



Design av sorbentmater - en del av MOSE-systemet

Thien An Van

Industriell design

Innlevert: juni 2013

Hovedveileder: Johannes Sigurjonsson, IPD

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for produktdesign

Design av sorbentmater

- en del av MOSE-systemet



TPD4900 - Masteroppgave
Thien An Van, våren 2013
Institutt for Produktdesign, NTNU

mose

**kal
ber**
INDUSTRIEDESIGN

Forord

Denne rapporten er utarbeidet i forbindelse med min avsluttende masteroppgave i studieretningen Industriell design ved Institutt for produktdesign, NTNU, våren 2013.

Oppgaven har blitt skrevet for Kaliber Industridesign AS og omhandler design av en sorbentmaterløsning, en del av MOSE-systemet, til bruk ved opprydding av olje- og kjemikaliesøl på strandsoner.

Jeg vil gjerne benytte muligheten til å takke Johannes Sigurjonsson for veiledning gjennom hele prosjektperioden. Videre vil jeg takke mine venner i Kaliber Industridesign, samboere, venner og medstudenter for god støtte og oppmuntring. Tilslutt vil jeg takke min familie som alltid har hatt troen på meg.

Trondheim, 14. juni 2013



Thien An Van

Innholdsfortegnelse

I. Oppgavebeskrivelse	side 6
II. Sammendrag på norsk	side 7
III. Summary in english	side 8

Kapittel 1: Bakgrunn

1.1 Kaliber Industridesign AS	side 12
1.2 MOSE-systemet	side 13
1.3 MOSE sorbent feeder	side 14
1.4 Sorbent	side 15
1.5 Tidligere arbeid	side 16
1.6 Fokusområde og mål	side 20

Kapittel 2: Analyse

2.1 Bruk	side 24
2.2 Brukscenario	side 28
2.3 Eksisterende løsninger	side 30

Kapittel 3: Sorbenthåndtering

3.1 Pulverteknologi	side 34
3.2 Input fra Prototech	side 35
3.3 Problemer ved sorbenthåndtering	side 36
3.4 Transportering av pulvermateriale	side 38

Kapittel 4: Utvikling

4.1 Kravspesifikasjon	side 42
4.2 Påvirkning av sorbentens struktur	side 44
4.3 Bygging av prototype og testing	side 49
4.4 Utforskning av strukturell prinsipp	side 58
4.5 Videreutvikling	side 61

Kapittel 5: Resultat

5.1 MOSE sorbent feeder	side 66
5.2 Fysiske dimensjoner	side 70
5.3 Eksplosjonstegning	side 74
5.4 Videre arbeid og evaluering	side 76

Referanseliste	side 77
----------------	---------

I. Oppgavebeskrivelse

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige
universitet

Fakultet for ingeniørvitenskap
og teknologi
Institutt for produktdesign



Masteroppgave for student Thien An Van

Design av sorbentmater - en del av MOSE-systemet

Designing sorbent feeder - a part of the MOSE-system

Bakgrunn for oppgaven:

Frem til i dag har opprydding av oljesøl på svaberg langs kysten foregått som en manuell operasjon hvor kost, bøtter og spader benyttes som verktøy. Kaliber Industridesign AS har utviklet *MOES, Shoreline Cleaning System*, et komplett system for opprydding av olje- og kjemikaliesøl på harde overflater. Systemet kombinerer maskindrevne børster og vakuum for påføring av sorbent på tilsølt område og oppsug av avfall på en effektiv og forsvarlig måte. Som en del av dette systemet benyttes en sorbentmater til påføring av sorbent på større tilsølte områder. Dagens sorbentmater-løsning fungerer ikke på en tilfredsstillende måte, og noen av problemene som oppstår er blant annet ujevn mating og klogging i rør og slanger.

Oppgavebeskrivelse: Oppgaven vil bestå av konseptutvikling av ny løsning for sorbentmater. Løsningen skal fokusere på produktets hovedfunksjon, mating av sorbent. I tillegg vil det fokuseres på bruk og brukssituasjon.

Opgaven vil blant annet omfatte:


- Analyse av bruk og brukssituasjon
- Idé- og konseptutvikling
- Prototyping og gjennomføring av tester
- Detaljering
- Evaluering

Opgaven utføres etter "Retningslinjer for masteroppgaver i Industriell design".

Ansvarlig faglærer : Jóhannes Sigurjónsson
Bedriftskontakt: Marius Høver Montarou, Kaliber Industridesign AS
Arne Sigmund Skeie, Kaliber Industridesign AS

Utleveringsdato: 17. januar 2013
Innleveringsfrist: 14. juni 2013

Trondheim, NTNU, 16. Januar 2013


Jóhannes Sigurjónsson
Ansvarlig faglærer


Jon Herman Rismoen
Instituttleder

II. Sammendrag på norsk

Denne rapporten inneholder arbeid som har blitt utført i forbindelse med min avsluttende masteroppgave i studieretningen for Industriell Design ved Institutt for Produktdesign, NTNU, våren 2013.

Oppgaven tar for seg design av en sorbentmaterieløsning for Kaliber Industridesign sitt MOSE-system, et system for opprydding av olje- og kjemikaliesøl på svaberg og strandsoner langs kysten.

Arbeidet i dette prosjektet har hovedsakelig vært fokusert på løse selve prinsippet med å spre sorbent ved hjelp av eksosluften fra MOSE sugeenhet. Metodene som har blitt benyttet i løpet av prosessen har vært alt fra analysearbeid, idégenerering og 3D-modellering med fokus på konstruksjon av det endelige konseptforslaget. I løpet av prosessen har det også blitt bygget prototype og gjennomført tester på den. Resultatene fra testingen har også vært grunnlaget for videreutvikling og det endelige resultatet.

Kombinasjonen mellom sorbentmaterialer og luft er svært uforutsigbar, noe som gjør håndtering av sorbent meget krevende. Prototyper må videre bygges og omfattende testgjennomkjøringer må også utføres for å kunne verifisere om det faktisk er mulig å lage en sorbentmater drevet kun av eksosluften fra MOSE sugeenhet.

III. Summary in English

This report presents the work on my master thesis in Industrial design at Department of Product design, NTNU, spring 2013.

The task in project was to design a solution of a sorbent feeder for Kaliber Industrial designs MOSE-system, a system for cleaning oil and chemical spills onshore a long the coast line.

The work in this thesis has mainly been focused on solving the task of feeding sorbents with exhaust air from MOSE vacuum unit. The methods and tools using during the process has varied from researching, idea generation and 3D- modeling in CAD with focus on construction of the final concept. During the process a prototype has been build and testet. The results from these test has been the foundation for the further development and the presented final concept.

The combination between sorbent materials and air is very complex and unpredictable, which makes the process of handling sorbents quite difficult. Thus, further prototypes has to be built and tested to verify if it´s actually plausible to design a sorbent feeder driven only by the exhaust air from the MOSE vacuum unit.

KAPITTEL 1:

BAKGRUNN

1.1 Kaliber Industridesign AS

1.2 MOSE-systemet

1.3 MOSE Sorbent feeder

1.4 Sorbent

1.5 Tidligere arbeid

1.6 Fokusområde og mål

1 BAKGRUNN

1.1 Kaliber Industridesign AS

Kaliber Industridesign AS er en teknologibedrift som utvikler og selger industrielle verktøy for opprydding av olje- og kjemikaliesøl under merkenavnet MOSE - Mekanisk Oljesaneringsenhet.

Firmaet ble etablert i 2010 og har sitt utspring fra linje for Industriell Design ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. I dag driver bedriften sin virksomhet fra Lade i Trondheim og har tre fulltidssansatte.

Kaliber Industridesign AS

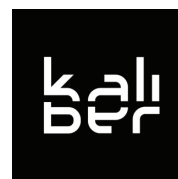
Richard Birkelandsvei 2B
7491 Trondheim
Norway

www.kaliberdesign.no

Org. nr: 895 819 212



Bildet over viser MOSE-systemet bestående av to børsteenheter, sugeenhet og sorbentmater



1.2 MOSE-systemet



Figuren illustrerer operasjonen for opprydding av oljesøl med MOSE-systemet

Opprydding av oljesøl på svaberg langs kysten i dag foregår med manuell operasjon hvor kost, bøtter og spader benyttes som verktøy. Kaliber Industridesign AS har utviklet MOSE-system, som øker effektiviteten av oppryddingsprosessen med fem til ti ganger sammenlignet med manuelt arbeid.

MOSE Shoreline Cleaning System er et komplett system for opprydding av oljesøl på harde overflater, som kombinerer maskindrevne børster og vakuumsystem for blanding av sorbent på tilsølt område og fjerner avfall på en trygg og forsvarlig måte.

Ved behov for å spre ut barken over et større område, brukes en barkmater som en del av MOSE-systemet, som i tillegg består av en mobil sugeenhet, for oppsamling av barkavfall direkte inn i en avfalls-

pose, MOSE Twin Brush-enhet som benyttes både til elting av bark inn i oljen og fjerning av avfall. Dagens barkmater fungerer ikke helt optimalt, noe som også er bakgrunnen for dette prosjektet.

Operasjonen for opprydding av oljesøl foregår på følgende måte:

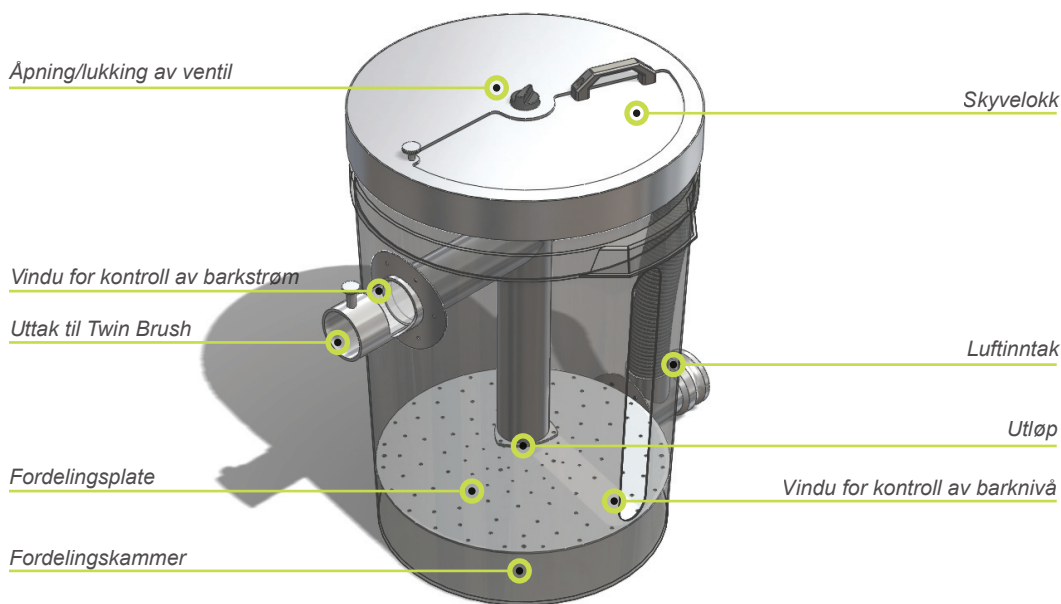
1. Sorbent påføres manuelt eller med en barkmater.
2. Sorbenten jobbes inn i oljen ved hjelp av Twin Brush-enheten.
3. Når sorbenten er tilstrekkelig jobbet inn i oljen, fører børstene avfallet mot munnstykket og avfallet suges opp ved hjelp av vakuumsugeenhet.



1.3 MOSE sorbent feeder

Dagens løsning på sorbentmater fungerer på den måten at fluidiseringsluft fra sugenheten blåses inn i et fordelingskammer. Øverst i fordelingskammeret befinner det seg en fordelingsplate som består av mange jevnt distribuerte hull. Fordelingsplaten sørger for at fluidiseringsluften er jevnt fordelt før den når sorbenten. Rett over sentrum av distribusjons-

platen er selve utløpet plassert. Barkmateren er videre utstyrt med en ventil, som ved start står åpen, slik at luften fra sugenheten kan fritt strømme gjennom hele slangene for å redusere motstand i slangen. Etter hvert som det blir mindre bark i beholderen, lukker man ventilen igjen for å øke trykket inne i beholderen for å kunne få ut resten av barken.



Figuren over illustrerer hvordan dagens sorbentmaterløsning fungerer og er bygget.

1.4 Sorbent

Ved opprydding av olje- og kjemikalesøl benyttes det sorbenter for å lette den manuelle og maskinelle opprensningen i strandsoner. Torvmose- og barkprodukter er de mest vanlige sorbenttypene og kan

binde væsker i høye konsentrasjoner i forhold til sin egen vekt. Noen av de mest brukte sorbentproduktene er listet under.

Zugol Miljøbark

- Treslag: 85 - 90 % furubark (sortert, tørket og granulert), 10 - 15 % trefiber
- Volumvekt : $c\Omega 0,25 \text{ kg/dm}^3 = 250 \text{ kg/m}^3$
- Kornstørrelse: 0,25 mm 7,5 %
0,25 → 5,0mm 76,2 %
5,00mm 16,3 %
Noe støv av de fineste partikler.



Bergene Holm Miljøbark

- Treslag: 100% Furu
- Volumvekt : $c\Omega 0,187 \text{ kg/dm}^3 = 187 \text{ kg/m}^3$
- Kornstørrelse: Fraksjon 0 - 10 mm.
Blanding av finpartiklet støv, barkbiter og småflis.



SpillSorb

- Treslag: 100 % Torvmose
- Volumvekt : $c\Omega 0,122 \text{ kg/dm}^3 = 122 \text{ kg/m}^3$
- Kornstørrelse: 0,1 < 1,0 mm
Finkornede partikler



1.5 Tidligere arbeid

Mitt aller første samarbeid med Kaliber Industridesign AS startet allerede i slutten av januar 2012. På denne tiden jobbet jeg hovedsakelig med driftstesting av de aller første versjonene av børsteenheten. Utviklerne fra Kaliber Industridesign jobbet på dette tidspunktet også med de første løsningene på sorbentmater. Mitt arbeid bestod etter hvert å jobbe sammen med utviklerne med testing av de ulike sorbentmater-løsningene og bygge den foreløpige versjonen som finnes per i dag.

To identiske eksemplarer av dagens løsning ble produsert, hvor begge også gjennomgikk omfattende testing. Ved enkelte kjøringene fungerte sorbentmaterialet bra, mens ved de verste tilfellene viste det seg at løsningen ikke fungerte i det hele tatt. Med et så varierende resultat var det derfor nødvendig å utvikle sorbentmaterialet ytterligere eller se på andre mulige løsninger.

Med interesse for å løse denne typen oppgaver, kombinert med allerede kjennskap til problemet og utfordringene, ble jeg og Kaliber Industridesign enige om at jeg skulle jobbe videre med dette også i studiesammenheng. Høsten 2012 tok jeg faget Produktdesign 9 - fordypningsprosjekt med prosjekttittel "Prototyping som verktøy i idégenereringsfasen" med undertittel "Idégenerering av sorbentmaterløsning". En nærmere beskrivelse av hva som ble gjort og de viktigste funnene fra dette arbeidet vil bli beskrevet i de neste sidene.



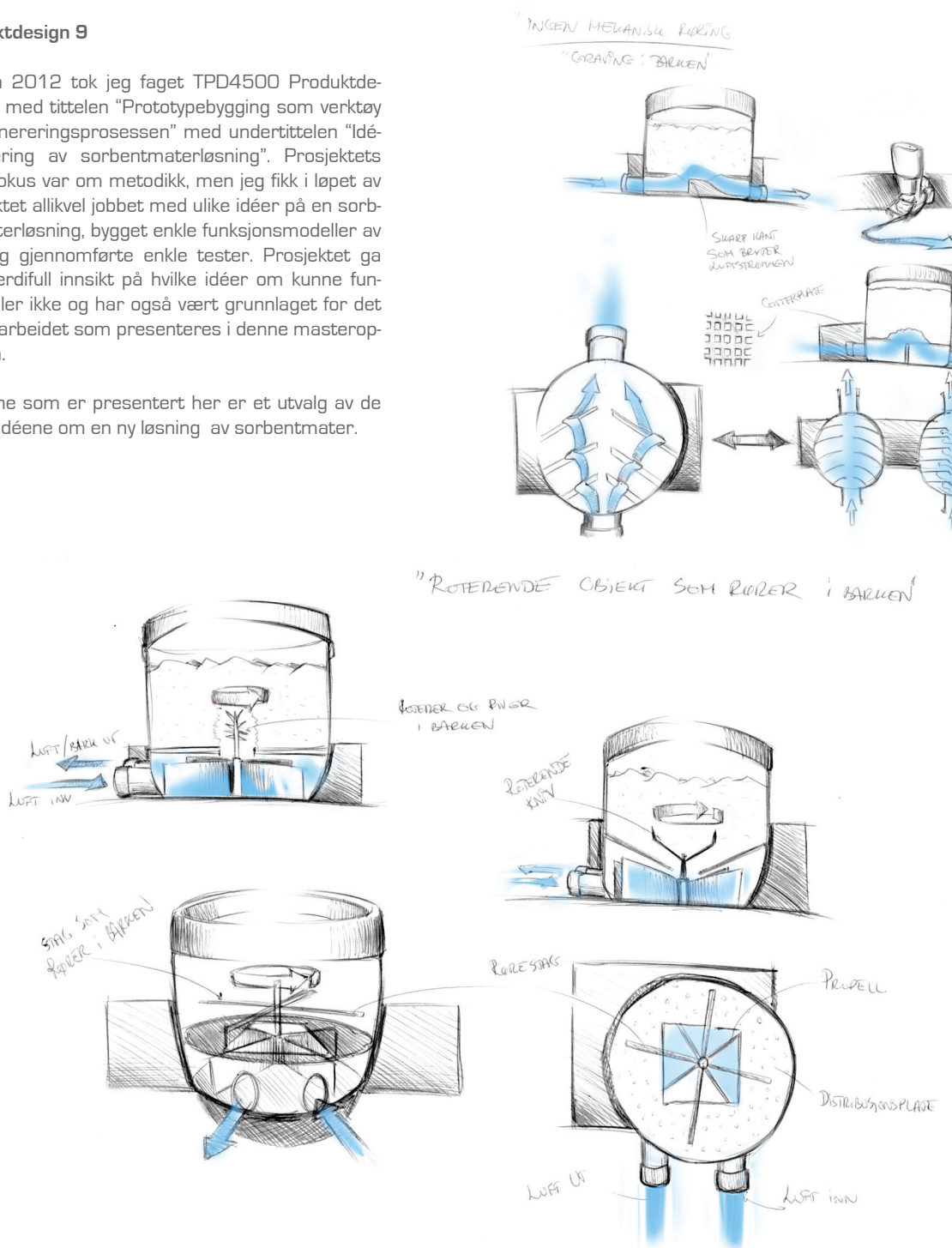
Bildene over viser testgjennomføring av de første sorbentmaterløsningene i et provisorisk testanlegg ved Institutt for Produktdesign, NTNU.

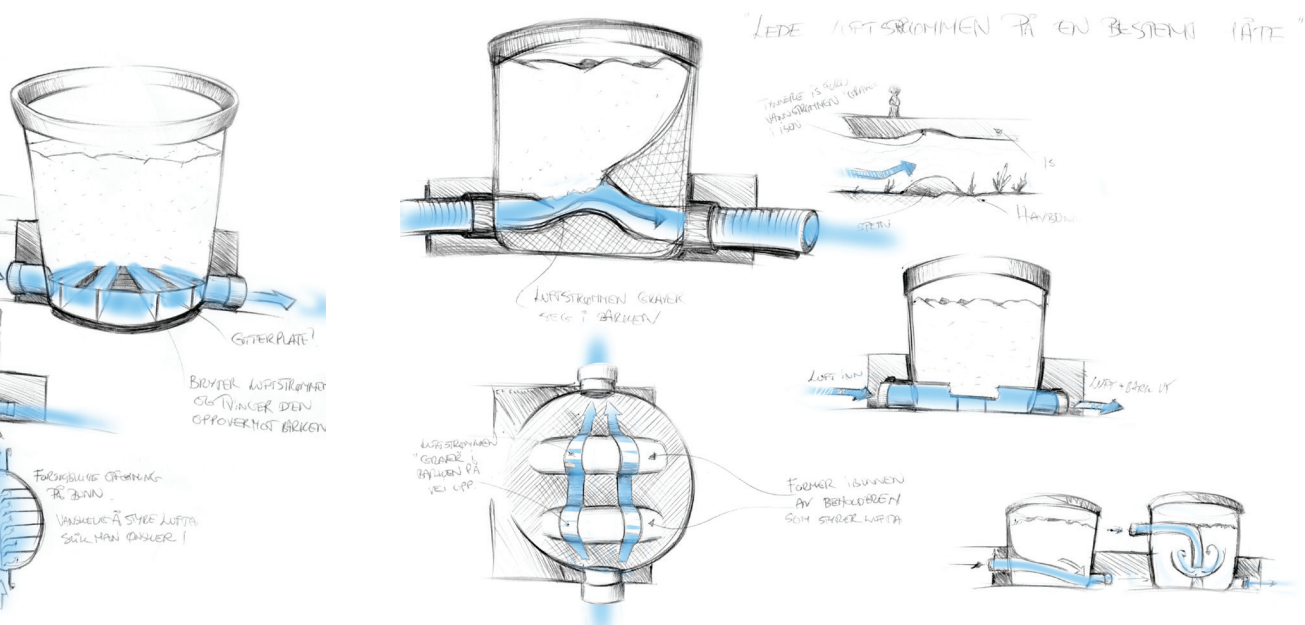
1.5 Tidligere arbeid

Produktdesign 9

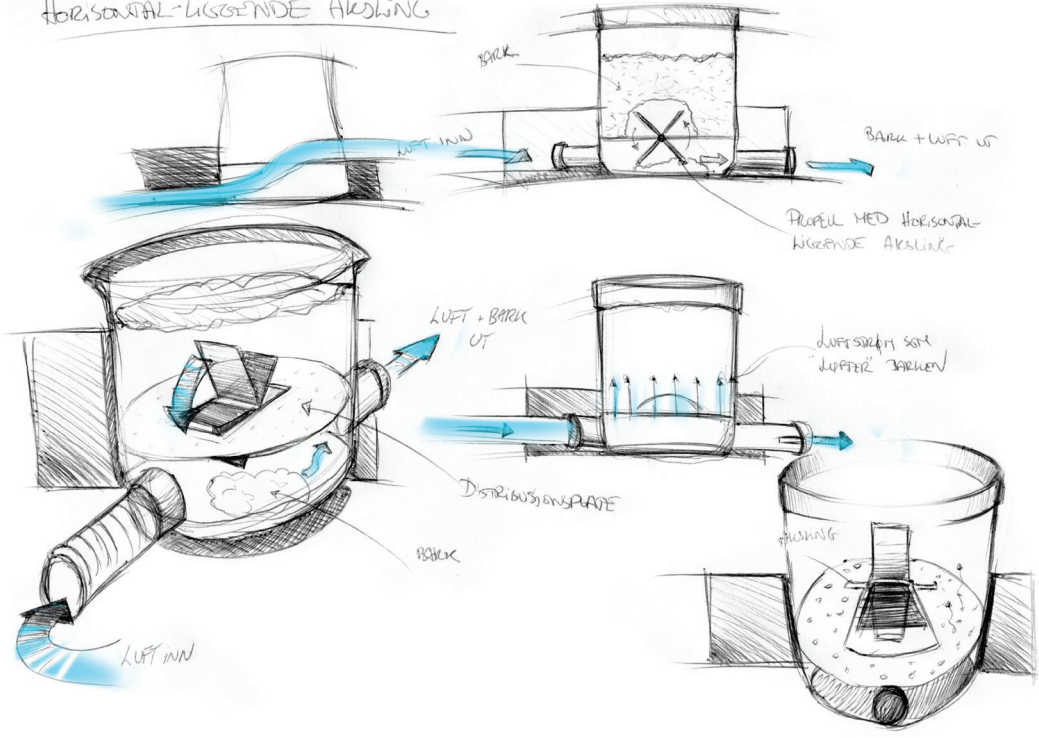
Høsten 2012 tok jeg faget TPD4500 Produktdesign 9, med tittelen "Prototypebygging som verktøy i idégenereringsprosessen" med undertittelen "Idégenerering av sorbentmaterløsning". Prosjektets hovedfokus var om metodikk, men jeg fikk i løpet av prosjektet allikvel jobbet med ulike idéer på en sorbentmaterløsning, bygget enkle funksjonsmodeller av dem og gjennomførte enkle tester. Prosjektet ga meg verdifull innsikt på hvilke idéer om kunne fungere eller ikke og har også vært grunnlaget for det videre arbeidet som presenteres i denne masteroppgaven.

Skissene som er presentert her er et utvalg av de første idéene om en ny løsning av sorbentmater.





HORIZONTAL-LIGGENDE AKSLING



1.6 Fokusområde og mål

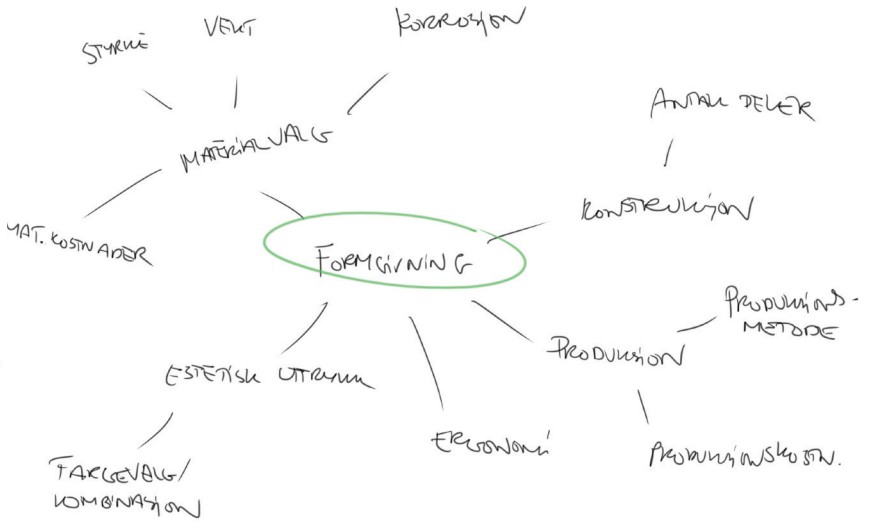
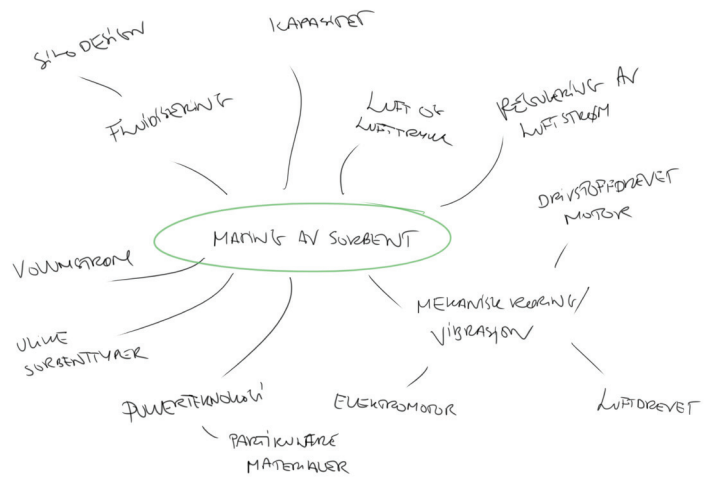
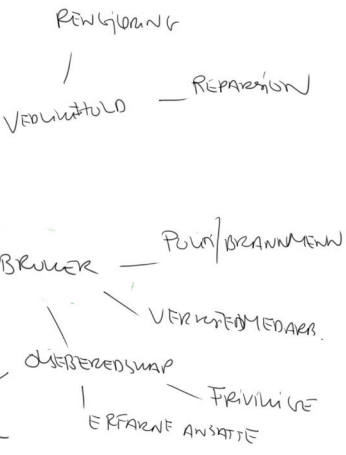
Målet med denne oppgaven er å foreslå en konseptuell løsning for mating av sorbent på olje- og kjemialiesøl. En sorbentmater er et komplekst produkt med mange aspekter som må tas hensyn til og utfordringer som må løses. Prosjektet har derfor hovedsakelig blitt begrenset til to fokusområder der det ene er å se på produktets hovedfunksjon, mens det andre er å på brukeraspektet.

Når det gjelder produktets funksjon er målet å forbedre dagens løsning ved å integrere en eller annen form for mekanisk røring/vibrasjon basert på noen av idéene fra tidligere arbeid i Produktdeisgn 9. Selv om det ikke har vært et absolutt krav, har det i tillegg vært et ønske om at sorbentmateren skal være drevet kun av eksosen fra MOSE-systemets sugeenhet.

I tillegg til det funksjonelle, har oppgavens andre fokusområde vært å utvikle sorbentmateren med hensyn på brukeren og bruk av den, der målet er å forbedre produktets brukervennlighet.

Et tankekart ble laget for å kartlegge relevante temaer ved utvikling av sorbentmater.





KAPITTEL 2:

ANALYSE

2.1 Bruk

2.2 Brukscenario

2.3 Eksisterende løsninger

2 ANALYSE

2.1 Bruk

Tilkobling

Påføring av sorbent er den aller første operasjonen som gjennomføres i ved opprydding av oljesøl. Påføring av sorbent kan som tidligere nevnt gjøres enten manuelt eller ved hjelp av sorbentmateren.

Sorbentmateren er en egen enhet og må kobles til sugeenheten og børsteenheten før bruk. En slange fra sugeenhetens eksos kobles til sorbentmaterens inntak slik at fluidiseringsluft føres inn i fordelingskammeret nederst i sorbentmateren.

Fra sorbentmaterens uttak for luft og sorbent kobles det til en slange som går videre til børsteenheten. Ved påføring av bark kan man bruke børsteenheten på to forskjellige måter. Man kan ta ut selve børstehodet, slik at bakstussen fungerer som en kanon (se figur til høyre), eller påføre med børstehodet på slik at man elter samtidig som barken påføres.



Illustrasjonen over viser hvordan sorbentmateren er tilkoblet de øvrige enhetene i MOSE-systemet ved bruk

Ulemper:

- Slangen mellom sugeenhet og sorbentmater har ulike endestykker, og dermed ulike tilkoblinger.
- Tilkobling til fluidiseringsluft er gjort med cam-lock. Veldig tungvint å koble av og på
- Tilkobling til fluidiseringsluft er plassert nederst på sorbentmateren. Brukeren må bøye seg ned/sitte for å kunne koble til slangen.
- Tilkobling til fluidiseringsluft er plassert nederst på sorbentmateren. Oljeoppryddingen foregår på områder hvor det er mye sand, steiner, gjørme, tang og tare etc. som kan vanskeliggjøre tilkoblingen.
- Tilkoblingen ved utløp for luft-sorbentblandingen er ikke tett.
- Omkobling må til når sorbentmateren ikke er i bruk.

Fordeler:

- Tilkobling fra sorbentmater til sugeenhet er gjort ved tappelås. Enkelt og effektivt ved til- og frakobling. I tillegg benyttes denne tilkoblingen også ved tilkobling til innsug på sugeenheten og bakstussen på børste-enheten. Konsekvent bruk av tappelås. Slangen mellom sorbentmater og børsteenhet har samme endestykker.
- Bruk av cam-lock gir en tilkobling som er helt tett. Dette gjør at ingen lekkasje av luft oppstår, slik at all luften fra sugeenheten kommer inn i fordelingskammeret.

2.1 Bruk



Påfylling av sorbent

Ved påfylling av sorbent åpnes skyvelokket først før sorbenten helles i. Dette utføres ved å dra opp låsetappen, samtidig som man tar tak i håndtaket og skyver lokket mot ventre.

Sorbenten er levert i plastsekker og må først åpnes ved hjelp av kniv eller saks. Sorbenten helles deretter i sorbentmateren helt til det når max-nivået som er markert på innsiden av beholderen. Når dette er gjort, lukkes skyvelokket igjen. Som en indikasjon på at dette er gjort riktig, hører man at låsetappen er på plass ved hjelp av et "klikke-lyd".

Ulemper:

- Tungvint å skyve lokket, samtidig som man må holde pinnelåsen oppe + holde igjen sorbentmateren så den ikke roterer når man skyver lokket
- Lokket i seg selv kan være ganske tungt å skyve på grunn av friksjonen som gummlisten rundt kanten av lokket lager.
- Lokket er tungt å skyve på grunn av friksjonen gummlisten rundt kanten av lokket lager.

Mating av sorbent

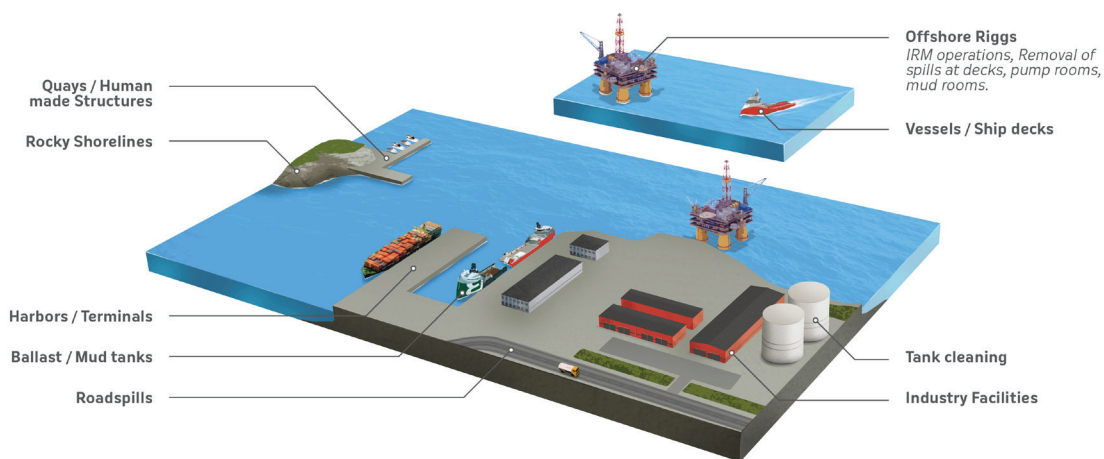
Før sugeenheten slås på må operatøren ved sorbentmateren sørge for at ventilen i sorbentmateren står åpent. Dette må til for å få en "myk" start slik at all luften fra sugeenheten ikke kommer inn i fordelingskammeret.

Operatøren kontrollerer underveis barkstrømmen og barkmengden via vinduet ved uttaket og vinduet på beholderen. Samtidig har denne personen hele tiden kontakt med operatøren med børsteenheten, som signaliserer når det er behov for mer eller mindre barkstrøm. Ved for lav strøm av bark eller liten barkmengde i beholderen, lukkes ventilen gradvis igjen. Ved å gjøre dette økes trykket inne i beholderen, slik at tanken tømmes fullstendig for bark.

Når tanken i sorbentmateren er fullstendig tømt, slås sugeenheten av og operatøren ved sorbenttanken påfyller sorbenttanken med mer bark.



2.2 Bruksscenario



*Illustrasjonen over viser en oversikt over ulike scenarier der MOSE-systemet kan benyttes.
Illustrasjon: Kaliber Industridesign AS*

MOSE-systemet kan tas i bruk i ulike scenarier som f.eks i havneområder, på skipsdekk eller svaberg og strandsoner langs kysten. Behovet for sorbentmater er først og fremst størst ved det sistnevnte, da olje- og kjemikaliesøl i dette scenarioet er gjerne spredt over et større område. Ved søl over mindre områder vil det derfor være mer effektivt og enklere å påføre sorbenten manuelt.

De to bildene på neste side viser typiske scenarier hvor sorbentmaterialet kan inkluderes i MOSE-systemet. Begge bildene viser systemet i aksjon på oljesøl på svaberg i det nederste bildet foregår operasjonen på land, mens det andre bildet viser operasjonen fra båt.

Svaberg - og strandsonescenariene skiller seg fra de øvrige på flere måter. I tillegg til at sølene er i en betraktelig mye større skala, kan opprydding av oljesøl i disse områdene bli svært påvirket av forhold som vær, vind og nedbør. Videre er fremkommeligheten til disse scenariene mer krevende, som igjen varierer fra ulike geografiske områder. Det ulendte terrenget gjør at enhetene i MOSE-systemet må kunne manøvreres i både stein, sand, gjørme etc. Ved enkelte steder kan operasjonen foregå fra land, mens det ved andre tilfeller er nødvendig med f.eks båt.



môse
SHORELINE CLEANING SYSTEM

2.3 Eksisterende løsninger

FoxBlower

FoxBlower er et sorbentpåføringssystem produsert av H. Henriksen Mekaniske Verksted AS fra Tønsberg. Produktet har blitt utviklet i samarbeid med Kystverket. FoxBlower er et kraftig system som kan benyttes til flere ulike typer sorbent. Blåsesystemet består av en vifte drevet av en bensinmotor. Sorbentmaterløsningen kan bæres av to personer og veier ca. 100 kg.

FoxBlower

- Portabel
- Veldig lett operende verktøy (ca. 2 kg)
- 12 meter eller 18 meter slange
- Regulerbar hastighet og kraft/effekt
- Honda 11 kW motor
- Kan brukes med alle typer sorbent
- Vekt ca. 100 kg



Bildet over viser FoxBlower i bruk. Foto: H. Henriksen Mek. Verksted AS

OilFighter

OilFighter er en bærbar sorbentmater som kan spy ut bark over et område på opptil 100 kvadrater i minuttet. Produktet er en meget mobil løsning der den bæres på ryggen som en ryggsekk.

Blåsesystemet i OilFighter er drevet av bensinmotor og produktet fungerer på den måten at lufta blåses gjennom et perforert rør. Dette røret er plassert helt i bunnen av beholderen, slik at det alltid er i kontakt med sorbenten som skal mates ut.

OilFighter

- Veier 20 kilo med fulle tanker
- Bæres på ryggen som en ryggsekk
- Enkelt å frakte og demontere
- Drives av en totaktsmotor som bruker miljøbensin
- Driftssikker, da det ikke er noen bevegelige deler i blåsesystemet
- Lett å variere spredningen av bark
- 50 liter oljebark på 100 m² på



Bildet over viser OilFighter i bruk. Foto: Kaliber Industridesign AS

KAPITTEL 3:

SORBENTHÅNDTERING

3.1 Pulverteknologi

3.2 Input fra CMR Prototech

3.3 Problemer ved sorbenthåndtering

3.4 Transportering av pulvermateriale

3 SORBENTHÅNDTERING

3.1 Pulverteknologi

Pulverteknologi kan være studier om alt fra lagring, mating og transportering av pulvermateriale til pulverets egenskaper og deres oppførsel i luft.

Det har blitt forsket mye innenfor pulverteknologi og håndtering av pulver- og partikulære materialer. Likevel har man fortsatt ikke fått fullstendig forståelse av partikulære materialer sin oppførsel under ulike forhold. Det er nettopp på grunn av uforutsigbarheten ved strømning av partikulære materialer som gjør dette meget komplisert.

Håndtering av pulver og partikulære materialer er viktig innenfor de fleste industriene. Farmasøytisk, matindustri, fôringsindustri, landbruk, plastindustri etc. Nesten all produkter som fremstilles i dag kommer fra pulver/granuler som utgangspunkt. Innenfor disse industriene har det blitt utviklet mange maskiner og metoder på å håndtere pulver som fra lagring, mating til transportering.

Det er riktignok mye som skiller håndtering av industrielt fremstilte pulver/granuler fra det å håndtere sorbent/bark langt kysten med varierende klimatiske forhold kontra det å håndtere pulver innendørs/ i et lukket og mer stabilt miljø. Den største forskjellen har med selve pulvermaterialet å gjøre:

- **Partikkelstørrelse:** det er stor variasjon på størrelse mellom partiklene i sorbenten
- **Partikkelform:** det er stor variasjon på formen til de ulike partiklene i sorbenten
- **Hardhet:** sorbenten er mykere enn partikler som f.eks korn og kaffebønner.

Til tross for forskjellene er det allikevel mye man kan bruke fra pulverteknologien. I tillegg er mye av utstyrene som benyttes velutviklet. Selv om det er riktignok i større skala, så er mye av prinsippene det samme.

3.2 Input fra CMR Prototech

I arbeidet med å utvikle en løsning for mating av sorbent, har Kaliber Industridesign vært i kontakt med CMR Prototech fra Bergen. Bedriften har jobbet med konseptutvikling og testing av ulike løsninger for mating av sorbent.

Arbeidet og resultater fra testgjennomføringene er blitt beskrevet i rapporten "Konseptutvikling MOSE - Rapport arbeidspakke 3". På grunn av manglende teoretisk innsikt innenfor fluidmekanikk, har resultatene fra rapporten vært til stor hjelp i arbeidet med å jobbe med denne oppgaven. For videre utvikling av ny sorbentmaterløsning har CMR Prototech blant annet kommet med følgende input:

- Bruk av distribusjonsplate bør være av typen Conidur som leveres av Hein, Lehmann eller lignende design som forhindrer at partikler faller ned under fordelingsplaten (bubble caps).
- For å garantere fluidisering av partikler med høy binding må det inkluderes noen form for mekanisk røring/vibrasjon.
- Det er fullt mulig å tømme sorbenttank uten å ha perfekt fluidisering av sorbent.



3.3 Problemer ved sorbenthåndtering

Håndtering av partikulære materialer med luft er ingen ukjent oppgave og blir gjort innenfor en rekke industrier. Eksempler på disse kan være innenfor farmasøytisk, silo- og fôringsindustri, plastindustri etc. der pulvermateriale/granuler blir fremstilt, lagret, matet og transportert. Pulvteknologi er et fagfelt som omhandler blant annet dette, og faglitteraturen i dette emnet beskriver mange av de problemene som kan kjennes igjen ved tidligere erfaring med sorbentmateren. Håndtering av partikulære materialer påvirkes av en rekke faktorer som f.eks partikkelstørrelse, form, hardhet osv, noe som også gjør at uforutsigbarheten er veldig stor.

På grunn av sorbentens bruksområde og partikelegenskaper er håndtering av den enda mer uforutsigbar og utfordrende. Dette skyldes blant annet:

1. Sårbar for fuktighet

Bruk av sorbentmater og håndtering av sorbent skjer utendørs ved svaberg og strandsoner langs kysten. Disse områdene er gjerne utsatt for vær, vind og nedbør. Fuktigheten binder sammen sorbentpartiklene til større og tyngre klumper.

2. Inhomogenitet:

I tillegg til at det finnes ulike typer sorbentmaterialer, er den i seg selv et ikke-homogent materiale. Partiklene i en bestemt type sorbent har stor variasjon både i størrelse og form. Inhomogeniteten i sorbentmaterialet gjør at den er veldig uforutsigbar enn andre homogene partikulære materialer som f.eks korn eller plastgranuler.

2. Kompakthet:

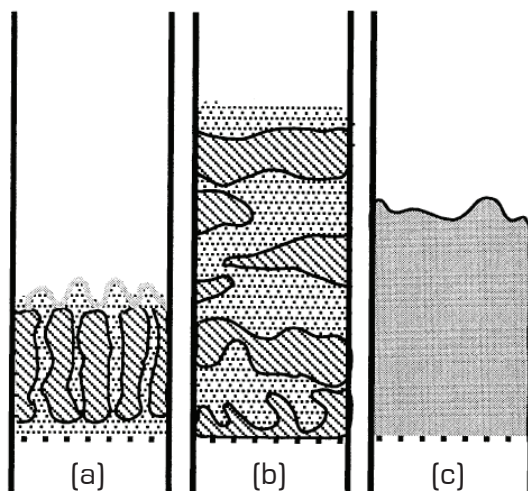
Sorbentmaterialet er ikke et hardt materiale som f.eks kaffebønner eller erter. Dette gjør blant annet at sorbenten spesielt i den nederste delen av sorbenttanken blir trykket ned av massen over og gjør den veldig kompakt uten noe særlig luftrom mellom partiklene.

På grunn av de nevnte årsakene oppstår det ofte problemer ved mating av sorbent. Høy binding mellom partiklene fører blant annet til at det kan dannes luftlommer inni sorbenten rundt utløp. Når luftlommene kollapser, føres store sorbentklumper mot utløp. Dette kan resultere med at disse klumpene tetter igjen rør og slanger slik at ingen sorbent mates ut.

Videre kan kompaktheten i sorbenten føre til at lufta og sorbenten ikke blir godt nok blandet sammen. Dette gjør at bevegelsen i barken blir svært dårlig og at det dannes små luftkanaler istedenfor. I verste tilfeller er sorbenten så kompakt at luften ikke greier å grave i sorbenten i det hele tatt. Når disse problemene oppstår vil matingen av sorbent bli meget ujevn, eller i verste fall vil ingen sorbent bli matet ut.



Bildet over viser et typisk problem der luften graver små luftkanaler



Figuren over viser graving av små luftkanaler (a), dannelse av luftlommer (b) og sorbenten står helt i ro

3 SORBENTHÅNDTERING

3.4 Transportering av pulvermateriale

Pumping av pulverlakk

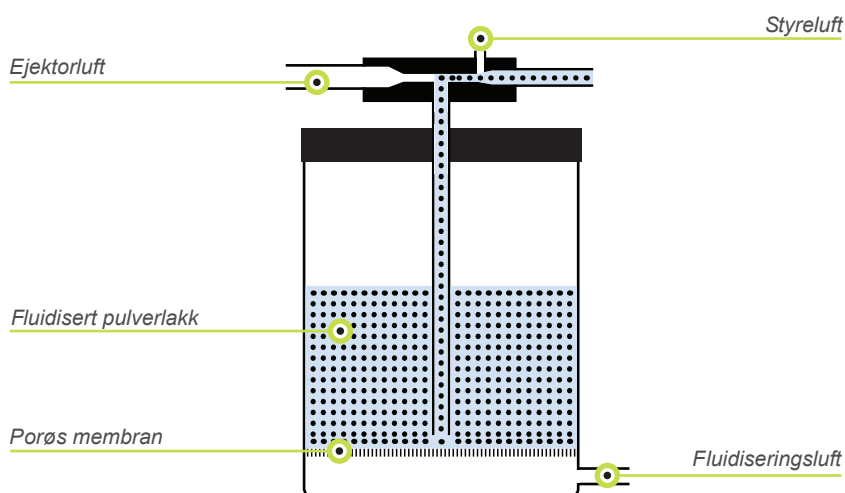
Pulver oppfører nesten som en væske når det er blandet sammen med luft. I den tilstanden kan man transportere pulverlakk fra matebeholderen, gjennom slanger og frem til sprøytepistolen. Nær bunnen i beholderen sitter det en porøs membran. Trykkluft kobles til under membranen slik at lufta trenges gjennom det porøse membranmaterialet og fordeler seg jevnt inn i pulverbeholderen. Luften som siver inn unn pulveret "løfter" pulverpartiklene slik at det "flyter".

Pumpen bygger på såkalte "venturisystemet". Luft blåses inn bak i en "venturidyse" og skaper undertrykk slik at pulveret suges ut av beholderen og inn i slangen. Dette prinsippet gjør det også mulig å regulere pulvermengden. Dette kan man gjøre ved å regulere trykket inn bak i venturidysen. Ved økning av trykket, suges det mer pulver ut av beholderen. Ved å øke trykket foran dysen reduseres pulverstrømmen på grunn av mottrykket som bygges opp.

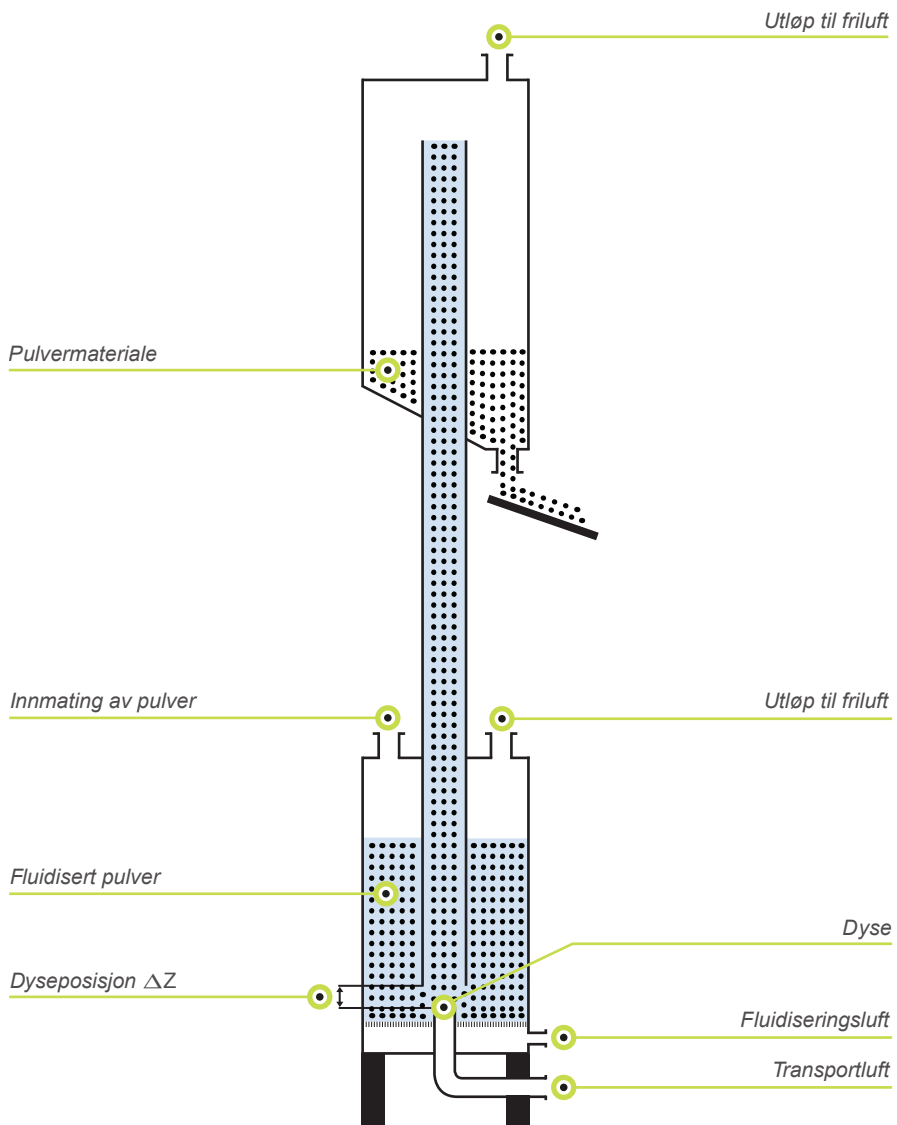
Vertikal luftrenne

Vertikal luftrenne eller er et pneumatisk transport-system designet for vertikal transport og tømning av tørt fluidiserende pulver til trykksilo eller mottakstank. Typiske materialer som blir transportert med vertikal luftrenne er alumina, sement, kalk, sand osv.

Systemet består av en fødetank med to lufttilførsel, der den ene er for fluidisering og den andre for transport. Videre består et slikt system at et vertikalt transportrør og en mottakstank. For å øke strømmingen av luft-faststoffblandingen i fødesonen, er pulveret i fødetanken fluidisert. Transportluft kommer inn i bunnen av fødetanken gjennom en dyse. Denne dysen ligger rett under innløpet til det vertikale transportrøret. Luftstrømmens høye hastighet tiltrekker seg faststoffet og transporterer det gjennom transportrøret til mottakstanken. Transportluften kan reguleres, og dermed også på denne måten regulere transporteringen av faststoffet.



Figuren over viser hvordan pumping av pulverlakk fungerer



Figuren over viser hvordan en vertikal luftrenne fungerer

KAPITTEL 4:

UTVIKLING

4.1 Kravspesifikasjon

4.2 Påvirkning av sorbentens struktur

4.3 Bygging av prototype og testing

4.4 Utforskning av strukturell prinsipp

4.5 Videreutvikling

4.1 Kravspesifikasjon

Før konseptutviklingsfasen ble det utarbeidet en kravspesifikasjon, dannet på grunnlag av tidligere research og analysearbeid, krav fra Kaliber Industridesign, samt egne erfaringer og tanker om hvilke egenskaper det endelige konseptforslaget bør inneholde.

Kravspesifikasjonen har under hele prosessen vært under endring, og har fungert som et rammeverk i arbeidet med å nå målsetningen med prosjektet.

GENERELLE KRAV

- *Sorbentmateren skal være en del av MOSE Shoreline Cleaning System under operasjoner med å rydde opp kjemikalie- og oljesøl langs kysten, med hovedoppgaven i å påføre sorbent over det tilsølte området.*
- *Sorbentmateren skal hjelpe bidra med å effektivisere påføringen av sorbent over større tilsølte områder.*
- *Materialbruket og utformingen av sorbentmateren skal gi et visuelt uttrykk som samsvarer til dens oppgaver og sammen med de øvrige enhetene være en naturlig del av MOSE-systemet.*
- *Sorbentmateren skal være enkel å håndtere uten omfattende opplæring, både for erfarne beredskapsmedarbeidere og frivillige.*
- *Sorbentmateren skal være trygg å bruke, være driftsikkert og tåle utendørsbruk i fuktige omgivelser.*

TEKNISKE KRAV

- *Sorbentmateren skal inneholde en røre/vibrasjonsmekanisme inni sorbenttanken for å garantere god fluidisering av sorbent.*
- *Røre/vibrasjonsmekanismen i sorbentmateren bør være drevet av luften fra sugeenheten.*
- *Røre/vibrasjonsmekanismen i sorbentmateren kan være drevet av elektrisk motor.*

FUNKSJONELLE KRAV

- *Sorbentmateren skal være mulig å manøvrere i ulendt terreng som svaberg, grus, gjørme etc.*
- *Sorbentmateren skal kunne opereres av kun én person. (Ikke nødvendigvis bæres av én person, da det alltid er mange mennesker tilstede som deltar ved en oppryddingsoperasjon)*
- *Det skal være mulig å regulere luftmengden inn og trykket inni sorbentmateren.*
- *Sorbentmateren bør ha hjul for å gjøre manøvreringen og transporteringen enklere. Hjulene må kunne låses.*
- *Åpning/lukking av lokk til sorbenttank skal være enkel å utføre. Det må være en form for lås som garanterer at lokket er fullstendig lukket (eller noe annet som indikerer dette).*
- *Plassering av sorbenttankens åpning skal være lett tilgjengelig, slik at påfylling av sorbent kan gjøres på en rask og effektiv måte.*
- *Det bør ikke være nødvendig å koble sorbentmateren fra sugenheten når den ikke er i bruk (ved oppsug og elting). Sorbentmateren må kunne "slås av".*
- *Til- og frakobling av slanger på sorbentmateren skal være enkelt å utføre. Bør integrere de tilkoblingsmetodene som allerede finnes i de øvrige MOSE-enhetene. (f.eks det som allerede finnes på bakstusjen på børsteenheten og inntak på sugeenheten).*

ERGONOMISKE KRAV

- *Knapper/brytere/håndtak skal være utformet på den måten at de er godt synlige og gode å bruke for brukeren, både med arbeidshansker.*

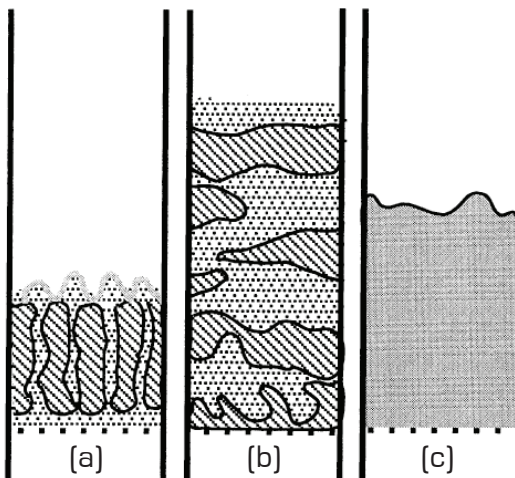
4.2 Påvirkning av sorbentens struktur

Å kunne endre sorbentens struktur inni sorbent-tanken samtidig som sorbenten fluidiseres er fordelaktig av flere grunner. For det første vil det vanskeliggjøre dannelse av luftkanaler eller luftlommer. Dette gjør blant annet at kollapsing av luftlommer reduseres, og dermed også hyppigheten for ujevn mating og tetting av rør og slanger.

Videre vil en slik endring i sorbents struktur forbedre fluidiseringen i og med at luft og sorbentmaterialet blandes bedre sammen. Dette reduserer igjen viskositeten i luft-sorbentblandingen, slik at transportering av sorbent mot utløp også vil gå lettere. Ved å innføre en måte å påvirke sorbentens struktur vil man, om ikke eliminere, mest sannsynlig redusere de problemene tidligere forklart under analysedelen.

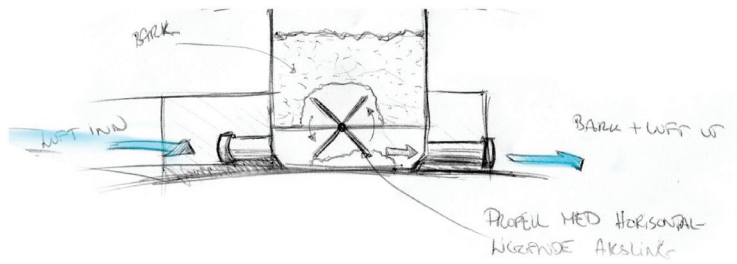
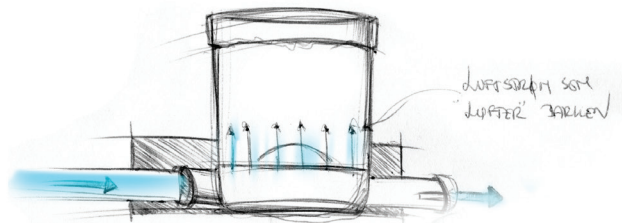
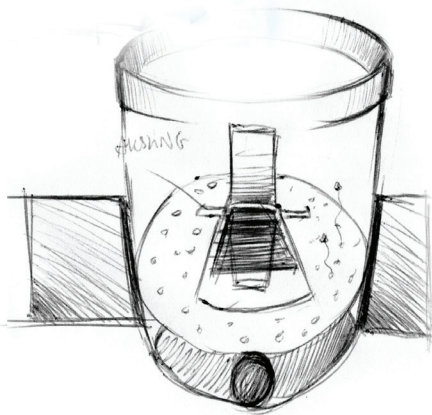
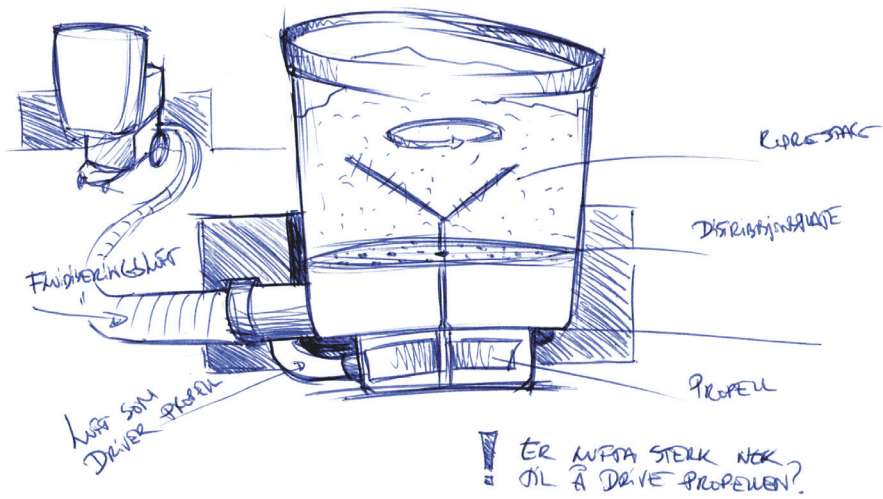
De neste sidene presenterer noen utvalgte skisser på ulike løsninger på hvordan man kan påvirke strukturen i sorbenten. Disse kan i all hovedsak deles inn i tre kategorier:

- Mekanisk bevegelse/vibrasjon drevet av eksosluft fra MOSE sugenhet
- Mekanisk bevegelse/vibrasjon drevet av elektrisk- eller drivstoffdrevet motor
- Manuell kraft fra operatøren(e)



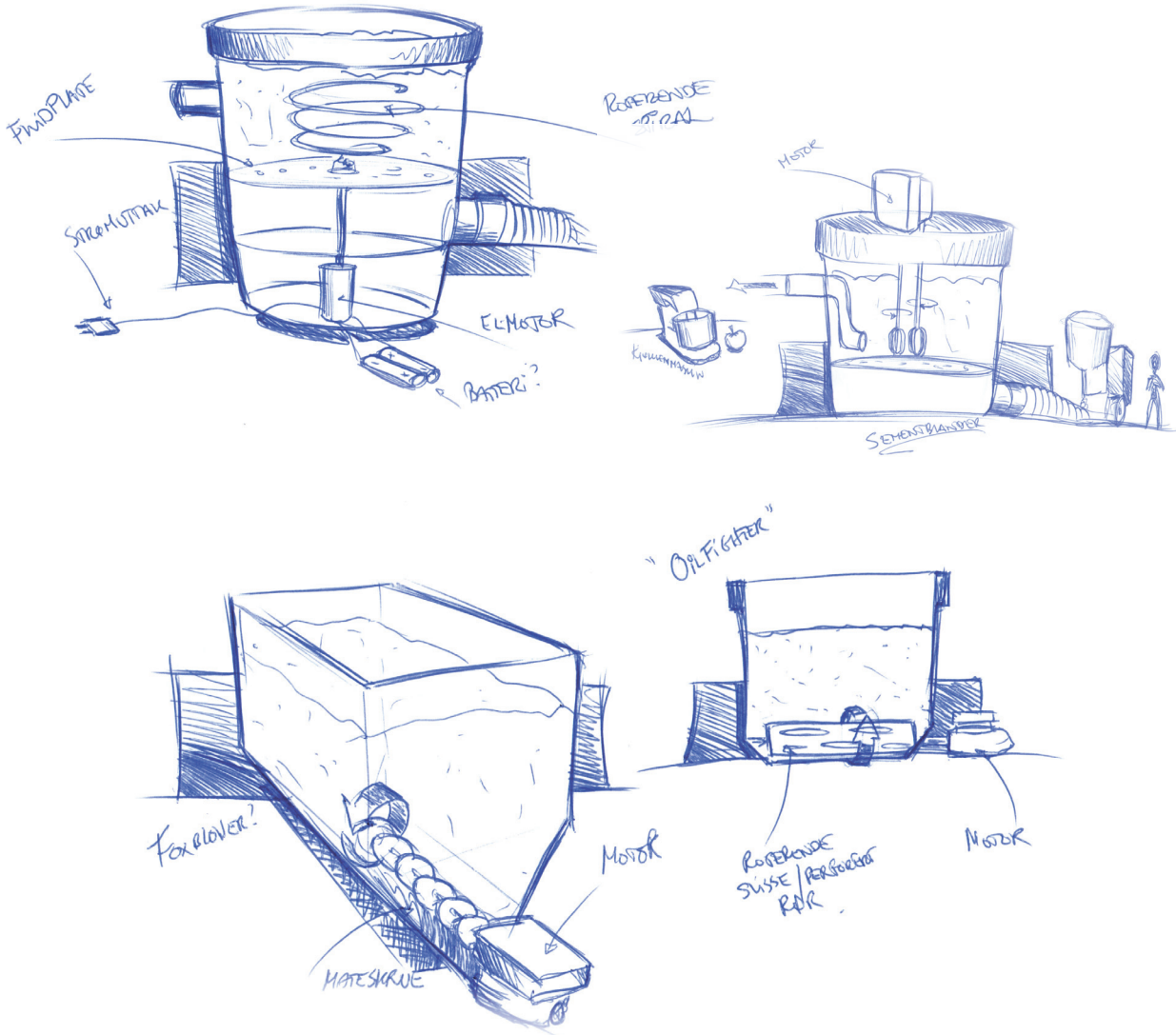
Figuren over viser de typiske problemene som oppstår i sorbent-luftblandingen ved fluidisering. Graving av luftkanaler (a), dannelse av luftlommer (b) og ingen bevegelse i sorbenten (c)

MEKANISK BEVEGELSE / VIBRASJON FEA SUGER

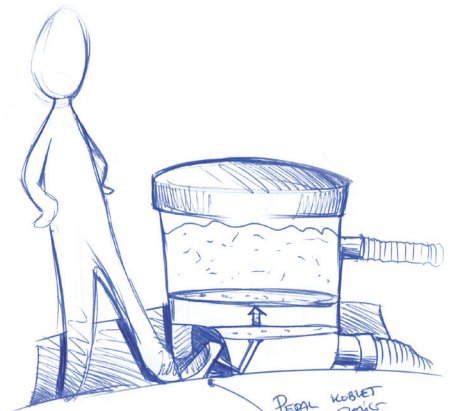
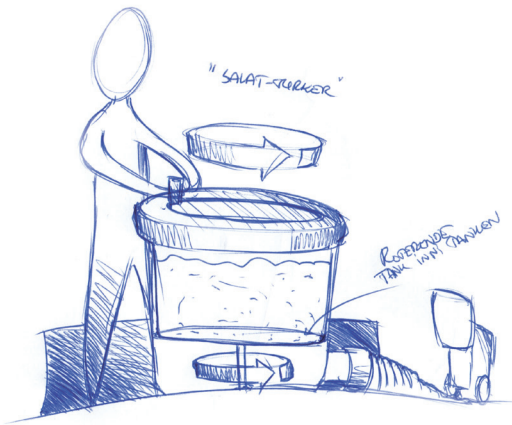


Utvalgte skisser av idéer på mekanisk bevegelse drevet av MOSE sugemhet

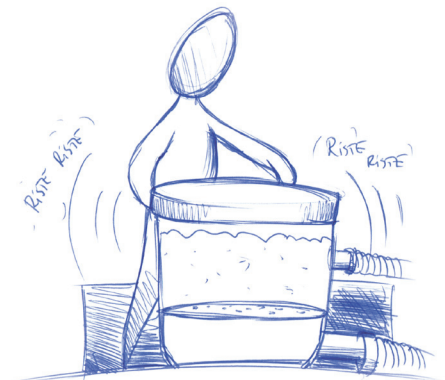
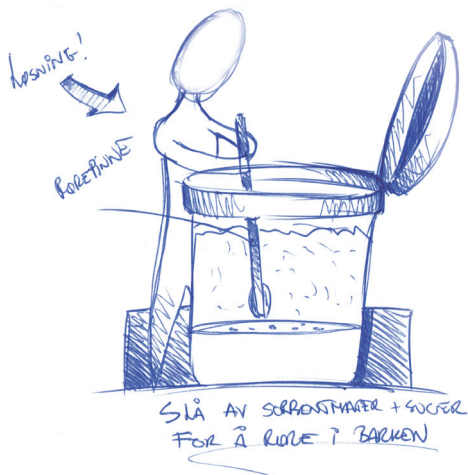
4.2 Påvirkning av sorbentens struktur



Utvalgte skisser av idéer på endring av sorbentens struktur med motorkraft



MANUELL KRAFT FOR OPERATOR EN(E)



Utvalgte skisser av idéer på endring av sorbentens struktur med manuell kraft

4.2 Påvirkning av sorbentens struktur

	<i>Fordeler</i>	<i>Ulemper</i>
Luftdrevet	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Utnyttelse av eksosen fra sugeenhet</i> • <i>Rask og elegant tilkobling</i> • <i>Stillegående</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Luftmengde og lufttrykk fra sugeenhet kan være begrenset</i> • <i>Sårbar for sorbent som er fuktig</i> • <i>Påvirket av motstanden i sorbenten</i>
Motorkraft	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Stor nok dreiemoment til å kunne røre i barken</i> • <i>Lite sårbar for fuktig sorbent</i> • <i>Jevn rotasjonshastighet</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Krever strømtilkobling/ påfylling av drivstoff</i> • <i>Støyforurensing</i> • <i>Ekstra vekt (spesielt drivstoffdrevet motor)</i> • <i>Krever ekstra vedlikehold</i> • <i>Mer komplekst produkt</i>
Manuell kraft	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Menneskelig kontroll</i> • <i>Garantert endring i sorbentens struktur</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ekstra arbeid for operatøren i tillegg til de andre oppgavene som skal utføres</i> • <i>Stopp i mateprosessen. Lite effektivt</i> • <i>Resultatet kan være avhengig fra operatør til operatør</i>

Tabellen over viser en oversikt over noen av de fordelene og ulempene ved de ulike måtene å endre sorbentens struktur på

4.3 Bygging av prototype og testing

Byggeprosessen

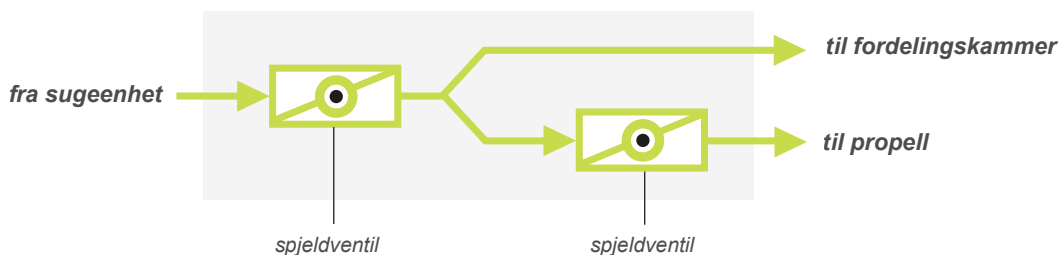
Prinsippet med en roterende propell under sorbent-tanken koblet til røreobjekt ble valgt ut for å ta med videre i prosessen. En prototype som kunne demonstrere dette prinsippet ble bygget på verkstedet til Institutt for produktdesign, NTNU. I tillegg til å demonstrere prinsippet så godt som mulig, ble prototypen bygget på den måten at det var mulig og raskt å gjøre små endringer på den. De ulike justeringene som kunne gjøres var for eksempel:

- Endring av dysestørrelse for transportluft. Ved å regulere størrelsen på åpning til transportluft, kan man regulere hastigheten til transportlufta. På funksjonsmodellen som har blitt laget, kan dysåpningen i diameter ha en størrelse på 5 mm, 10 mm, 20 mm og 30 mm (ingen dyse).
- Endring av størrelse på utløp for sorbent-luft-blanding. Diameter på 70 mm eller 110 mm.

Videre var det brukt to spjeldventiler hvor den ene var for å regulere luftmengden inn til sorbentmateren (fungerer også som av/på-bryter, mens den andre spjeldventilen er for å regulere luftmengden som skal brukes som transportluft.

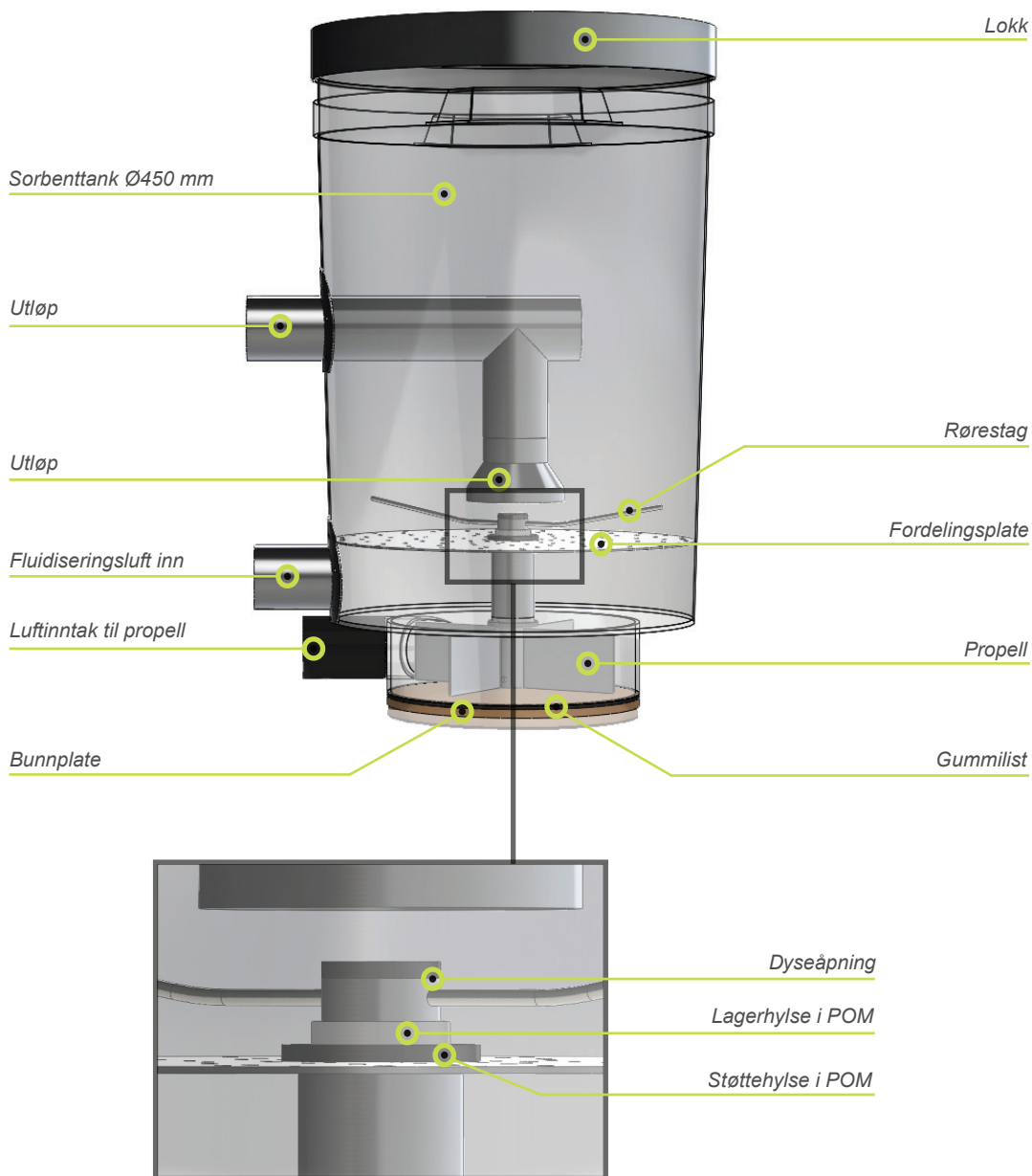


Funksjonsmodell under bygging

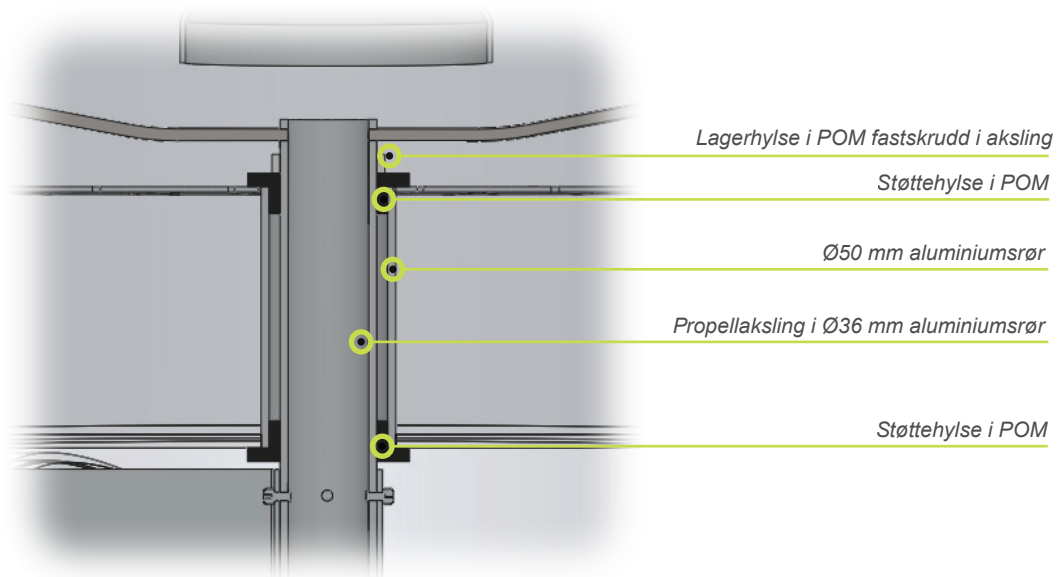


Figuren over viser hvordan spjeldventilene er koblet til funksjonsmodellen

4.3 Bygging av prototype og testing



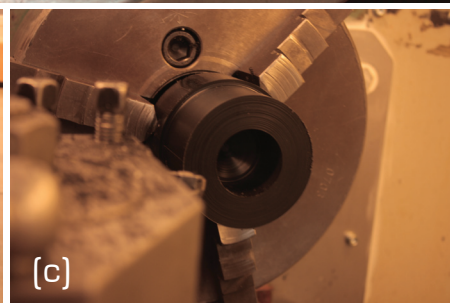
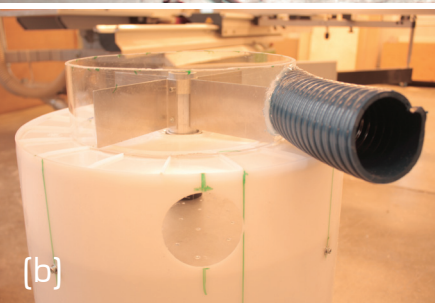
Illustrasjonene over viser hvordan prototypen er bygget opp



Illustrasjonen over viser hvordan prototypens propellaksling er lagret opp

4 UTVIKLING

4.3 Bygging av prototype og testing



Bildene over viser ulike stadier fra byggeprosessen. (a) distribusjonsplate og propell montert sammen, (b) distribusjonsplate og propell montert i sorbenttank, (c) fresing av støttehylser, (d) utløpsrør inni sorbenttank montert

Testgjennomføring

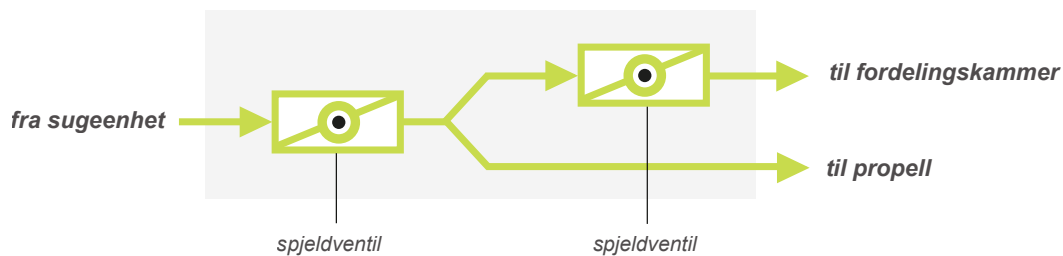
Testingen av prototypen ble gjort i Kaliber Industridesign sine lokaler på Lade, da sugeenheten og det meste av slanger og nødvendig utstyr var tilgjengelig her.

Det første som ble gjort var å kjøre luft inn i sorbentmateren uten å helle i bark i sorbenttanken. Dette ble gjort blant annet for å undersøke følgende:

- **Propellen:** Det som var aller mest interessant å undersøke om lufttrykket fra sugeenheten var stor nok til å i det hele tatt kunne drive propellen. Det har tidligere kun blitt testet med trykkluft fra verkstedet til Institutt for produkt-design. Luftmengden som kommer fra sugeenheten er større, men trykket igjen er lavere. I tillegg til at lufttrykket fra sugeenheten var lavere, måtte det også regnes med noe trykkfall da lufta også måtte passere en slange på 2,5 meter før den nådde til sorbentmateren. Det viste seg at luftmengden og lufttrykket var stor nok til å drive propellen og dette virket lovende før testgjennomkjøring med bark.
- **Transportluft og størrelse på dyseåpning:** Lufta som skulle drive propellen skulle også fungere som transportluft. Det var ønskelig at

dyseåpningen skulle være så stor som mulig for å sørge for bra nok gjennomstrøming og dermed redusere mengden av stillestående luft ved propellen. Samtidig var det ønskelig at dyseåpning var så liten som mulig, slik at transportlufta hadde så stor hastighet som mulig. Det ble tilslutt valgt dyse med åpning på 20 mm.

- **Regulering av luftstrøm til propell:** Idéen om å regulere luftmengden inn til propellen ved å plassere en spjeldventil foran innløpet fungerte ikke. Endringen som måtte til for å få dette til å fungere var å heller plassere spjeldventilen foran innløpet til fordelingskammeret. Ved å redusere fluidiseringslufta, kunne man dermed øke luftmengden inn til prop



Figuren over viser hvordan tilkobling av spjeldventilene ble endret til

4.3 Bygging av prototype og testing

Testing med sorbent

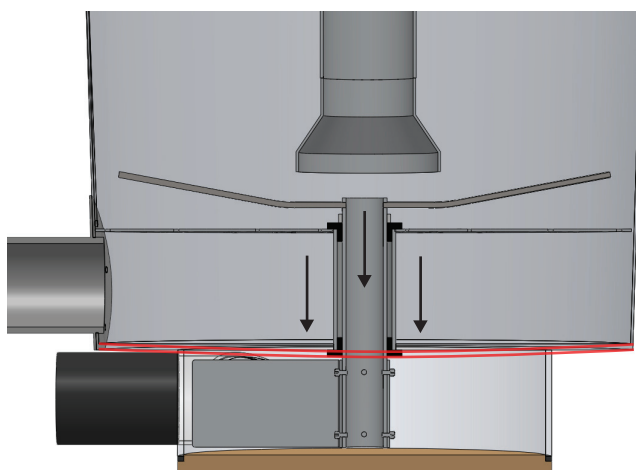
Under testing med sorbent ble Zugol benyttet og sorbenttanken ble fylt opp med 20 liter (én sekk). Resultatet viste at det ved start ble matet ut en god del bark, og at propellen og rørestagene inni sorbenttanken ikke greide å rotere. Det var ikke før etter at store deler av tanken var tømt før propellen begynte å rotere. Grunnen til at propellen ikke greide å rotere kunne være en kombinasjon av flere faktorer:

- Sorbenten er for kompakt
- Eksosluften fra sugeenheten er rett og slett ikke sterk nok
- Rørestagene lager for stor motstand

En rask modifikasjon ble gjort ved å fjerne det ene rørestaget i håp om å redusere motstanden, uten at det ble noe mer vellykket resultat. Begge rørestagene ble tilslutt fjernet og en ny test ble kjørt. Også

i denne testgjennomkjøringen greide ikke propellen å rotere.

Uten noe særlig logisk forklaring på hvorfor propellen ved siste testgjennomkjøring heller ikke roterte, ble det gjort en grundig sjekk på prototypen. Det viste seg at propellakslingen ble låst fast når fordelingskammeret ble fylt opp med luft. Dette skyldes sorbenttankens elastiske bunn, som ble bøyd nedover under utsettelse for luft. Dette gjorde at propellakslingen ble kilt fast mellom distribusjonsplaten og sorbenttankens bunn.



Illustrasjonen over viser nedbøyning (rød strek) av sorbenttankens bunn og hvordan dette påvirker propellakslingen



Bilder fra testgjennomkjøringene. (a) Prototypen tilkoblet MOSE sugeenhet, (b) Kontroll av rørestag gjennom vindu i sorbenttanken

4.3 Bygging av prototype og testing

Videre utvikling

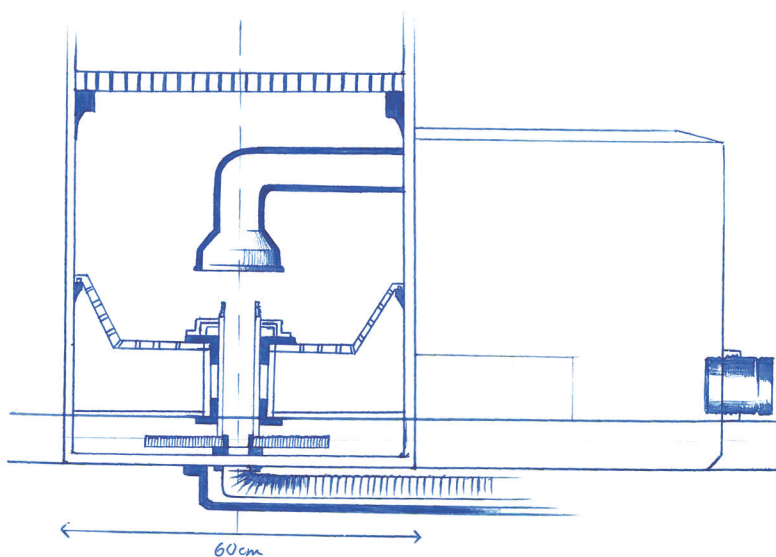
Testgjennomkjøringene var meget nyttige for videre utvikling av sorbentmaterens matesystem, da de ga innsikt på hvilke endringer som var nødvendige. Dette gjaldt blandt annet:

- **Rørepinnenene:** Rørepinnene skaper stor motstand når den er i kontakt med barken. Her må det utforskes på ulike utforminger av rørepinner/stag. Bør kanskje redusere til én rørepinne, men dette vil gå utover balansen når propellakslingen roterer.
- **Vifte/propell:** Store muligheter for å optimalisere design av propell. Testgjennomføringen viste at lufttrykket var kraftig nok til å drive propellen. Propellen kan designes på den måten at luftstrømmen tar enda bedre tak i propellbladene.
- **Girutveksling:** Propellen og rørestagene i barken bør ha hver sin aksling, slik at propellen

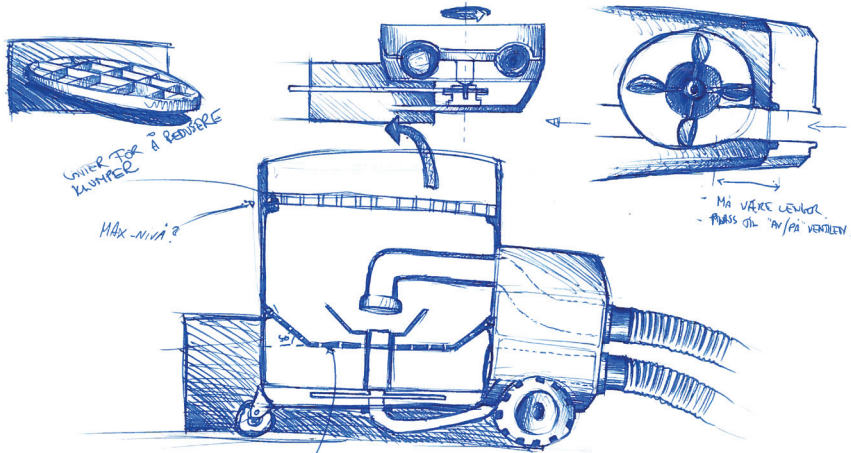
roterer med en høy vinkelhastighet og lav dreiemoment, mens rørestagene roterer med en lav vinkelhastighet med høy dreiemoment.

- **Sorbenttank og fordelingsplate:** Endring av geometrien til sorbenttank/fordelingsplate. Større grunnflate på sorbenttank reduserer trykket i bunnen av beholderen, som dermed også gjør sorbenten mindre kompakt. uten at det går over sorbenttankens volum. Fordelingssplaten har helninger, slik at sorbenten føres bedre mot utløp.
- **Omdirigering av luftstrømmen:** For at det skal bli tilstrekkelig med luftmengde til både fluidisering av bark og å drive propellen, må all luften fra sugeenheten først føres til propellen, før den går videre til fordelingskammeret.

På grunn av begrenset med tid, ble de tre sistnevnte punktene prioritert i den videre utviklingen av sorbentmateren.



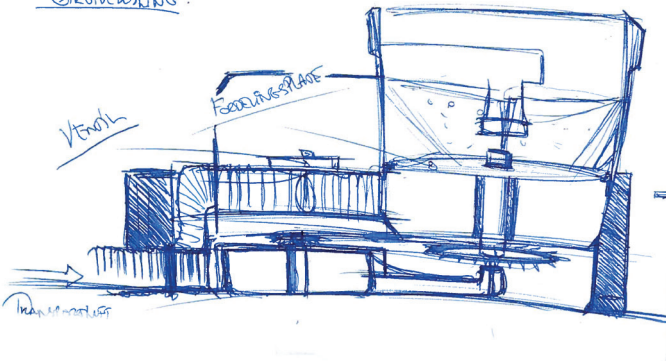
Utvalgte skisser fra videreutviklingen



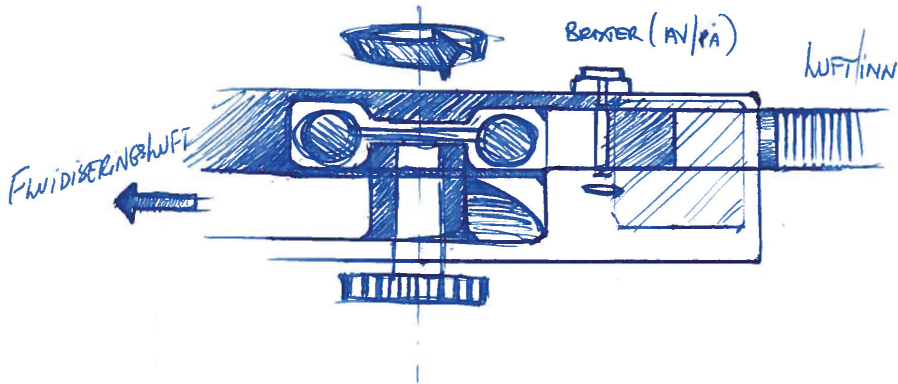
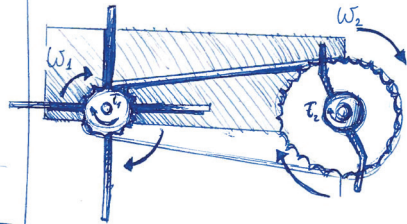
SURE PERFORMERER VEGGER INN MOT NEDEN
VIL GI TRANSPORT AV PARTIKLER MOT UTLOP!

- * MER LUFT TIL FJEDSERING!
- REDUKER LUFTTETTIGHETEN!

GROVVEKSLING:



DRIFMOMENT:



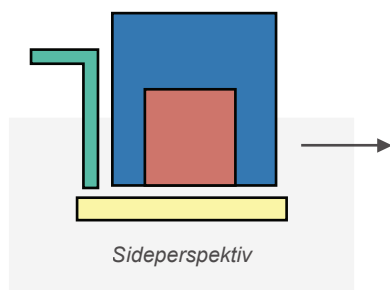
Utvalgte skisser fra videreutviklingen

4.4 Utforskning av strukturell prinsipp

Utforskning av ulike strukturelle prinsipper ut i fra de hovedelementene som inngår i produktet ble gjort. Dette ble gjort for å bestemme en god måte å strukturere de ulike elementene og gi produktet en naturlig struktur. Størrelsesforholdene mellom de ulike elementene i under er ikke eksakte, men gir allikevel et inntrykk på produktets struktur. Pilene på figurene indikerer den skyveretningen. Hovedelementene rangert etter størrelse og synlighet som følger:

1. Sorbenttank (blått)
2. "Kontrollboks" (rødt)
3. Bunn/plattform/fundament (gult)
4. Håndtak/styre (grønt)

Strukturell prinsipp A

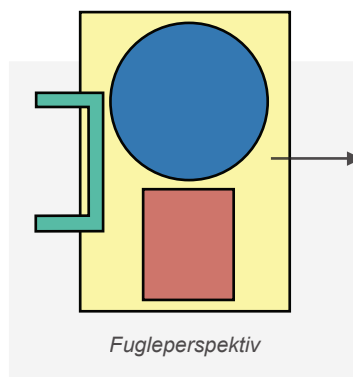


Fordeler:

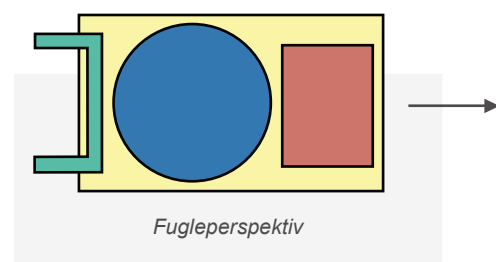
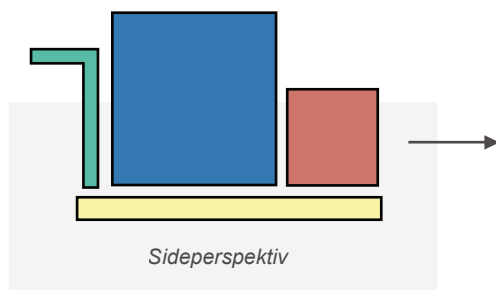
- Bra sikt for brukeren, da løsningen er kort i lengderetningen.
- God tilgang til både sorbenttank og "kontrollboks" fra samme langside.

Ulemper:

- Bredden kan skape problemer ved transport inn og ut av dører.
- Visuelt sett asymmetrisk og sidetung på sorbenttankens side.
- Unaturlig strukturell oppbygging.
- Kan på grunn av ubalansen være krevende ved frakting/trilling/bæring spesielt når sorbenttanken er fylt opp med sorbent.



Strukturell prinsipp B



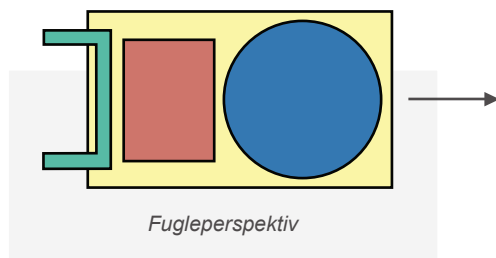
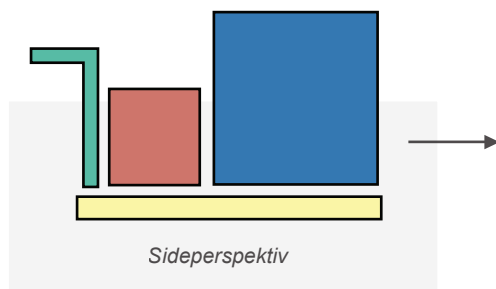
Fordeler:

- Relativt god tilgang til sorbenttank.
- Visuelt balansert. Ser naturlig ut med den mest dominerende elementen som midtpunkt.
- God tilgang til "kontrollboks" fra flere sider. Til- og frakoblinger av slanger og regulering av knapper/brytere kan gjøres fra tre sider.

Ulemper:

- Sorbenttanken kan sperre brukerens utsikt ved transport.

Strukturell prinsipp C



Fordeler:

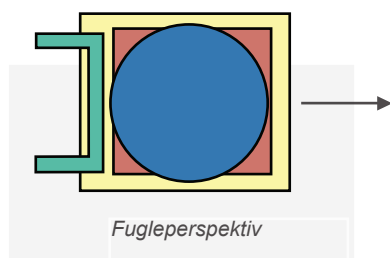
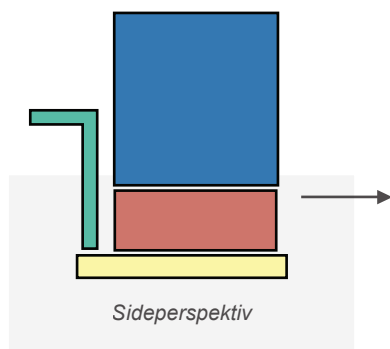
- God tilgang til sorbenttank fra begge langsidene og den ene kortsiden.
- Har en relativ naturlig oppbygging

Ulemper:

- Sorbenttanken kan sperre brukerens utsikt under manøvrering.
- Kan visuelt sett være litt fortung.
- Kan være fortung når sorbenttanken er fylt opp med sorbent.

4.4 Utforskning av strukturell prinsipp

Strukturell prinsipp D



Fordeler:

- Liten grunnflate og dermed plassbesparende ved frakting og lagring.

Ulemper:

- Liten grunnflate kan gi begrenset med støtte. Enda mer sårbar på ujevne overflater langs kysten.
- Visuelt sett høy struktur og ustødig.
- Utfordring ved påfylling av sorbent, da sorbenttanken er for høyt plassert.
- Dårlig tilgang til sorbenttankens lokk.
- Den høye strukturen blokkerer sikten for bruker når sorbentmaterialet skal flyttes.
- Kan bli toptung når sorbenttanken er fylt opp med sorbent.
- "Kontrollboksen" er plassert for langt ned. Krever at operatøren må bøye seg ned betraktelig for å regulere knapper og fra- og tilkoble slanger.

Av de fire strukturelle prinsippene var B og C mest aktuelle. Disse to strukturene har best gir best stabilitet og balanse. Valget falt tilslutt på strukturell prinsipp B på grunn av plasseringen av sorbenttanken i forhold til brukeren ved manøvrering. Sorbenttanken er produktets høyeste og største element. En plassering av den et stykke fra brukeren vil risikere å blokkere sikten.

4.5 Videreutvikling

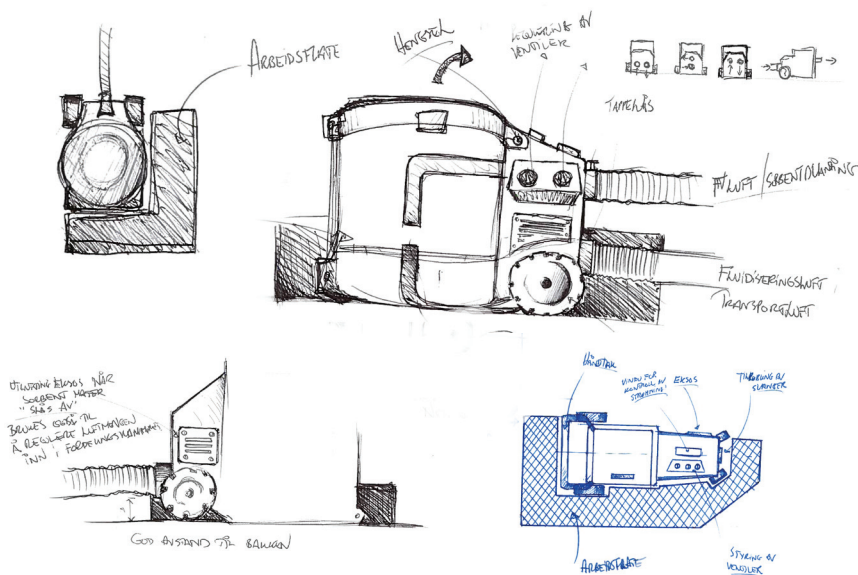
Det videre utviklingsarbeidet i prosessen ble hovedsakelig utført i SolidWorks, parallelt med aktiv bruk av skissing som verktøy.

Selv om idéene om hvordan mekanismen for mating av sorbent var klart og det strukturelle prinsippet bestemt, var det fortsatt mye arbeid som gjenstod. Bruken av CAD var ikke bare for å illustrere hvordan den endelige løsningen skulle se ut, men var også et nyttig verktøy til å konkretisere de ulike idéene. Bruk av 3D-modelleringen var spesielt nyttig for å:

- Konkretisere løsningen for mating av sorbent
- Se på proposisjonene mellom de ulike elementene

- Se på plassering av de ulike delene i forhold til hverandre
- Løse konstruksjonsmessige utfordringer
- Se de ulike elementene sammen i en helhet

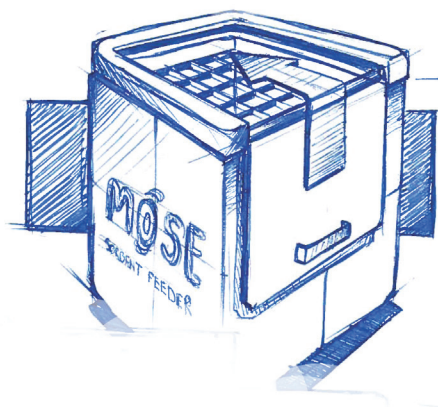
I denne delen av prosessen ble det lagt stor vekt på konstruksjon og oppbygging av den endelige produktløsningen. Det ble riktignok ikke gjort noe ergonomiske studier på forhånd, men brukerespektet var under hele denne delen av prosessen tatt hensyn til. Utforming av håndtak, plassering av dem, produktets fysiske størrelse etc. var hele tiden vurdert opp mot brukeren.



Utvalgte skisser på idéer av den endelige løsningen

4 UTVIKLING

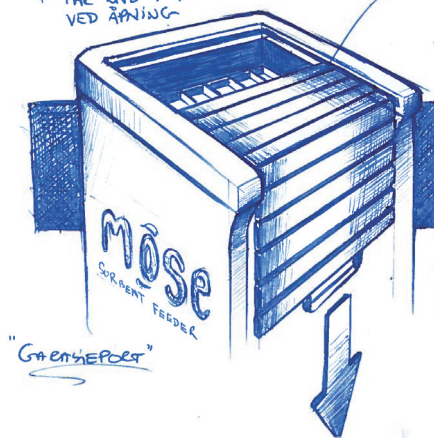
4.5 Videreutvikling



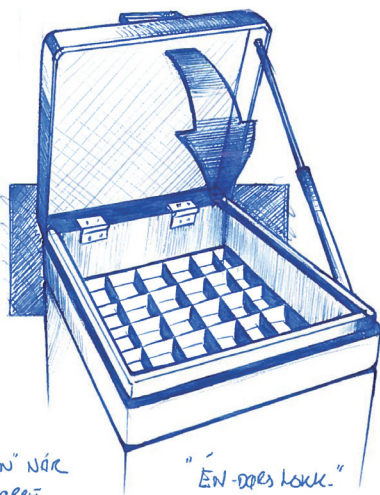
LØKKE
+ TAR LITTE Plass
VED ÅPNING

MYE DRITT SOM KAN
HANGE I GÅRERKREUVE

÷ KAN KUN ÅPNES
FRA EN SIDE
÷ FOR HANKE
SNADELER



"GÅRERKREUVE"



+ FÅ DELER

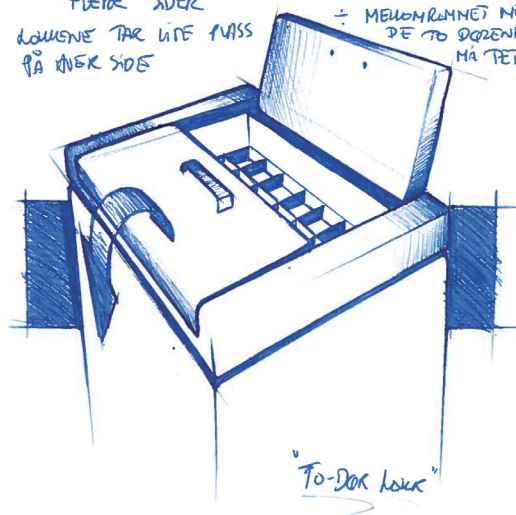
÷ DEKKER "UTSILVEN" NÅR
LØKKE ER OPPE

"ÉN-ØPES LØKKE"

+ KAN ÅPNES FRA
FLERE SIDER
LØKKENE TAR LITTE Plass
PÅ ANNE SIDE

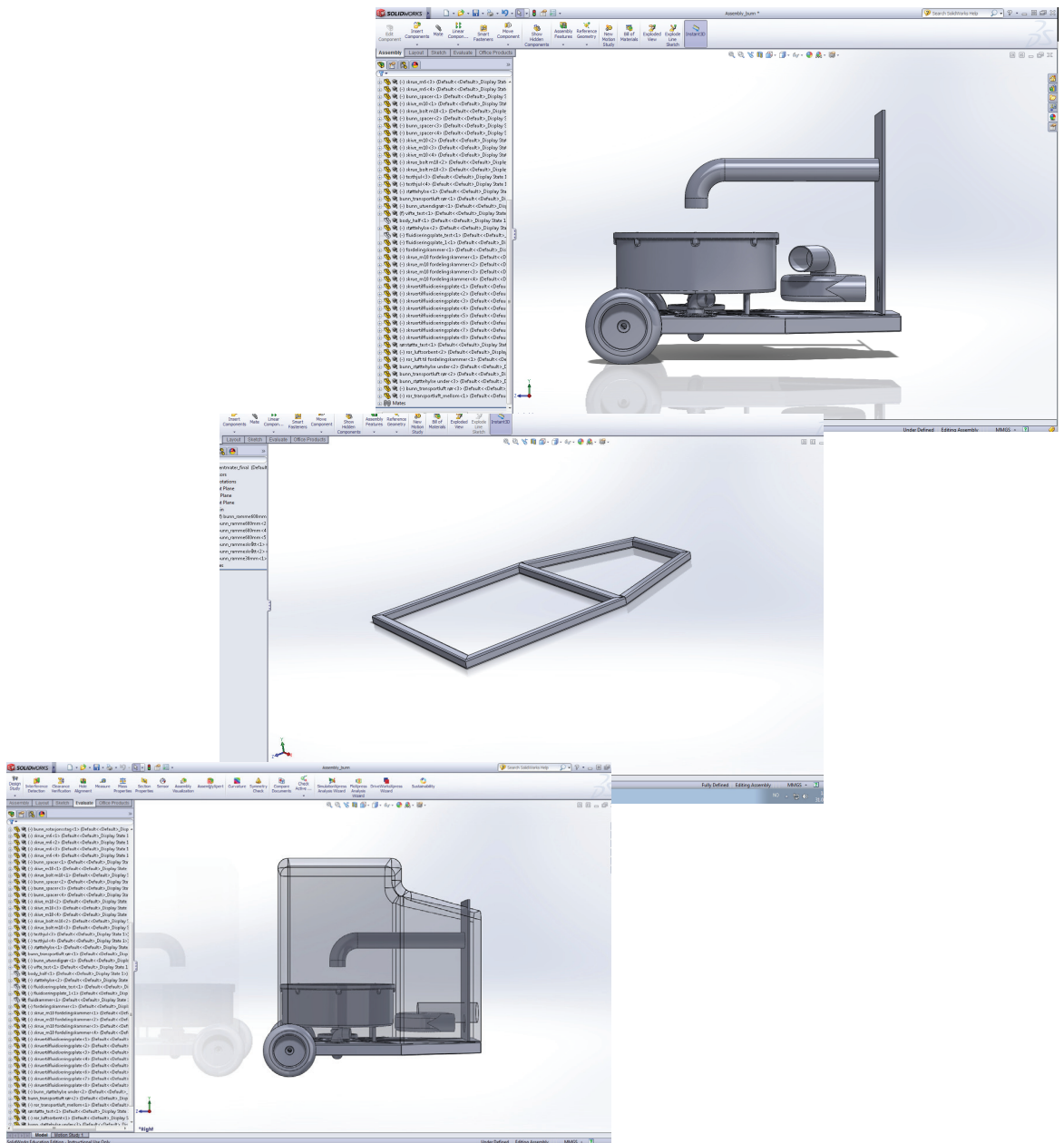
÷ MÅ LØKKE FRA
TO SIDER

÷ MELLEMROMMET MELLEN
DE TO DØRENE MÅ TETTES



"TO-DØRS LØKKE"

Ulike prinsippskisser for åpning og lukking av sorbenttank utviklet parallelt med 3d-modellering



Bildene over viser noen skjermdump fra arbeidet i SolidWorks

KAPITTEL 5:

RESULTAT

- 5.1 MOSE Sorbent feeder
- 5.2 Fysiske dimensjoner
- 5.3 Eksplosjonstegning
- 5.4 Evaluering og videre arbeid

5 RESULTAT

5.1 MOSE Sorbent Feeder

Håndtak

Håndtak

Utløp for sorbent

Håndtak

Bakhjul Ø240 mm



Lokk til sorbenttank

Vindu for kontroll av sorbentnivå

Sorbenttank

Bryter til ventil

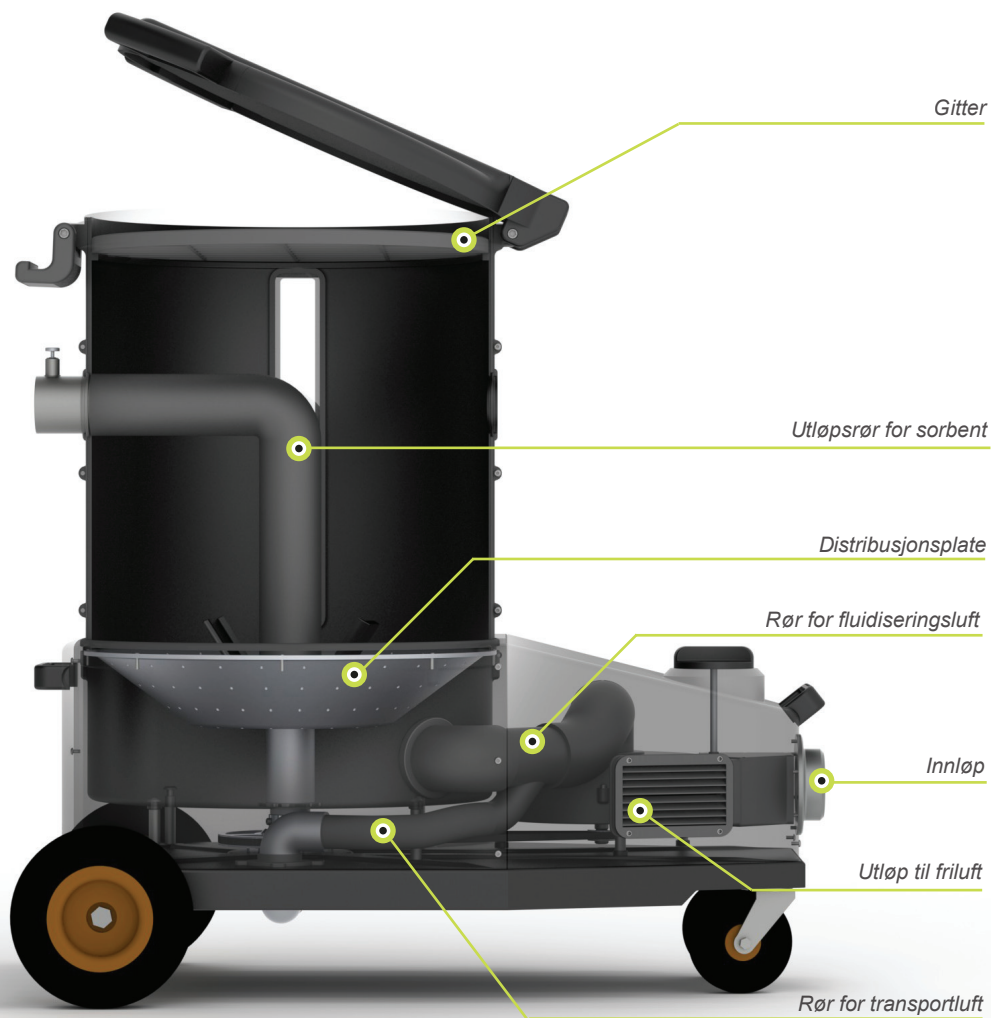
Luftinntak

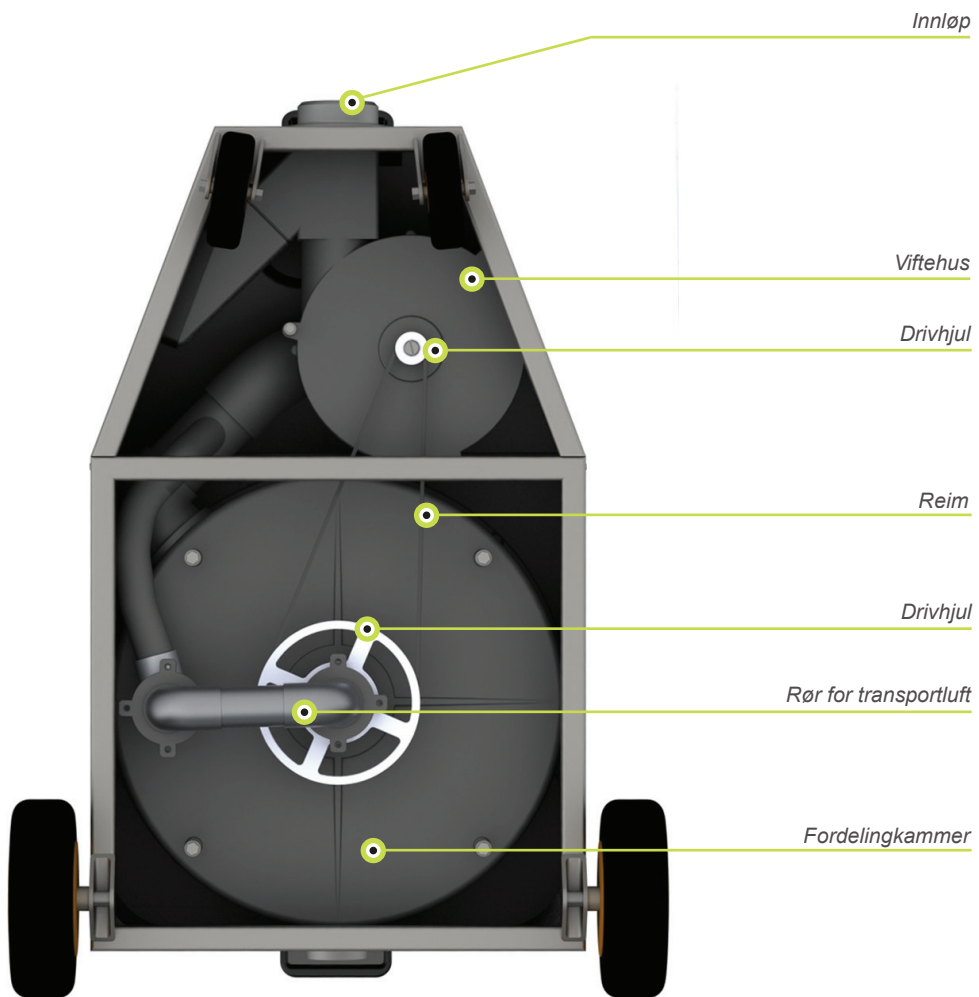
Åpning til friluft

Svingbar forhjul Ø140 mm

**kal
BER**

5.1 MOSE Sorbent Feeder





5.2 Fysiske dimensjoner

Sideperspektiv

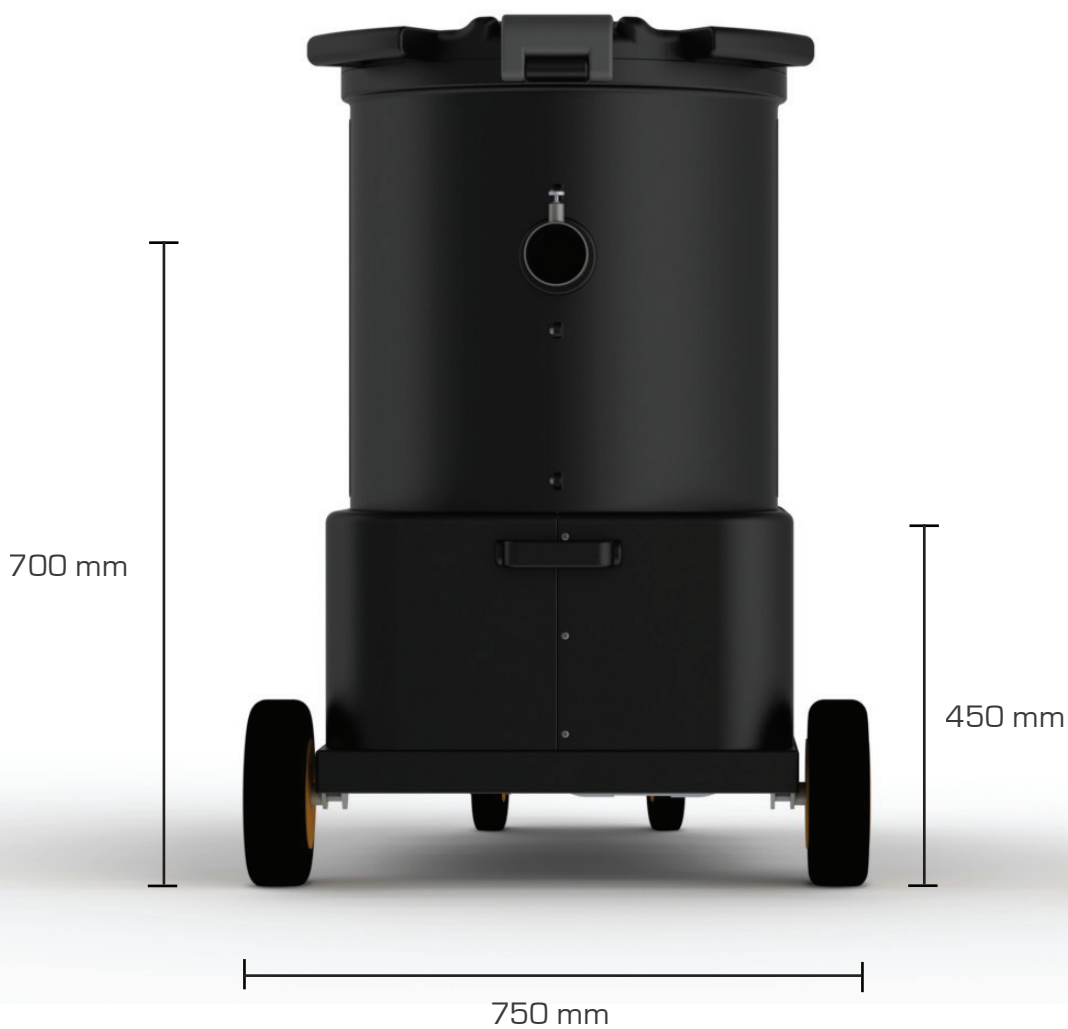


Front

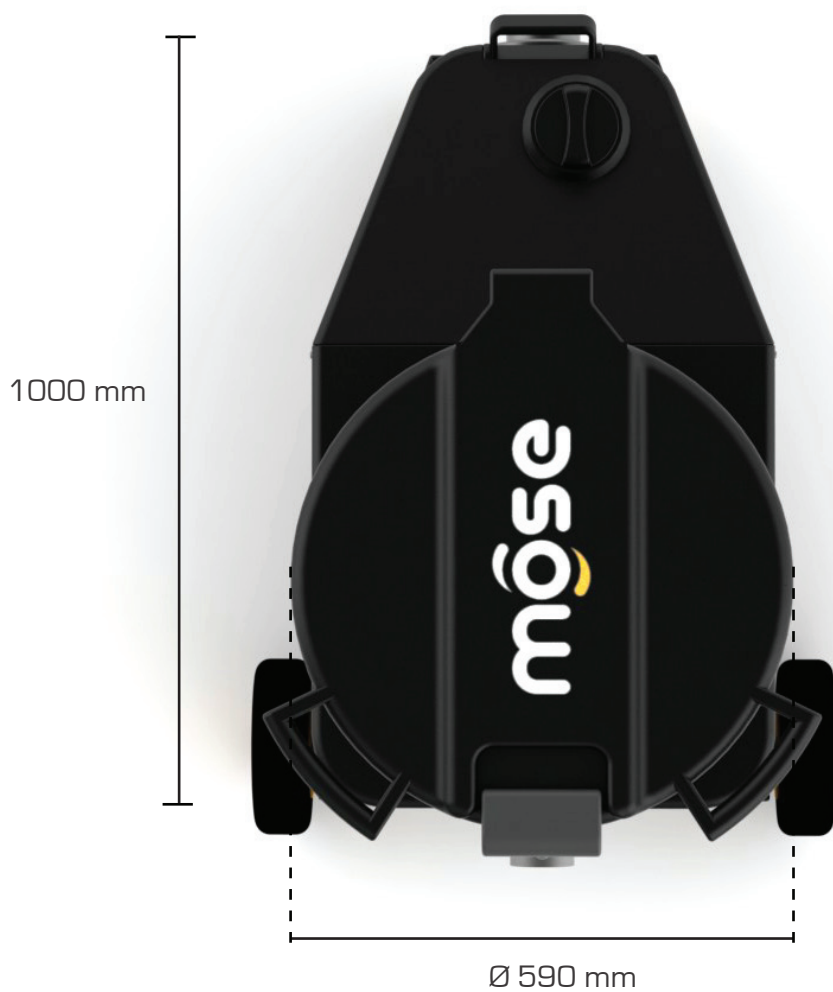


5.2. Fysiske dimensjoner

Bak

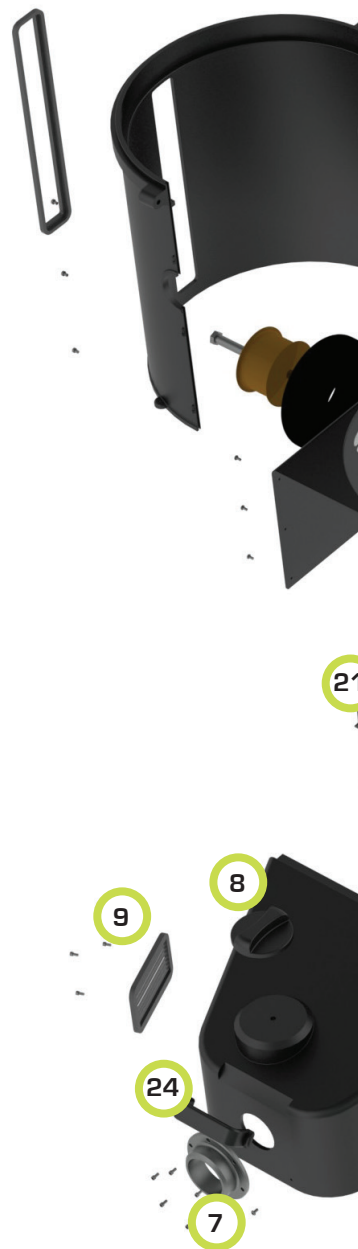


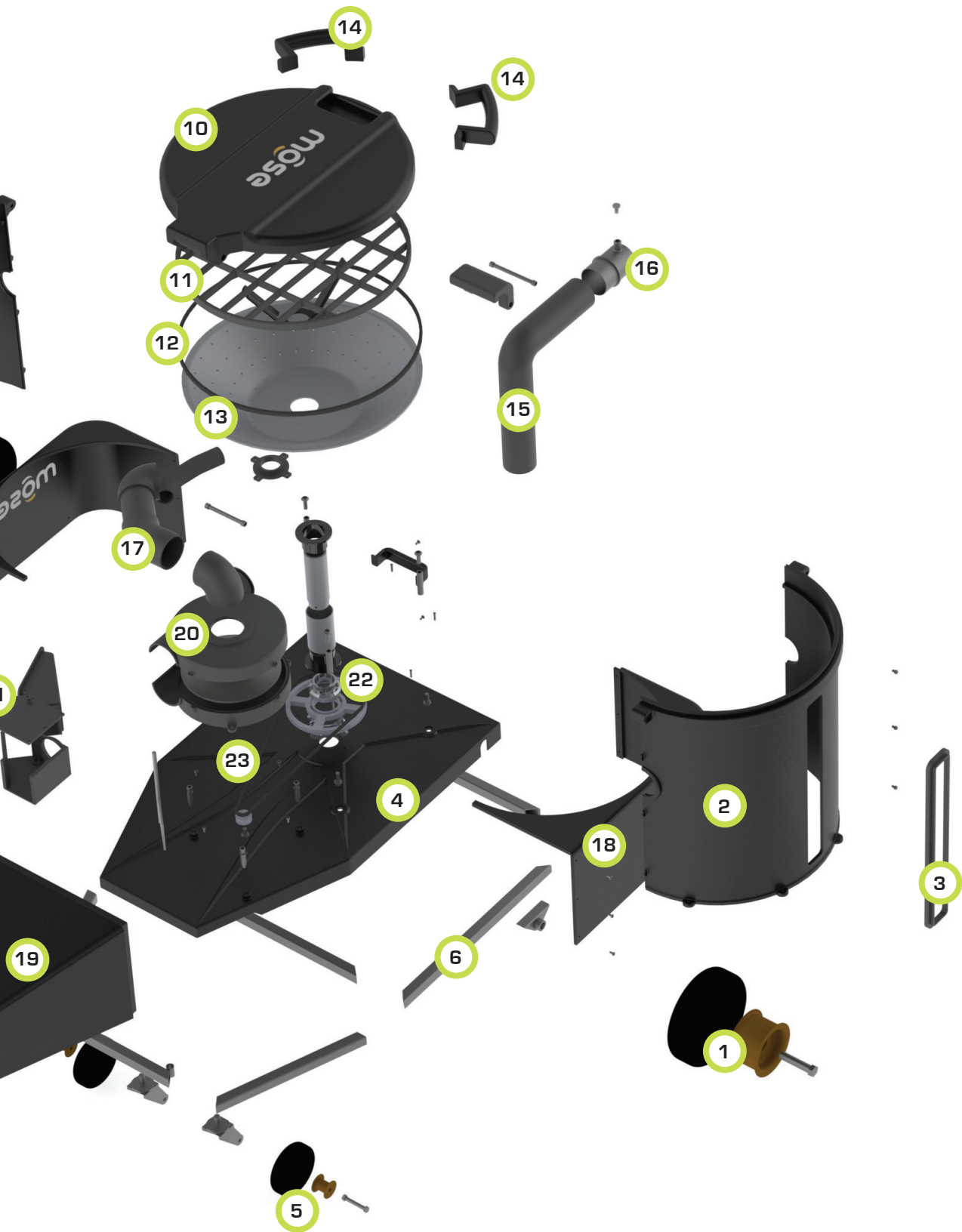
Topp



5.3 Eksplosjonstegning

Nr.	Komponent
1	Bakhjul Ø250 mm
2	Sorbenttank - halvdel Ø580 mm
3	Vindu til sorbenttank
4	Bunnplate
5	Svingbar forhjul Ø200 mm
6	Rammeprofil
7	Kobling for luftinntak
8	Bryter til ventil
9	Gitter til utluft
10	Lokk til sorbenttank
11	Gitter
12	Gummifôring
13	Distribusjonsplate
14	Håndtak
15	Utløpsrør
16	Kobling til børsteenhet
17	Rør mellom vifte og fordelingskammer
18	Bakdeksel
19	Frontdeksel
20	Vifte
21	Ventil
22	Drivhjul
23	Drivreim
24	Håndtak





5.4 Videre arbeid og evaluering

Videre arbeid

Prosjektet har gått ut på å utvikle en sorbentmater som kan brukes sammen med Kaliber Industridesign sitt MOSE-system under opprydding av olje- og kjemikaliesøl på strandsoner. Selv om resultatet presenterer en relativt detaljert og konkret forslag på en mulig løsning, kreves det fremdeles en del videre arbeid. Dette gjelder bl.a. på utforming eller valg av en propell/vifteløsning som er god nok til å kunne drive røremekanismen inni sorbenttanken. Videre må det også foreta en utforskning på ulike typer rørestag som kan benyttes til dette formål. Dimensjonering av ulike rør og slanger i konseptetforlaget må det også jobbes videre med. Kombinasjonen mellom sorbentmaterialer og luft er svært uforutsigbar, noe som gjør håndtering av sorbent meget krevende. Prototyper må videre bygges og omfattende testgjennomkjøringer må også utføres for å kunne verifisere om det faktisk er mulig å lage en sorbentmater drevet kun av eksosluften fra MOSE sugeenhet.

Evaluering

Å jobbe med denne oppgaven har vært krevende på mange måter, men også samtidig vært en meget lærerik prosess. Jeg visste på forhånd hvor utfordrende denne oppgaven kom til å bli, da jeg allerede hadde godt kjennskap til hvor vanskelig håndtering av sorbentmaterialer var. Jeg ønsket allikevel å jobbe med denne typen oppgaver, siden jeg er glad i å jobbe med oppgaver der et konkret problem skulle løses.

I ettertid skulle jeg ønske at jeg var flinkere til å ta kontakt med f.eks mennesker med kompetanse innenfor fluidmekanikk og pulverteknologi. Oppgaven

kunne til tider oppleves som for teknisk for min del. Synspunkter fra disse menneskene ville muligens ha påvirket det endelige resultatet til en nærmere mulig løsning enn det resultatet som er presentert i denne rapporten.

Alt i alt vil jeg si at jeg er fornøyd med prosjektet og resultatet, da jeg synes jeg har greid å konkretisere mine idéer til et tilsynelatende overbevisende produkt.

Referanseliste

Litteratur:

“Powder technology handbook”
H. Masuda, K. Higashitani & H. Yoshida 2006

“Managing the industrial design process”
A. Liem 2004

Artikler og rapporter:

“Design of MOSE Preparedness System for Industry Facilities”
Masteroppgave av Marius Høver Montarou, Høst 2011

“Konseptutvikling MOSE - Rapport arbeidspakke 3”
Utarbeidet av Tomas Ryberg

“Batch and continuous fluid bed coating - review and state of the art”
E. Teunou & D. Poncelet

Internett

www.hhenriksen.com/Images/Documentation/FOXBLOWER.pdf
www.overflate.no/fagstoff/fluidis.htm
www.tel-tek.no/Pulverteknologi/Pneumatisk-transport/Forskningsaktiviteter/VertikalLuftrenne
www.melbusystems.no
<http://no.wikipedia.org/wiki/Gir>

Programvare:

Adobe Photoshop
Adobe InDesign
SolidWorks