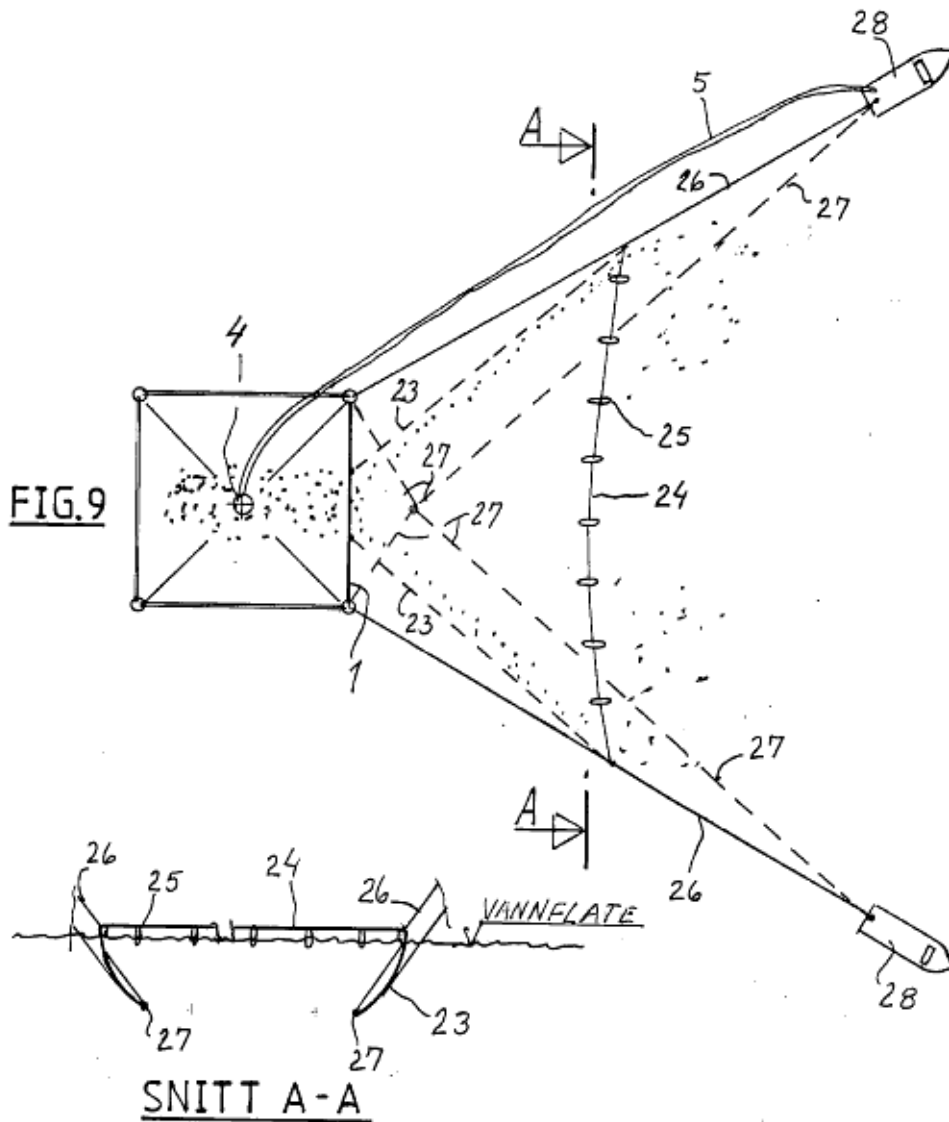


FIG. 8



SNITT A-A

V07 NY PATENTSØKNAD

Patentstyret
Sandakerveien 64
Pb. 8160 dep 0033 Oslo
Søknad om patent

Søker: Tor Harald Eriksen
Randemsletta 10
1540 Vestby

Oppfinner: Søkeren

Oppfinnelsens benevnelse: Oljevern utstyr

1.

Patentbeskrivelse:

Oppfinnelsen angår Oljevern utstyr for oppsamling av olje på overflaten, så som hav, vann eller sjø, og er en type aktiv oppsamler av olje.

Det finnes mye utstyr som forestår oljevern, men det er vanskelig å samle opp olje effektivt ved dårlig vær, høye bølger eller sterk strøm. Oppfinnelsen vil dekke behov for mer effektivt og fleksibelt oljevernutstyr og kan brukes til å samle opp og ivareta olje ved lekkasje, utblåsning eller andre uhell til vanns.

Teknikkene som brukes i dag går ut på enten å stoppe eller forhindre oljen ved lenser som legges rundt oljesølet, aktiv oppsamler som slepes rundt og samler opp oljen, bruk av dispergeringsmidler for oppløsning eller brenning av oljen på stedet. Den metoden som likner mest på oppfinnelsen er aktiv oppsamler, enhet som slepes rundt og samler opp oljen og skiller denne ut for videre prosessering. All separasjon av oljen skjer på overflaten.

Utfordringene med dagens systemer er at de er relativt resurskrevende og krever spesialbåter og spesialutstyr for å kunne operere. Alle kjente metoder går ut på å skille oljen fra vann ved hjelp av mekaniske midler.

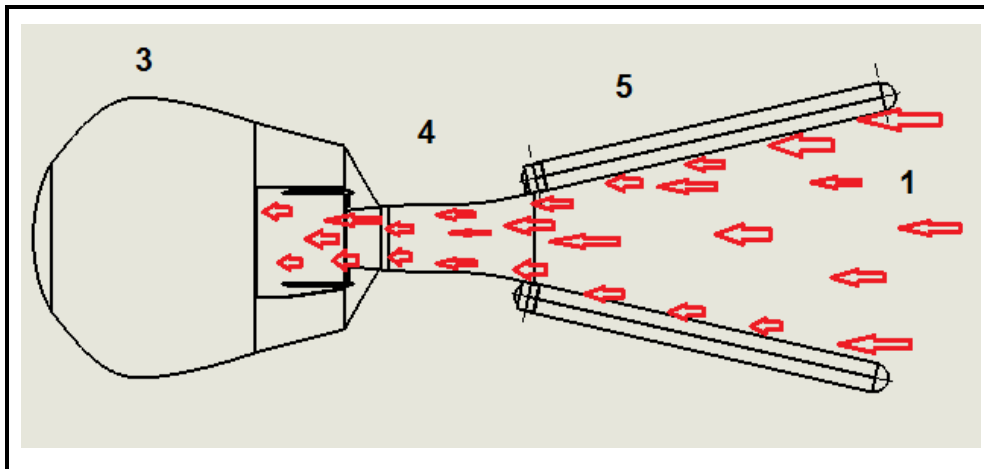
Formålet med oppfinnelsen er å komme opp med en ny, enkel og effektiv metode som ikke krever spesialutstyr og som kan driftes av vanlige båter med lite resursbruk for å samle opp oljen. Dette gir raskere respons og øker sjansen for effektiv oppsamling.

2

Prinsippet for oppfinnelsen er vist på tegningen, der figur 1 viser en aktiv oljelense vist nedenfra og opp mot overflaten, figur 2 viser den aktive oljelensen sett fra siden. Oppfinnelsen baserer seg på enkel teori om tyngdekraft, oppdrift, viskositet og forskjell i de fysiske egenskapene mellom olje og vann. Produktideen er å skille de forskjellige væskene, vann og olje, ved å bruke turbulens som oppstår ved enden av sluse, oppdrift i oljen og forskjell i strømningene til å skille væskene. All separasjon av oljen skjer under vann.

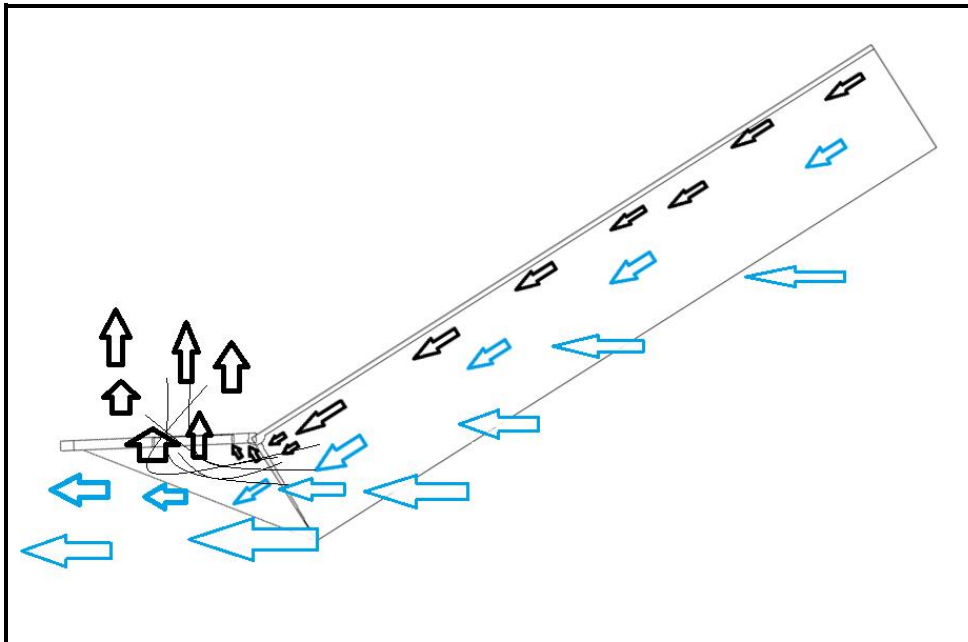
Ved fremdrift av den aktive oljelensen presses oljen ned under overflaten av en Sluse(figur 2), hvor væsken ledes langs slusen mot Oppsamler. Utformingen av slusen med innsnevring nede fører til at hastigheten på væskene inne i slusen øker og blir 1,67 ganger større enn hastigheten på væskene rundt. Ved enden av slusen er det montert en forhøyning(figur 4) som sammen med slusekant og forskjell i hastighet mellom væskene inne i sluse og utenfor, skapes turbulens ved overgang slusekant. På grunn av forskjell i hastighet og vinkel på strømningene, forskjell i viskositet og forskjell i oppdrift mellom de to væskene, skapes det turbulens ved overgangen med det resultat at oljen blir skilt fra vannet og slått rett opp og inn i beholder.

Slusen som fører væsken ned under vann kan være utformet av plast, metall eller annet egnet materiale.

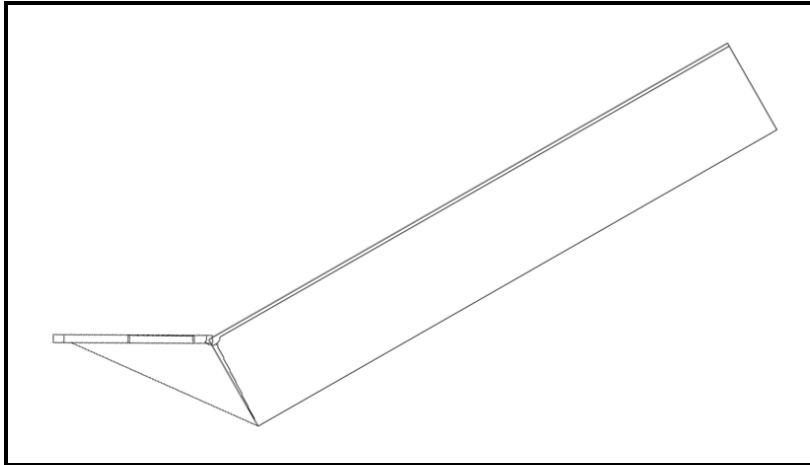


Figur 1. Viser

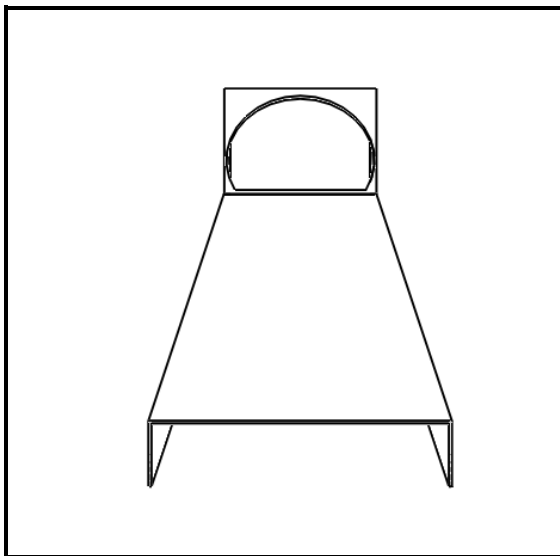
oljelensen med væskestrøm sett ovenfra og ned.



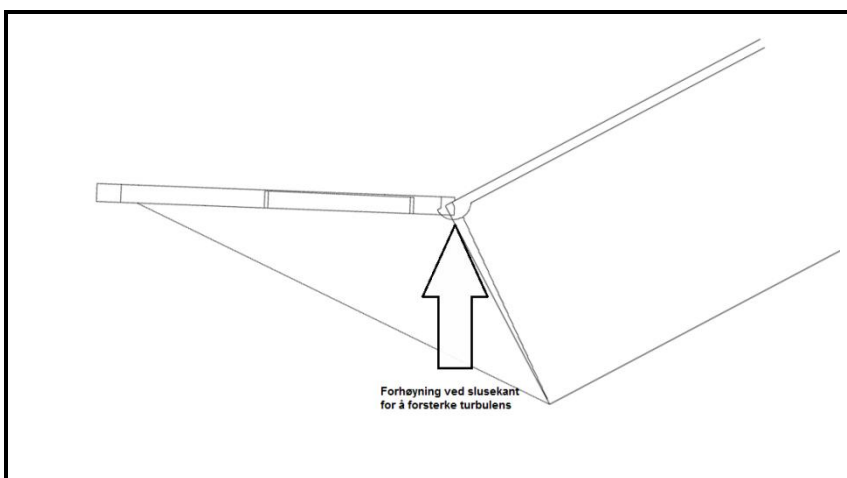
Figur 2. Viser Sluse med væskestrøm fra siden, streker indikerer turbulens skapt av strømmingene mellom slusekant og vann, denne slår oljen opp og inn i Oppsamler.



Figur 3. Viser Sluse sett fra siden



Figur 4. Viser Sluse sett ovenfra og ned, med åpning ved enden hvor turbulens skapes.



Figur 5. Viser forhøyning ved slusekant for å forsterke turbulens.

3

Patentkrav

Prinsippet med å bruke forskjell i de fysiske egenskapene til to væsker, olje og vann, skille disse ved hjelp av turbulens skapt av strømningsforskjell og trykk under vann i en Oilsweeper sluse.

Søker patent på Oilsweeper slusen: Den er utformet slik at den innsnevres i den ene enden(figur 4), dette medfører at hastigheten på væskene inne i slusen og omgivelsene rundt blir forskjellig. Forskjellen i strømningshastighet, vinkel på sluse og strømmingene, med forskjell i oppdrift og viskositet i væskene skaper turbulens ved enden av slusen som separerer væskene.

Prinsippet med å bruke forskjell i hastighet mellom væskene, forskjell i vinkel på strømmingene og samtidig bruke forskjellen i de fysiske egenskapene til væskene, gir turbulens ved slusekant (figur 2). Turbulensen øker effekten av forskjell i viskositet og fysiske egenskaper mellom væskene og brukes til å få skilt oljen fra vannet og inn i oppsamler. For å forsterke turbulensen og virkningen er det lagt til en forhøyning ved enden av slusen(figur 5), denne bremser oljen slik at når den får nok energi til å fortsette, så øker effekten av turbulens og separasjon.

4

Sammendrag

Viskositet, forskjellen mellom de fysiske egenskapene i væskene, vanntrykk og forskjell i strømningshastighet og vinkel skapt av sluse(figur 2) brukes til å skille væskene og samle opp oljen i egen oppsamler. Dermed kan det brukes vanlig pumpeutstyr for å ta opp eller ganske enkelt oppbevare oljen midlertidig i Oppsamlingsenheten uten å være avhengig av spesialutstyr.