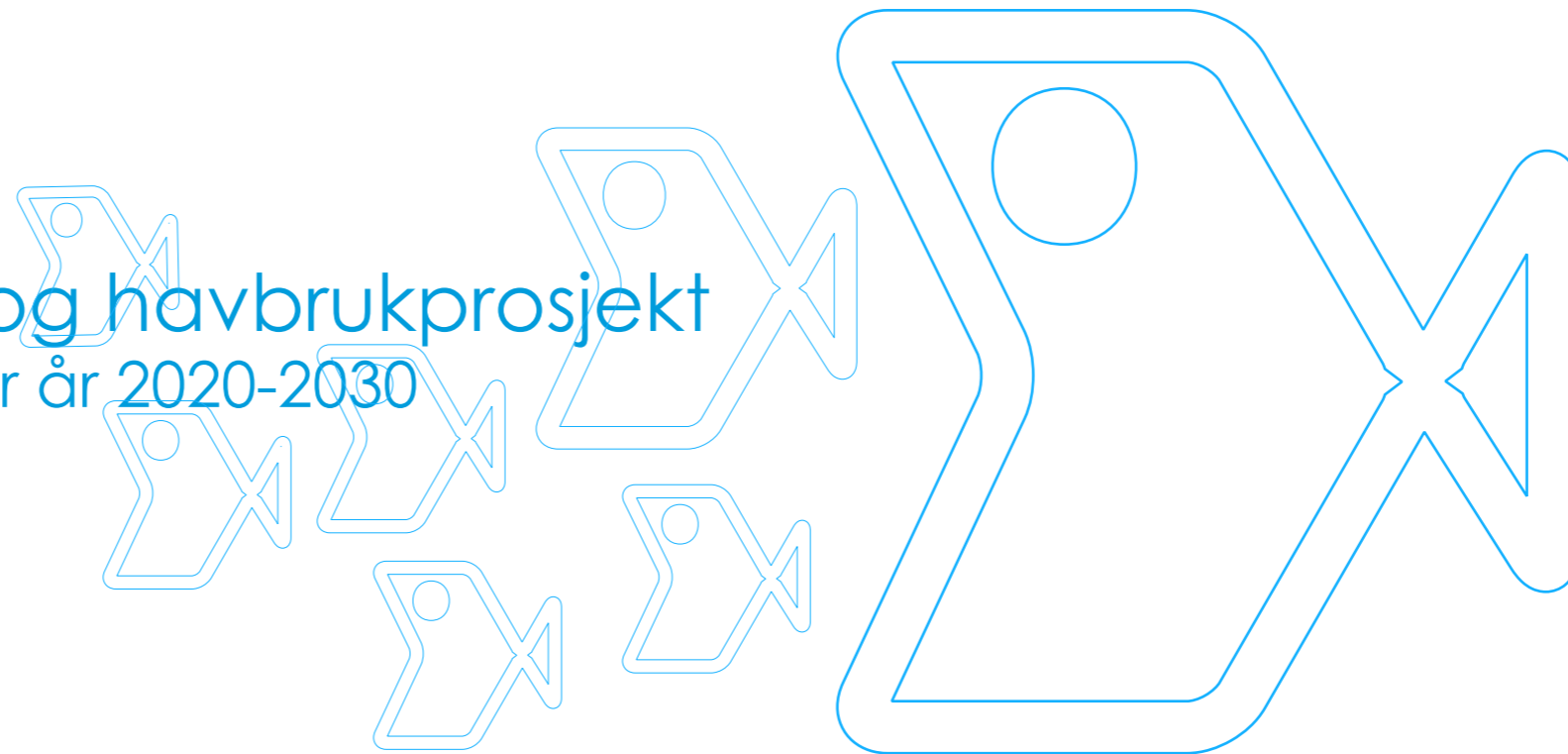


SINTEF fiskeri- og havbrukprosjekt
Lakseoppdrett for år 2020-2030
Kari M. B. Clifford



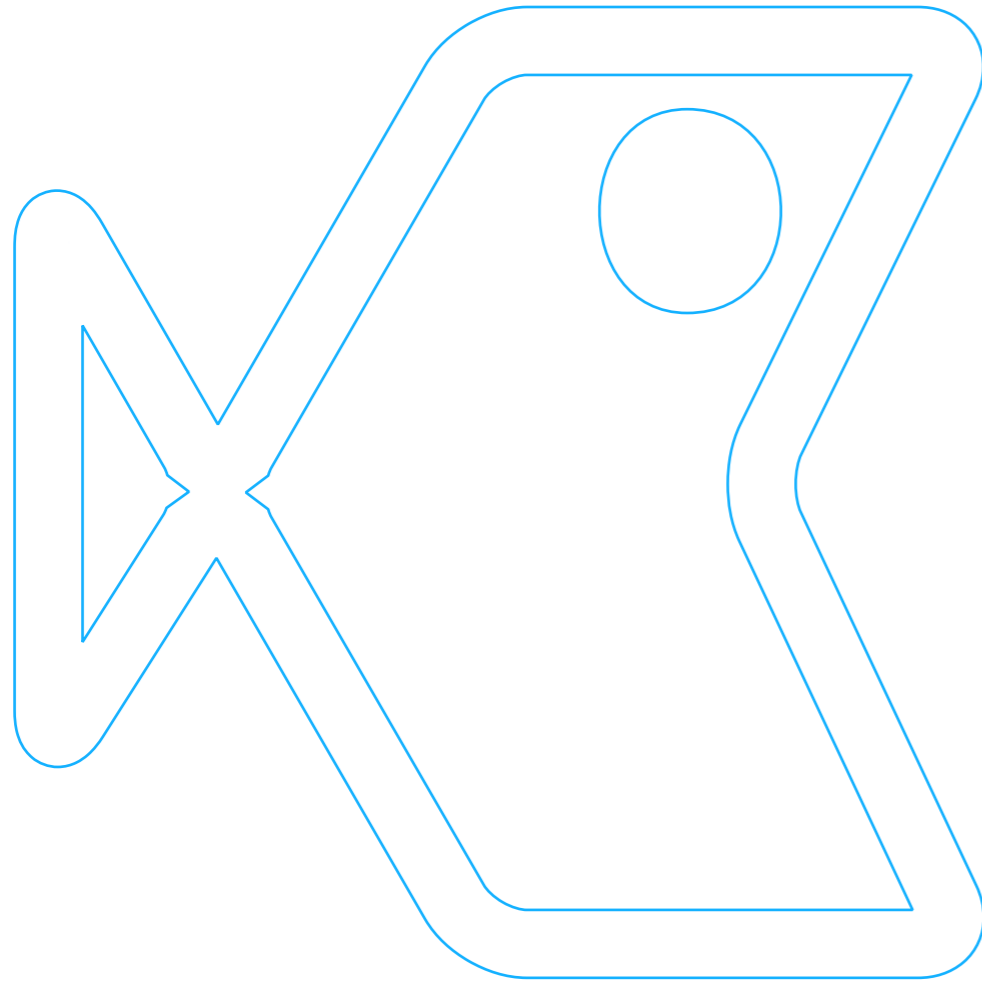
FORORD

Denne rapporten omhandler en oppgave vi fikk av SINTEF i forbindelse med faget PD4. Problemstillingen var å redesigne fremtidens fiskeoppdrettsanlegg for år 2020/2030.

Vi arbeidet først i gruppe der vi analyserte dagens system for lakseoppdrett og innhentet mye informasjon om dagens teknikker og løsninger. Siden innsnevret vi inn oppgaverammene og bestemte oss for et fokusområde: selve merden i anlegget. Deretter utarbeidet vi vår egen problemdefinisjon og kravspesifikasjoner for vårt delsystem. Vi delte inn oppgaven ytterligere ved å tildele gruppemedlemmene hvert sitt problemområde innenfor merden. Jeg valgte å jobbe med dødfisk problematikken.

Etter å ha definert oppgaven gikk vi over i en individuell fase, der vi gjennom en iterativ prosess kom frem til tre ulike konsepter for problemet vi skulle løse. Etter å ha bestemt meg for hvilke av de tre konseptene som best ville utføre oppgaven den skulle løse detaljerte jeg dette konseptet ytterligere. Det er viktig å spesifisere at produktet er i konseptfase, og ikke ferdig til produksjon. Dette fordi det er et produkt for fremtiden, og noen av teknikkene og materialene som inngår i produktet er ikke ferdig utviklet enda.





INNHOLDSFORTEGNELSE

1. Innledning

1.1	Forside.....	1
1.2	Forord.....	2
1.3	Innholdsfortegnelse.....	3

2. Gruppearbeid

2.1	Planlegging.....	4
2.2	Problemedefinisjon, overordnede krav.....	5
2.3	Gruppen.....	6
2.4	Informasjonssanking, skisseworkshop.....	7
2.5	Skisser.....	8
2.6	Besøk på oppdrettsanlegg.....	9
2.7	Semistrukturert intervju.....	10
	Flere skisser.....	11
2.8	Modeller, valg av hovedsystem og delsystem.....	12

3. Individuelt arbeid

3.1 Forarbeid

3.1.1	Kort om dødfiskproblematikk.....	13
3.1.2	Brukergruppe, teknologi.....	14
3.1.3	Utfordringer ved dagens løsninger.....	15
3.1.4	Kravsspesifikasjoner for løsning av dødfiskproblem.....	16
3.1.5	Vekting av krav til konsept.....	17

3.1.6	Ideutvikling.....	18
3.2 Konsept		
3.2.1	Konsept 1.....	19
3.2.2	Detaljering konsept 1.....	20
3.2.3	Konsept 2.....	21
3.2.4	Detaljering konsept 2.....	22
3.2.5	Konsept 3.....	23
3.2.6	Detaljering konsept 3.....	24
3.2.7	Hvordan de ulike konseptene møter kravene, konsept 1.....	25
3.2.8	Konsept 2, konsept 3.....	26
3.2.9	Valg av konsept.....	27

3.3 Detaljering

3.3.1 Valg av krabbe

3.3.1.1	Detaljering, valg av krabbe...28
3.3.1.2	Vekting av krav til krabbe....29
3.3.1.3	Hvordan de ulike krabbene møtte kravene, Taskekrabbe.....30
3.3.1.4	Trollkrabbe.....31
3.3.1.5	Kongekrabbe.....32
3.3.1.6	Snøkrabbe.....33
3.3.1.7	Valg av krabbe.....34

3.3.2 Dimensjonering, materialer og produksjon

3.3.2.1	Krav til merdekonstruksjonen.....	35
3.3.2.2	Detaljering, dimensjonering.....	36
3.3.2.3	Materialer, fargevalg.....	37
3.3.2.4	Biologiske komponenter.....	38

3.3.2.5	Produksjon, produksjon av deler.....	39
3.3.2.6	Former til støping, tverrsnitt.....	40
3.3.2.7	Sammensetning av deler.....	41
3.3.2.8	Eksplodert skissetegning.....	42
3.3.2.9	Kostnad.....	43

3.3.3 Transport og montering

3.3.3.1	Transport, montering.....	44
3.3.3.2	Monteringsforløp.....	45
3.3.3.3	Vedlikehold.....	46

3.3.4 Utfordringer og fordeler med bio-bowl

3.3.4.1	Utfordringer i konseptet bio-bowl med krabbe.....	47
3.3.4.2	Utfordringer i konseptet bio-bowl med krabbe.....	48
3.3.4.3	Fordeler med bio-bowl.....	49

3.3.5 Presentasjon av konsept

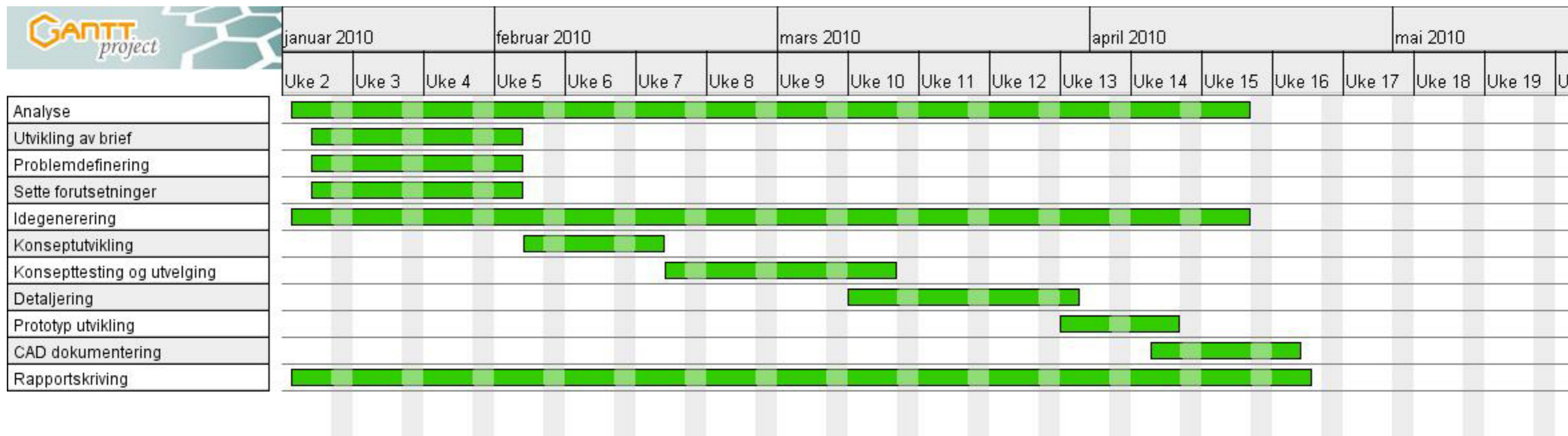
3.3.5.1	Presentasjon, bio-bowl.....	50
3.3.5.2	Bio-bowl med trollkrabber...51	
3.3.5.3	Plassering.....	52
3.3.5.4	Brukssituasjon.....	53

Appendiks: Skisser



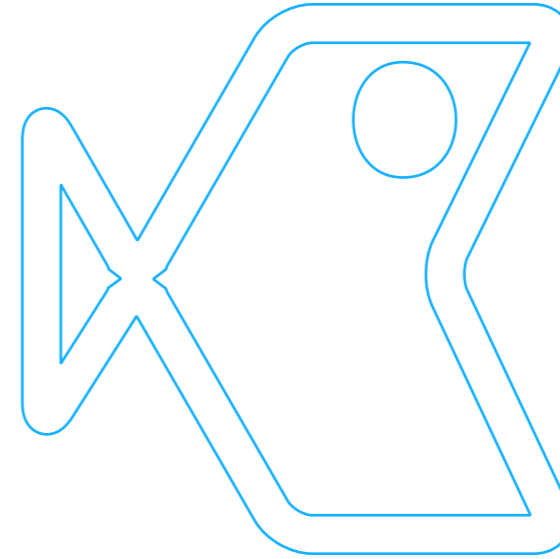
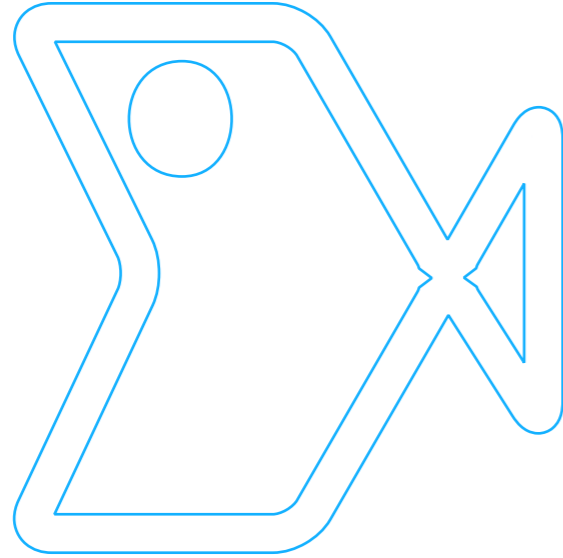
PLANLEGGING

Det første vi gjorde i prosjektet var å planlegge hvordan vi skulle bruke tiden vår. Vi brukte programmet Gantt project til å lage en oversikt. På denne måten kunne vi ha kontroll på hvor vi var i designprosessen.



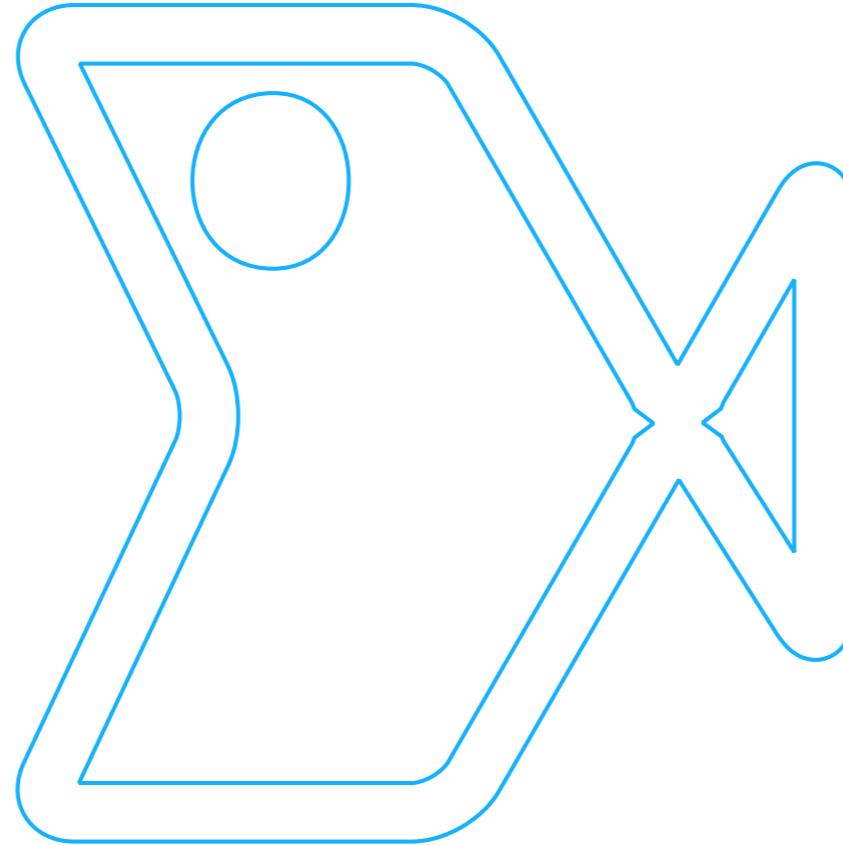
PROBLEMDEFINISJON

Å designe en merd med tanke på fremtidens fiskeoppdrett.



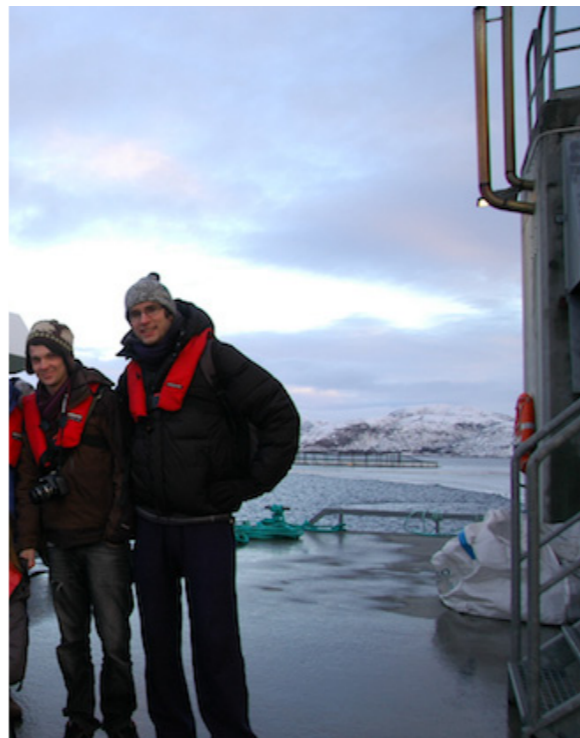
OVERORDNEDE KRAV

Bærekraftig, innovativ og så selvdrevet som mulig. I samtale med kontaktperson fra SINTEF fikk jeg inntrykk av at førstnevnte punkt var det viktigste. Jeg bestemte meg derfor for å sette dette kravet høyest i utarbeidelsen av mitt eget konsept og egne tilhørende krav.



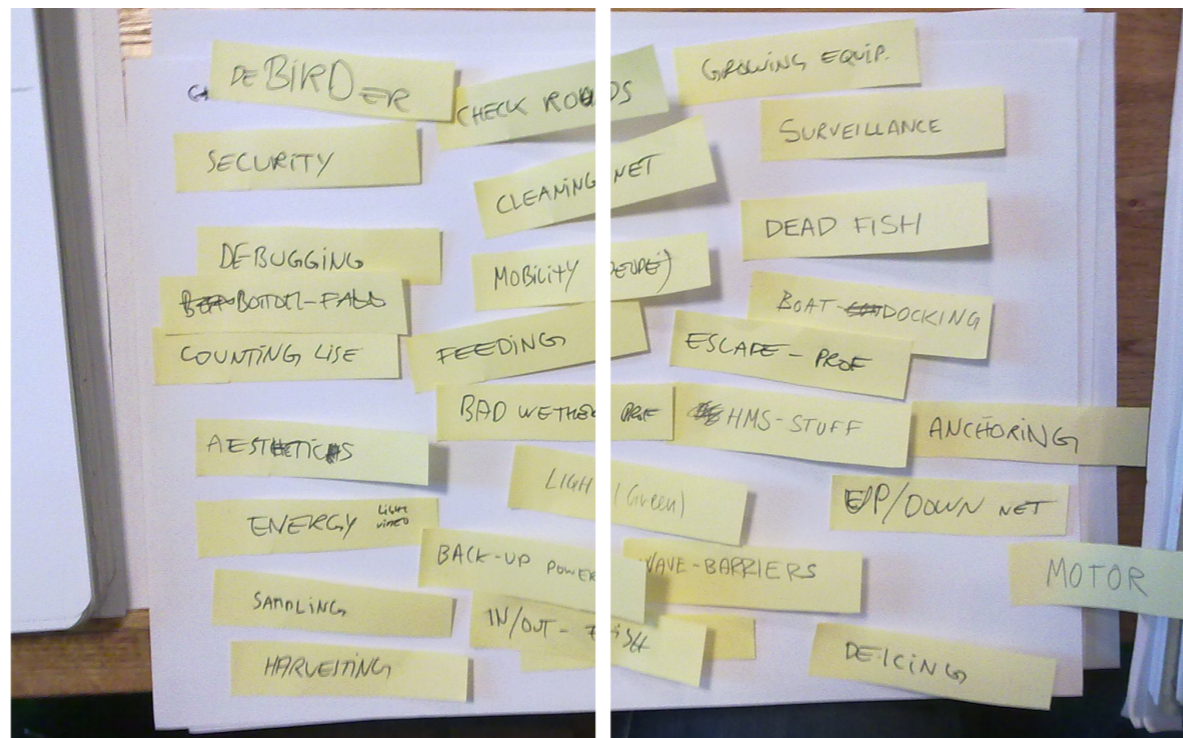
GRUPPEN

Prosjektgruppen vår bestod av syv stykker; fire fra 2. klasse, to fra 3. klasse og en utvekslingsstudent. Vi arbeidet en stund sammen om innhenting av informasjon, analyse av systemet og spesifikasjoner til systemet. Vi brukte også mye tid på skissing før vi kom frem til en problemdefinisjon.



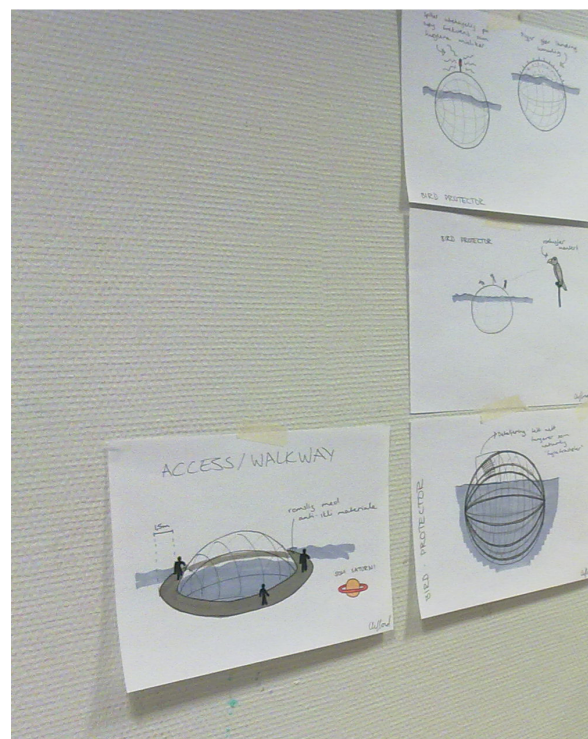
INFORMASJONS-SANKING

I begynnelsen av prosjektet brukte vi en god del tid på informasjonsanking. Vi ville lære oss så mye som mulig om lakseoppdrett, og gikk dermed systematisk til verks med å innhente informasjon. Ulike analyser ble laget, som inntressent- og hiarkisk oppgave analyse. I tillegg samlet vi all informasjonen vi hadde om hele systemet i en egen oversikt. Analysene og oversikten finnes i grupperapporten.

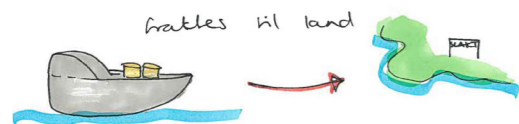
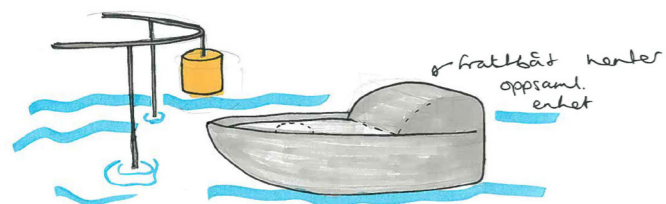


SKISSEWORKSHOP

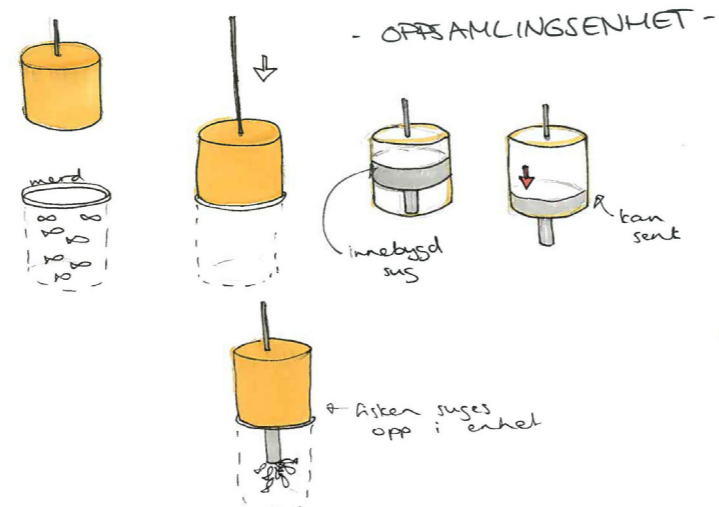
Vi brukte også mye av tiden vår på skissing, og vi møttes for å utveksle ideer og ny kunnskap.



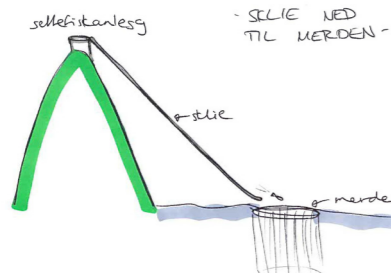
SKISSER



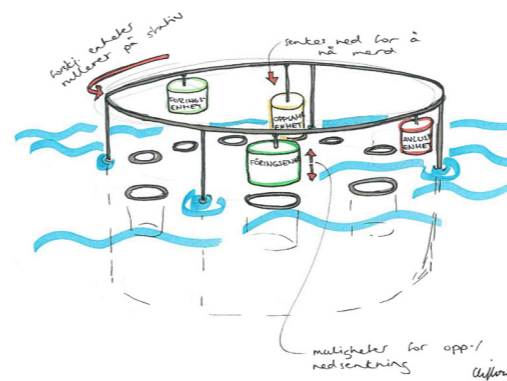
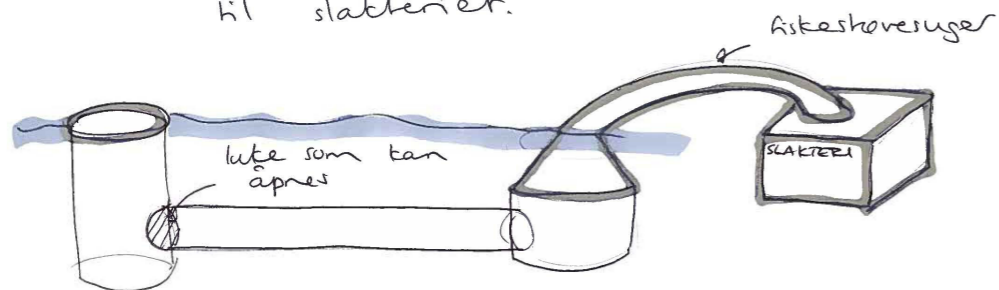
Clifford



- RESTAURANT NEDST I MERDE -



Fisken svømmer selv til slakteriet.



Clifford

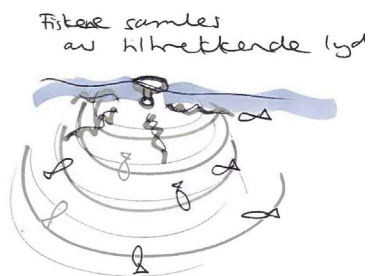
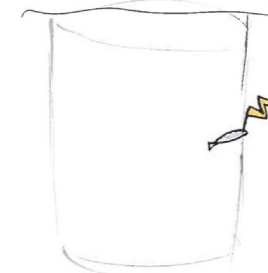
Fornøyelsespark tilknyttet merdeanlegget.



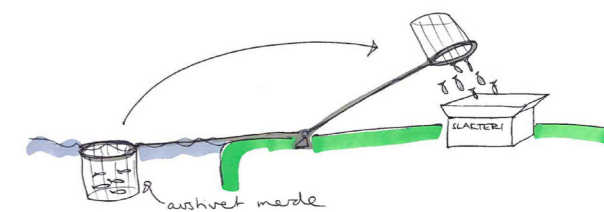
→ Forhindrer esdmhet blandt rektene.

Ingen merde!

Under vanns el-gjerde

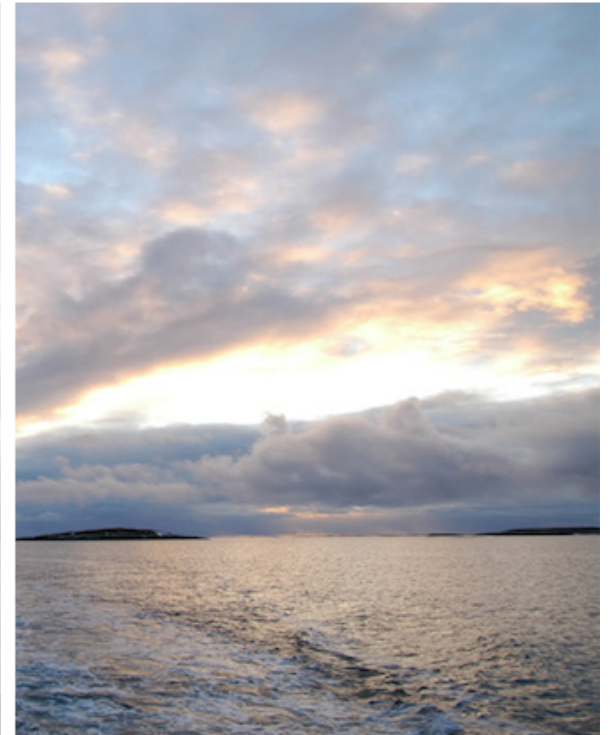


- TRANSPORT TIL SLAKTERI -



BESØK PÅ OPPDRETTSANLEGG

Under gruppearbeidet besøkte vi et lakseoppdrettsanlegg for å bedre forståelsen vår av de teknikkene som brukes i dagens oppdrettsnæring. Vi fikk førstehåndsinformasjon om livet på anlegget og fikk muligheten til å studere systemet tett på.



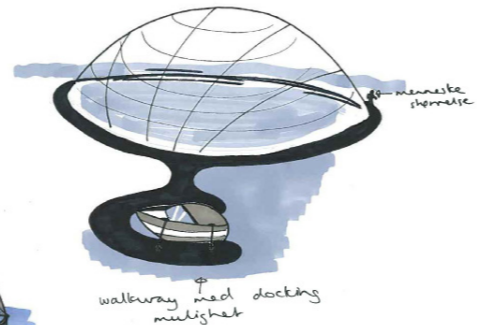
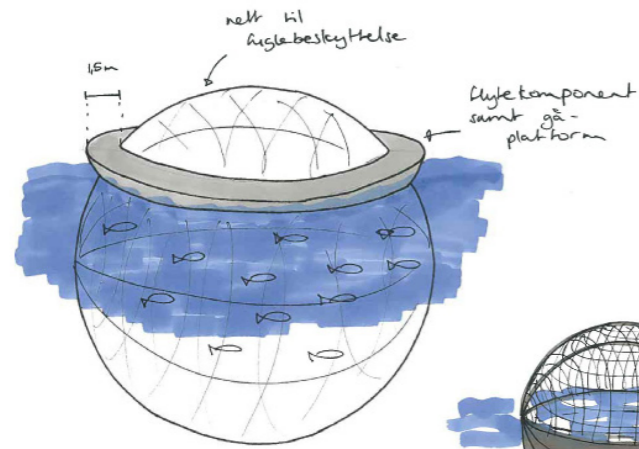
SEMISTRUKTURERT INTERVJU

I forbindelse med informasjonssinnhenting brukte vi også en semistrukturert intervju for å tilegne oss mer kunnskap. Det semistrukturerte intervjuet vårt ble avholdt den 16. mars, 2010. Vi var fire stykker fra 2. klasse og to representanter fra fiskeindustrien. Disse representantene var Per Anders Andersen, marinkonsulent for Nord Trønderlag, og Joachim Buarø, teknisk sjef i firmaet Aqualine (et firma som er systemleverandører av merder).

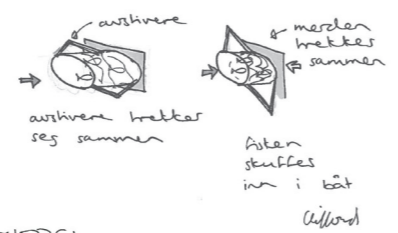
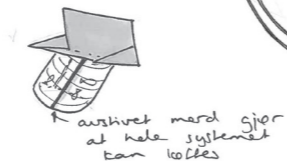
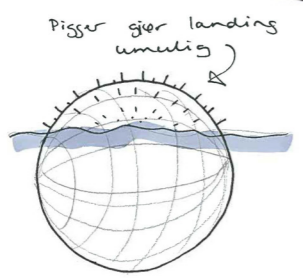
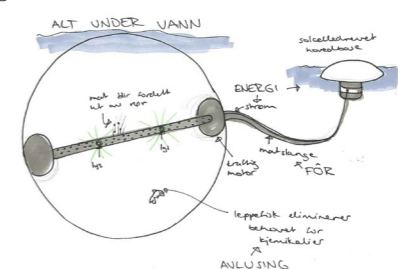
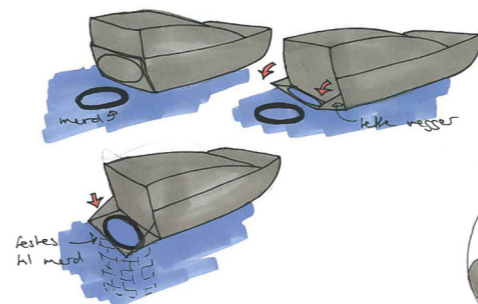
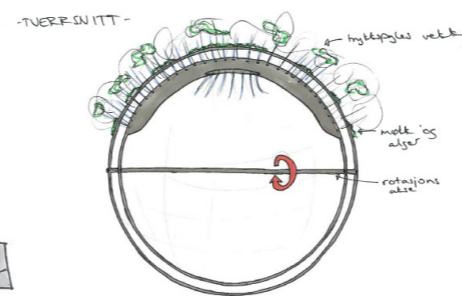
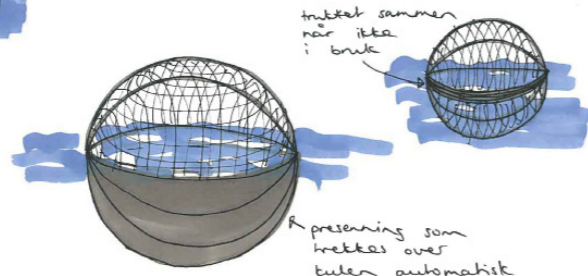
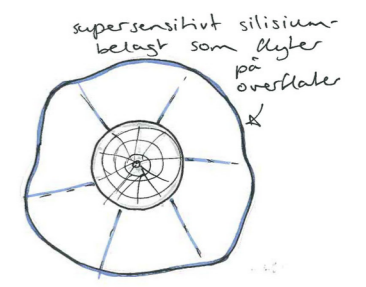
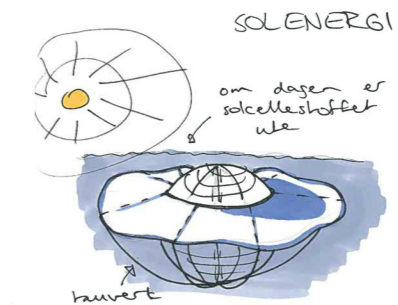
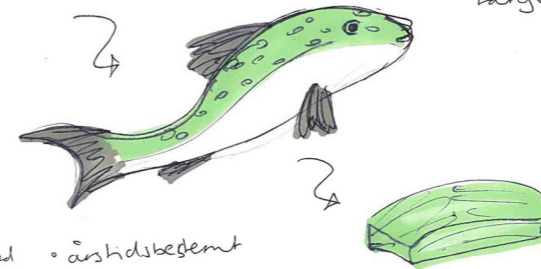
Intervjuet ble brukt til å diskutere fiskeoppdrettsindustri som en helhet, i tillegg til å få en grundigere innføring i hvilke oppgaver en merd må gjennomføre. Jeg brukte også intervjuet til å avgjøre hvilke av konseptene mine var best egnet i forhold til kravspesifikasjonene.



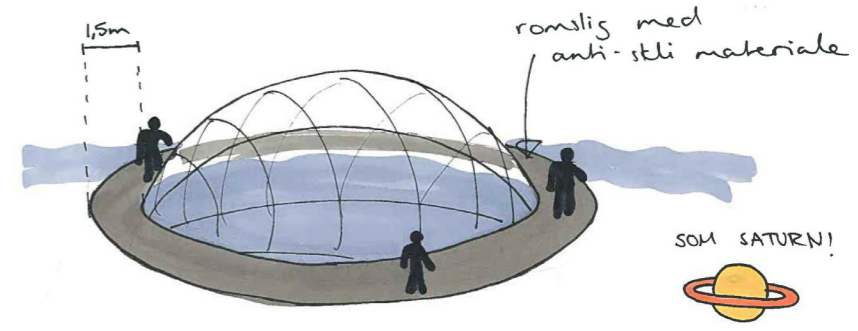
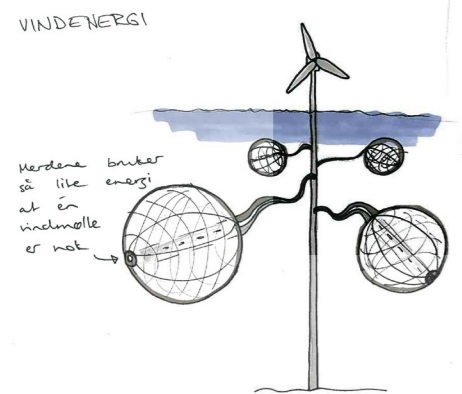
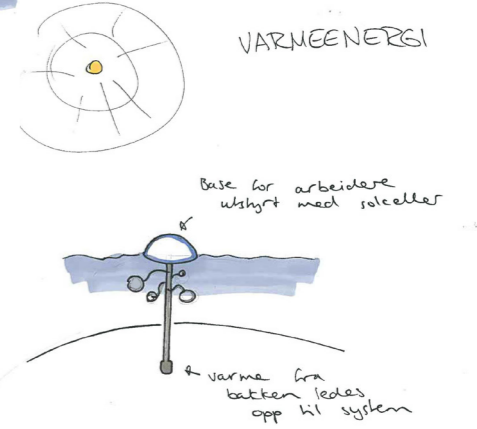
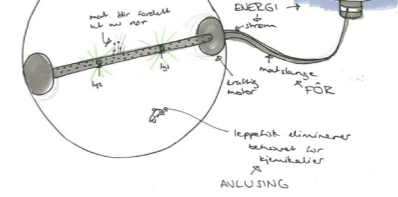
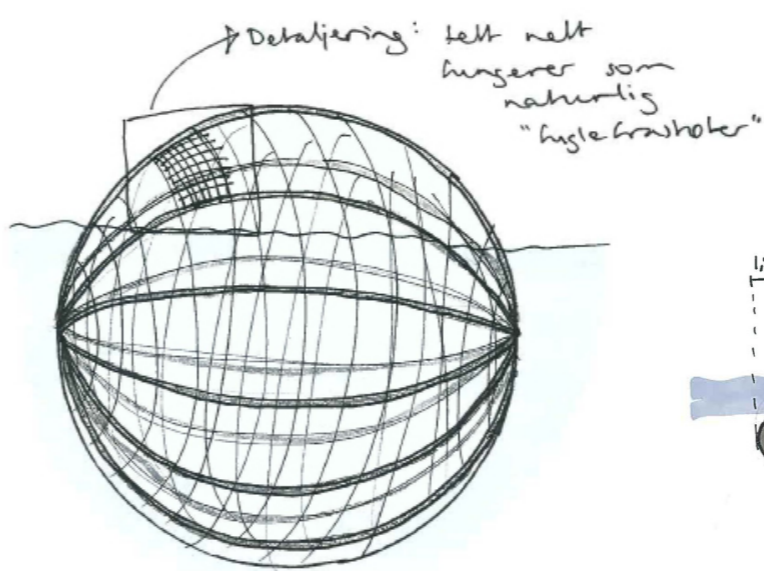
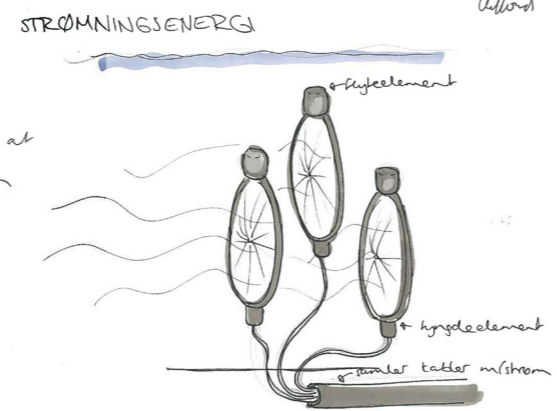
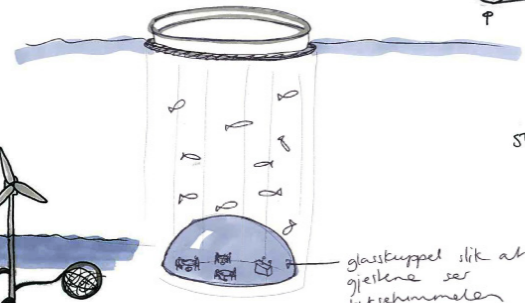
FLERE SKISSER



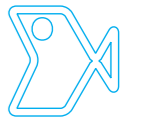
ulike fargehlsetninger i koret
 • gir fileter i forskjellige farger

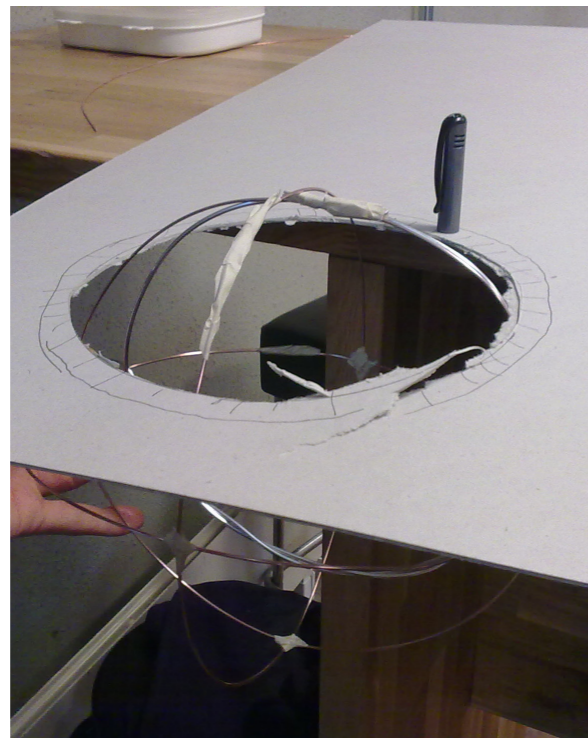


-RESTAURANT NEDERST I MERDE-



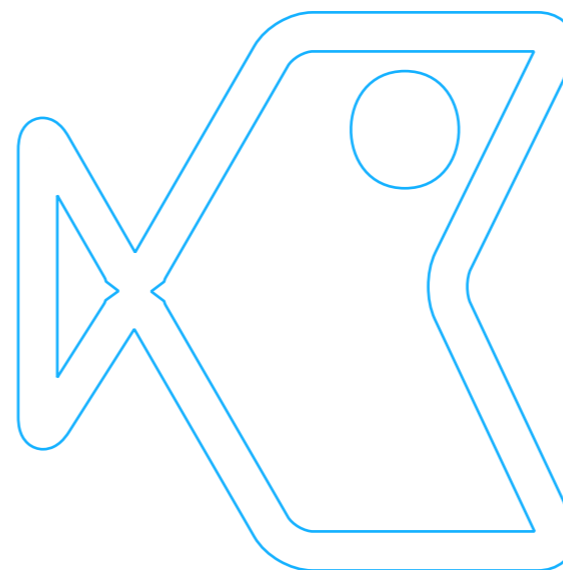
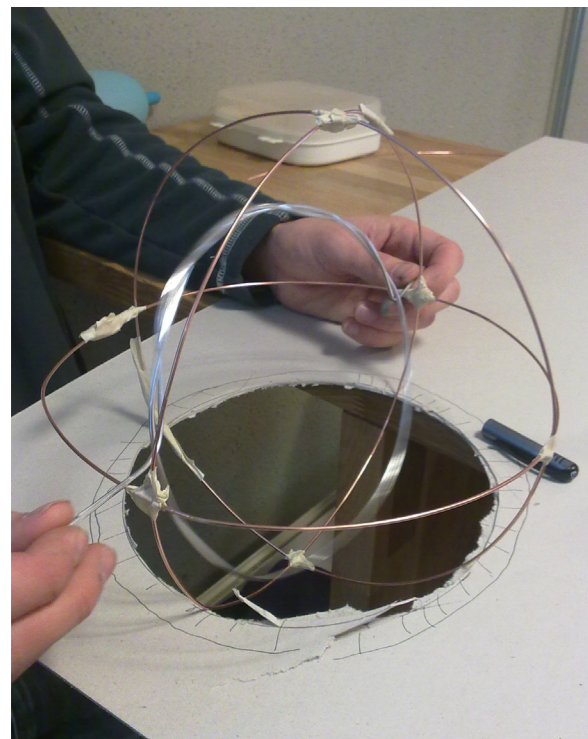
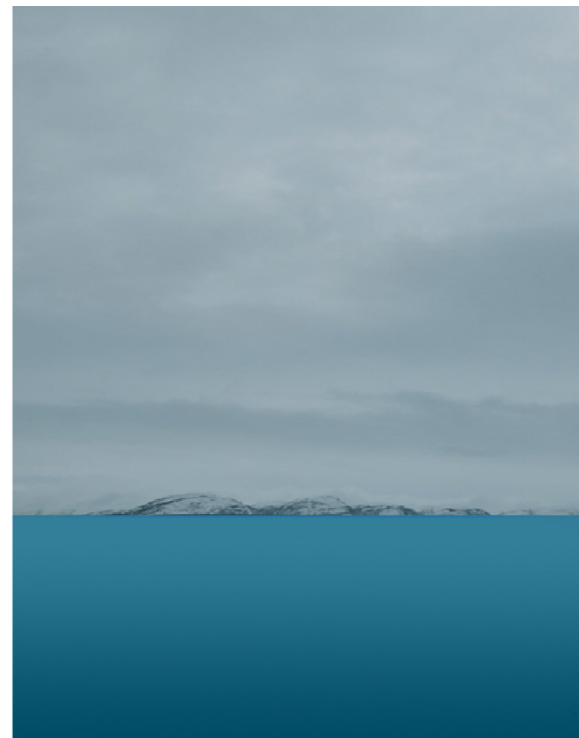
Clifford





VALG AV HOVEDSYSTEM

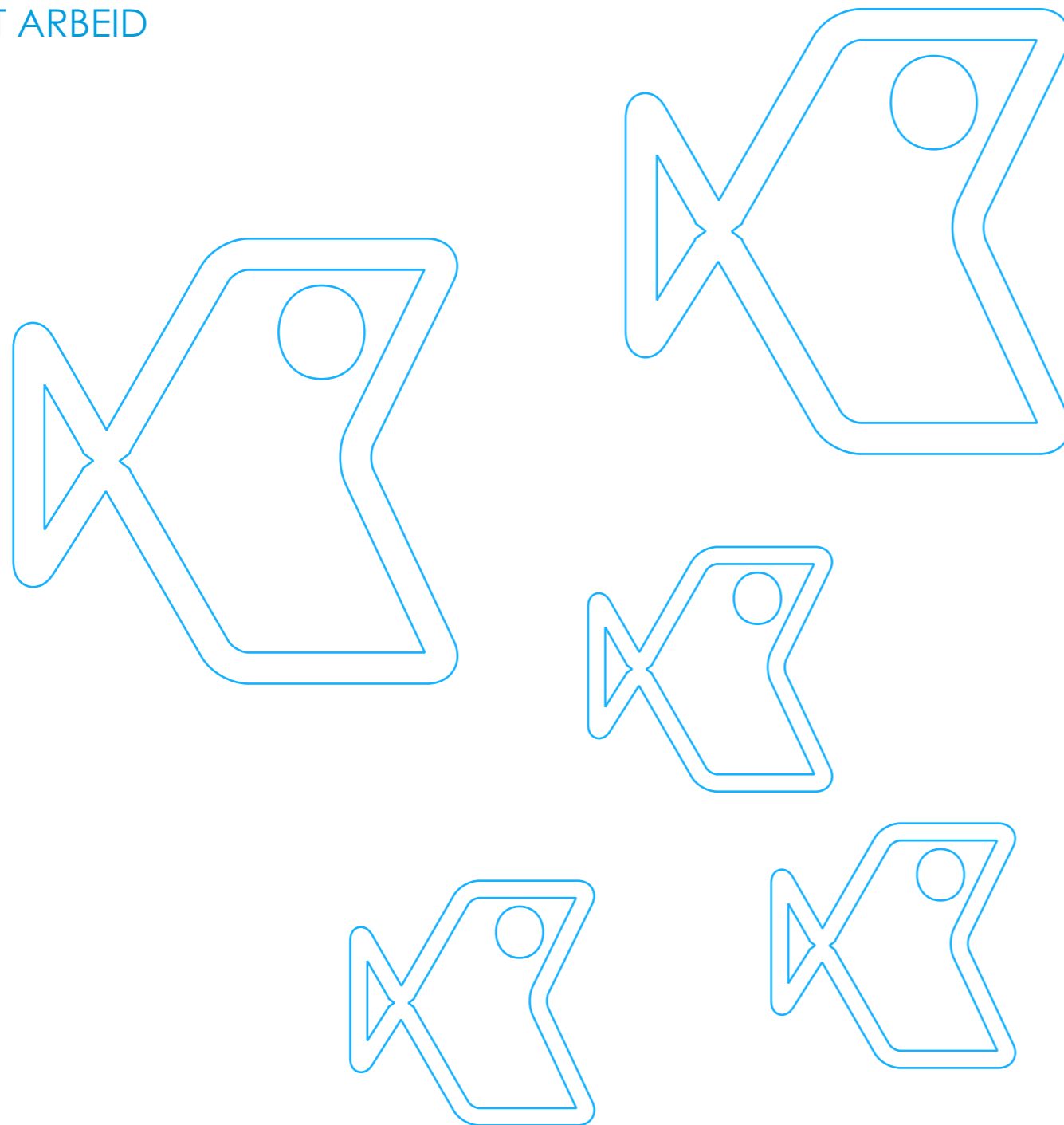
Vi valgte, etter mange runder med skisser og diskusjon, at vi skulle utvikle en sfærisk merd. Dette fordi en merd med en slik geometri vil åpne for mange nye innovasjoner. I tillegg kan en merd deles inn i flere delsystem, noe som gjør at gruppedeltagerne kan tildeles ulike oppgaver innenfor de samme rammene.



VALG AV DELSYSTEM

Etter at vi hadde bestemt oss for hvilket hovedsystem vi ønsket å arbeide videre med delte vi inn systemet ytterligere. Dette gjorde vi på grunnlag av de ulike oppgavene en merd må gjennomføre. Blant annet må fiskene mates, nøtene renses og det må sørges for at det ikke blir for høy konsentrasjon av lakselus i anlegget. Jeg ble satt til å løse problemet med fjerning av dødfisk i merden. Det var med dette at det individuelle arbeidet begynte.

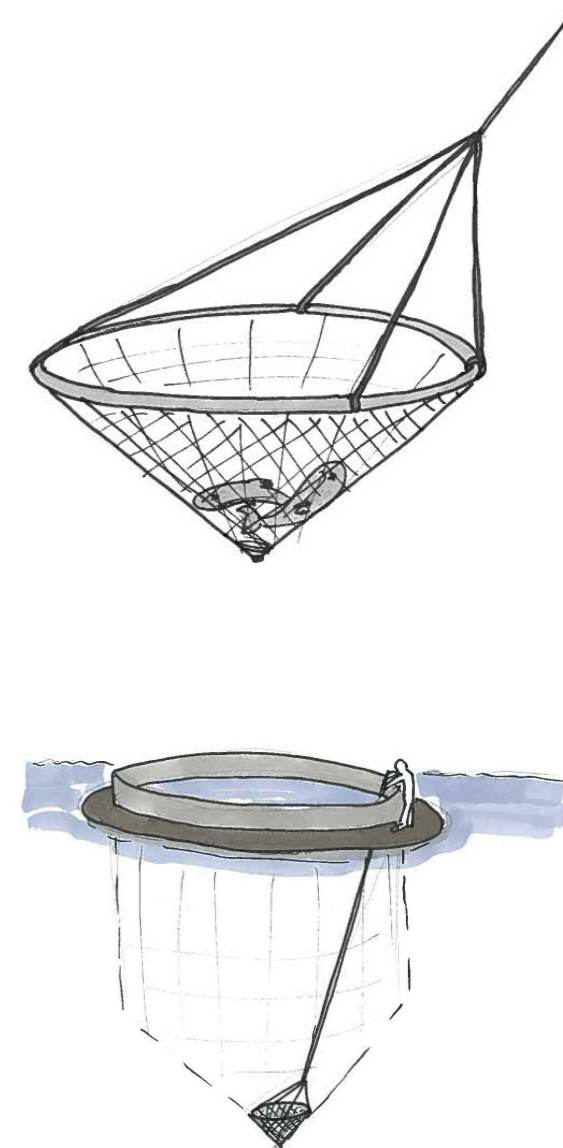




KORT OM DØDFISKPROBLEMATIKK

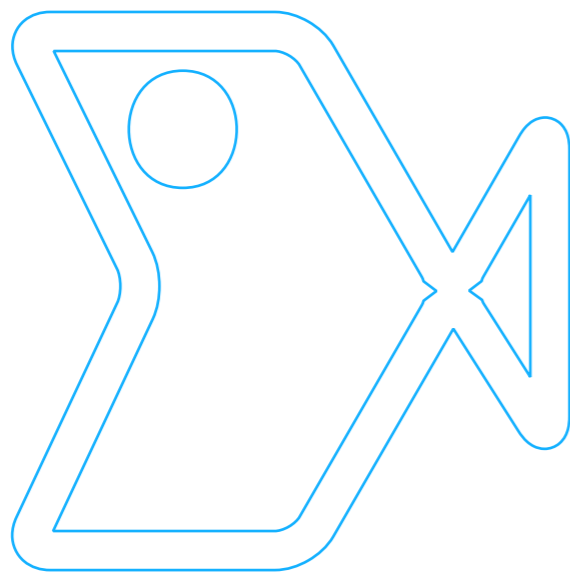
I enhver merd vil det dø fisker, enten av sykdom, misdannelser, angrep fra fugler eller av andre grunner. Det er meget viktig at denne fisken fjernes fra merden for å hindre eventuell spredning av sykdom og for å opprettholde et rent og godt miljø for de andre fiskene som bor der.

Løsningen i dag er i all hovedsak basert på en bøtte som ligger i bunnen av en sylindrisk merd med en konisk bunn, og som dras opp en gang om dagen. Den døde fisken som ligger i bøtten må tas med tilbake til hovedenheten i anlegget og tømmes i en kvern for så å blandes med maursyre. Løsningen skal oppnå en pH på under 4 og den må oppbevares i en tett beholder uten oksygentilførsel for at det biologiske materialet ikke brytes ned. Dette materialet kan brukes videre som en komponent i våt- eller tørrkompost.



BRUKERGRUPPE

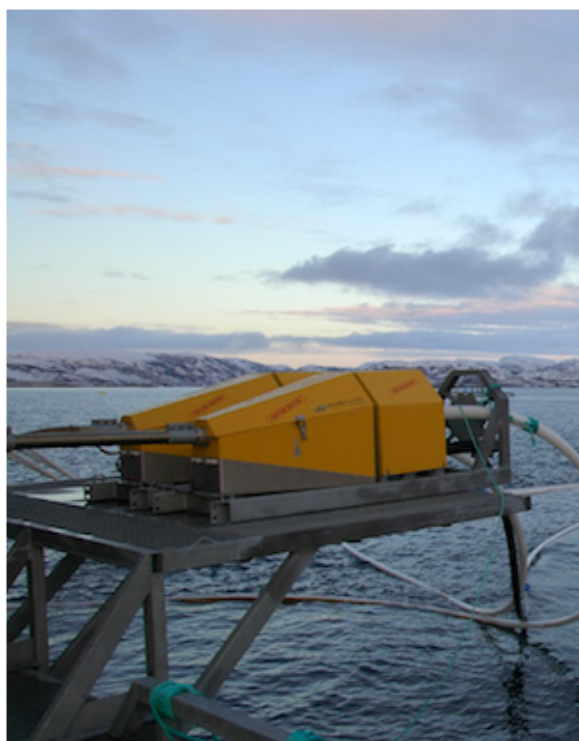
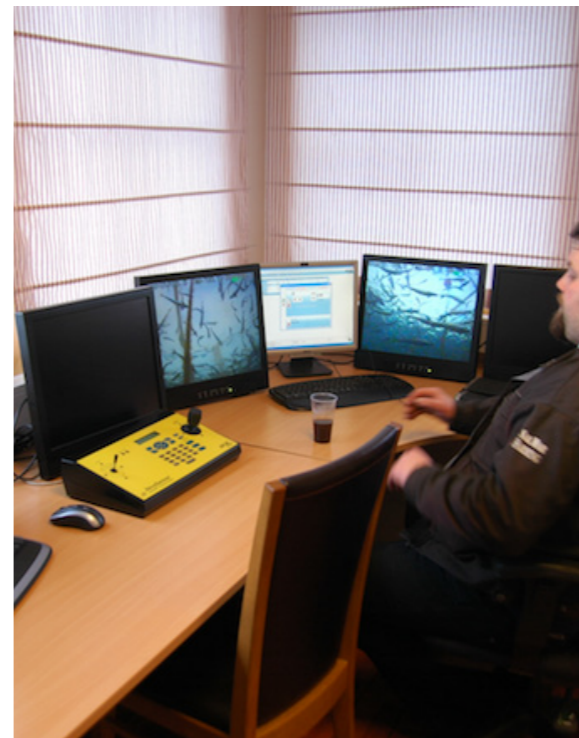
Siden vi jobber med merder er våre primærbrukere fisken som skal leve i dem. Jeg har prøvd å fokusere på fiskevelferd når jeg har utviklet mine konsepter. Sekundærbrukere er røkterne som jobber på anlegget, det er viktig at merden tilrettelegges for at den enkelt kan brukes og vedlikeholdes.



TEKNOLOGI

Det er mange ulike teknologier som er tilknyttet de ulike oppgavene i forbindelse med dagens merder. For mating av fisk brukes rør fra hovedenhet til merd der pellets trykkes ut for å nå fiskene. For å hindre at fiskene kjønnsmodnes for tidlig illumineres merden opp med et sterkt lys. Vasking av merdene foregår med båt og en spylemekanisme under vann, og fjerning av dødfisk gjøres mekanisk ved at en person sveiver opp dødfisk-bøtten som ligger på bunnen av merden.

Det er slående hvor mye teknologien innenfor merder har endret seg på kun få år; på 1980-tallet var merdene laget av tre. Siden utviklingen ser ut til å gå meget fort mener jeg at vi har et godt grunnlag for å inkorporere svært fremtidsrettet teknologi og materialer i våre løsninger.





UTFORDRINGER VED DAGENS LØSNING

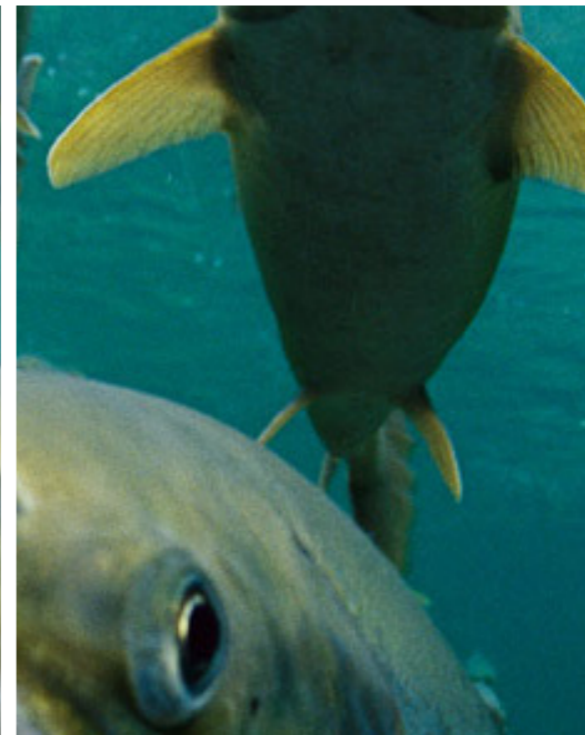
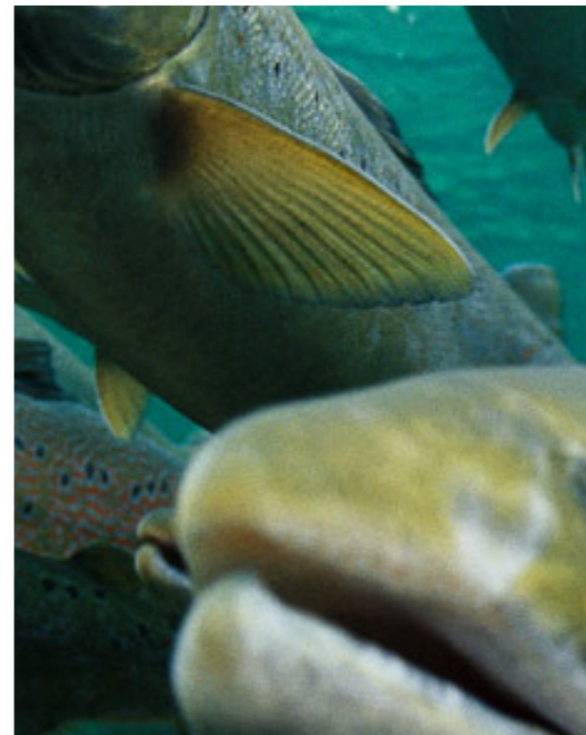
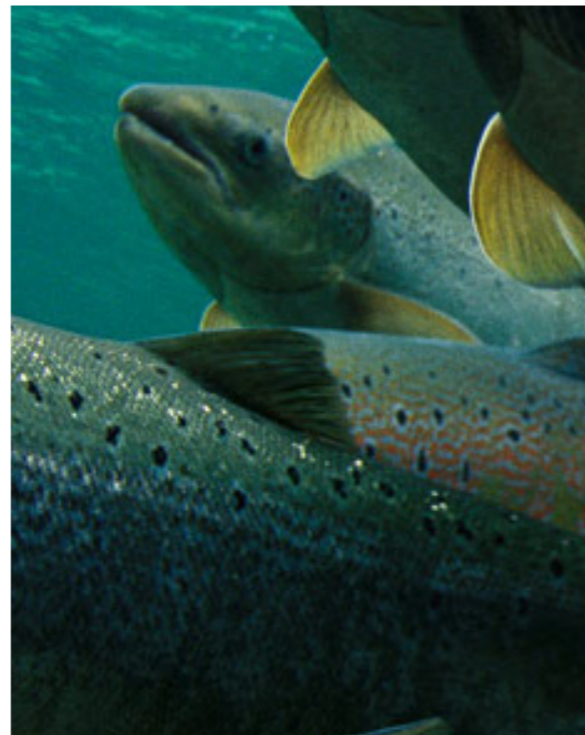
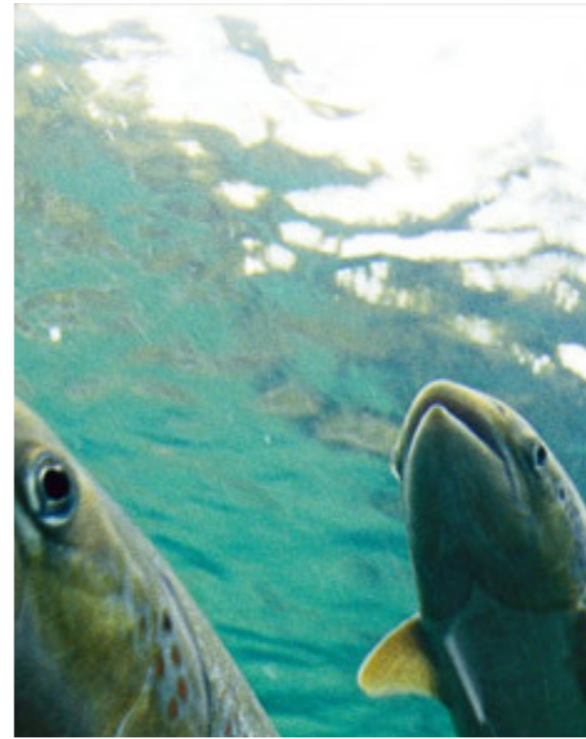
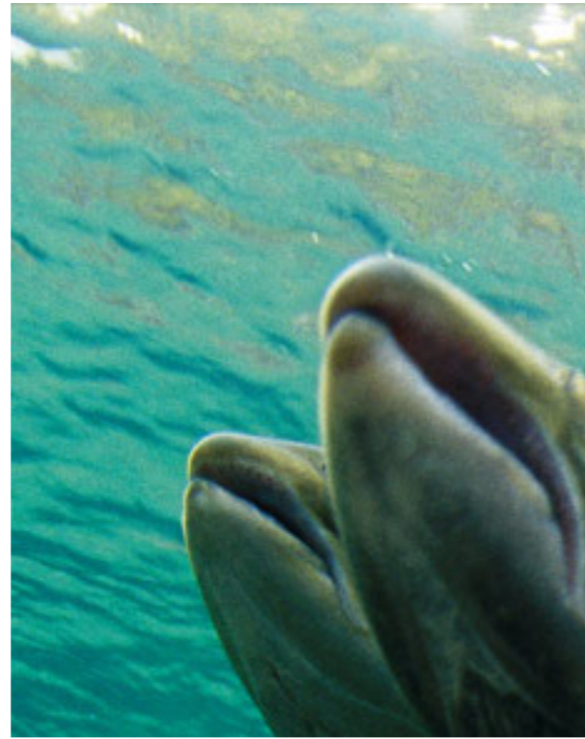
Å sveive opp dødfiskhåven er en av røkternes mest risikofylte oppgaver. I tillegg er det tungt og tidkrevende. Røkteren kan gli på merden mens han sveiver opp fisken, få skader i muskulaturen av belastningen og få klemskader i dødfiskkvernen. Røkterne vi snakket med på Stokkøya ga også uttrykk for at oppgaven med å fjerne dødfisk var svært ubehagelig grunnet den sterke lukten fisken skiller ut.



KRAVSPESIFIKASJONER FOR LØSNING AV DØDFISKPROBLEM

Disse kravspesifikasjonene lagde jeg på grunnlag av informasjonen jeg hadde innhentet, og det som vår representant fra SINTEF mente var viktig. Kravene er listet i tilfeldig rekkefølge.

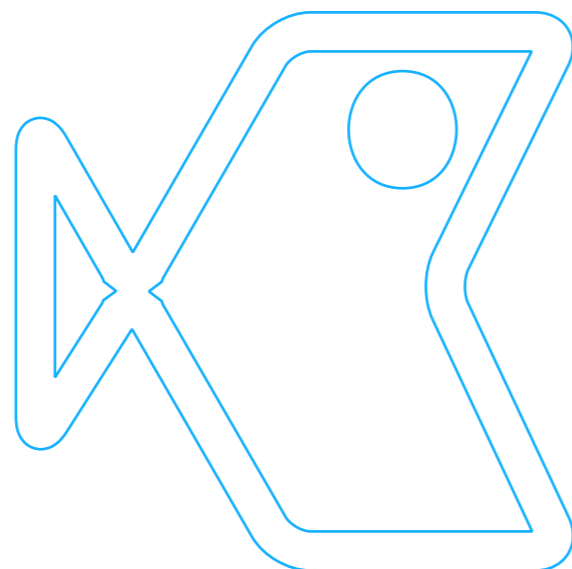
- A. Bærekraftig konsept
- B. Innovativ
- C. Energigjerrig
- D. Enkel løsning
- E. Tillater god gjennomstrømning
- F. Skaper et trygt miljø for fiskene
- G. Effektiv
- H. Billigere enn tidligere



VEKTING AV KRAV TIL KONSEPT

	A	B	C	D	E	F	G	H	Vekting
A	-	1	1	1	1	1	1	1	7
B	0	-	1	0	0	1	1	1	4
C	0	0	-	0	0	0	1	0	1
D	0	1	1	-	0	0	1	1	4
E	0	1	1	1	-	1	1	0	5
F	0	0	1	1	0	-	0	0	2
G	0	0	0	0	0	1	-	0	1
H	0	0	1	0	1	1	1	-	4

KRAV I PRIORITERT REKKEFØLGE



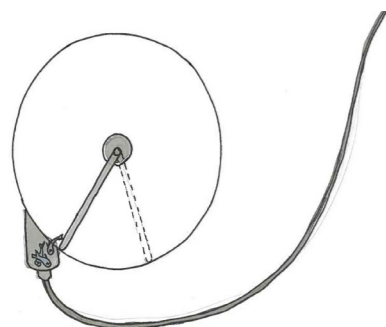
Prioritering	Krav	Vekttall
1	Bærekraftig konsept	7
2	Skaper et trygt miljø for fiskene	5
3	Energigjerrig	4
3	Innovativ	4
3	Tillater god gjennomstrømning	4
4	Effektiv	2
5	Enkel løsning	1
5	Billigere enn tidligere	1



KONSEPT 1

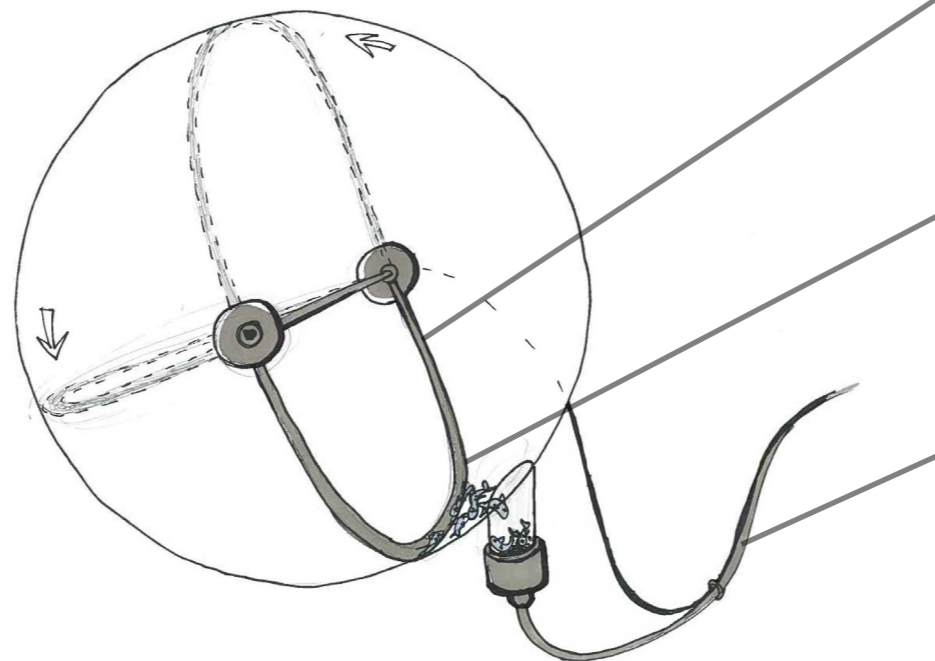
BØYLESKYVERMEKANISME

Dette systemet går ut på en stor bøyle som kontinuerlig skyves rundt den sfæriske merden ved hjelp av kraft fra en sentralplassert motor. Den vil ved bunnen av merden skyve død-fisk fremover inn i en beholder der fisken kvernes og tilsettes maursyre direkte. Løsningen vil deretter bli trukket tilbake til hovedenheten gjennom et rør.



PRINSIPPTEGNING

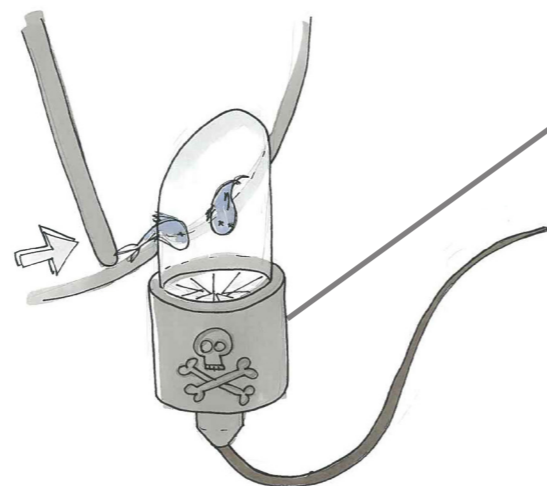
FUNKSJON



En bøyle festes til en sentral akse og blir drevet av en motor.

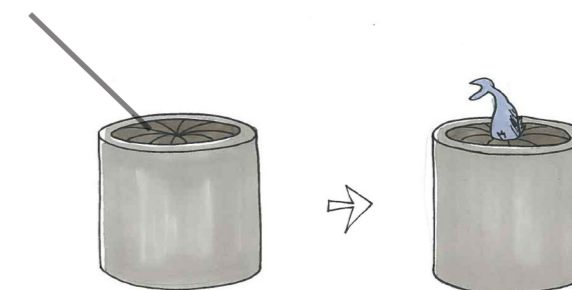
Bøyleen skyver død fisk som ligger nederst i merden inn i en beholder på undersiden.

Fisken kvernes direkte i beholder og løsningen av fisk bringes tilbake til hovedenhet i rør. Ledningen som supplerer strøm til systemet følger de samme rørene.



Beholder fungerer som fiskekvern og den tilsetter maursyre direkte. Denne maursyren blir supplert fra samme hovedenhet som strømmen.

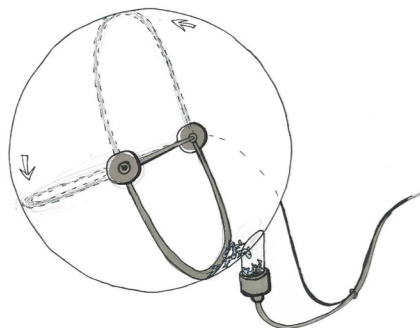
Beholder har myke gummiplater øverst som tillater død fisk å synke igjennom.



DETALJERING KONSEPT 1

MOTORDEL

1. Vinkel utenfra merden.
2. Tversnittvinkel.
3. Vinkel innenfra merd.



Merdevegg utenfra.

1.

Ledning som fører strøm til systemet.

Sentralakse inne i merden.

Bøyle

2.

Motorenhet som kjører systemet rundt.

Bøyle sett innenfra.

3.

Motorenhet sett innenfra merden.

BEHOLDER

4. Beholder festet til merdeskjellet.
5. Beholder sett fra siden.
6. Beholder sett underfra.

Merdeskjellett. Beholder festet til struktur med skruer i bøylen.

4.

Materiale øverste beholder: polypropen (PP). Halvklar farge.

Materiale nederste beholder: polypropen (PP). Koksgrå farge.

5.

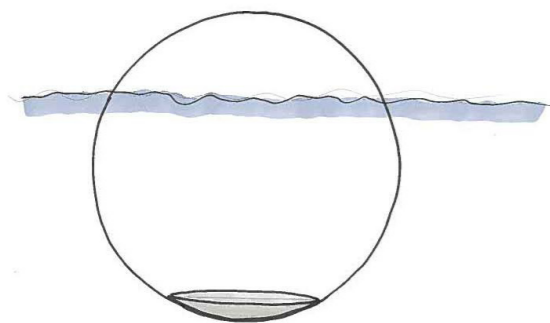
Rør som fører kvernet fisk tilbake til hovedenhet.

6.

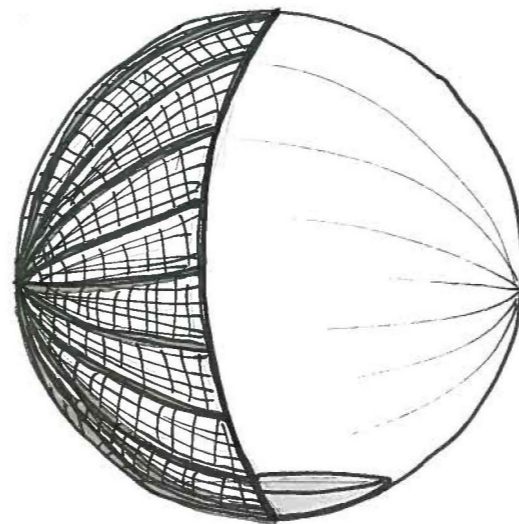
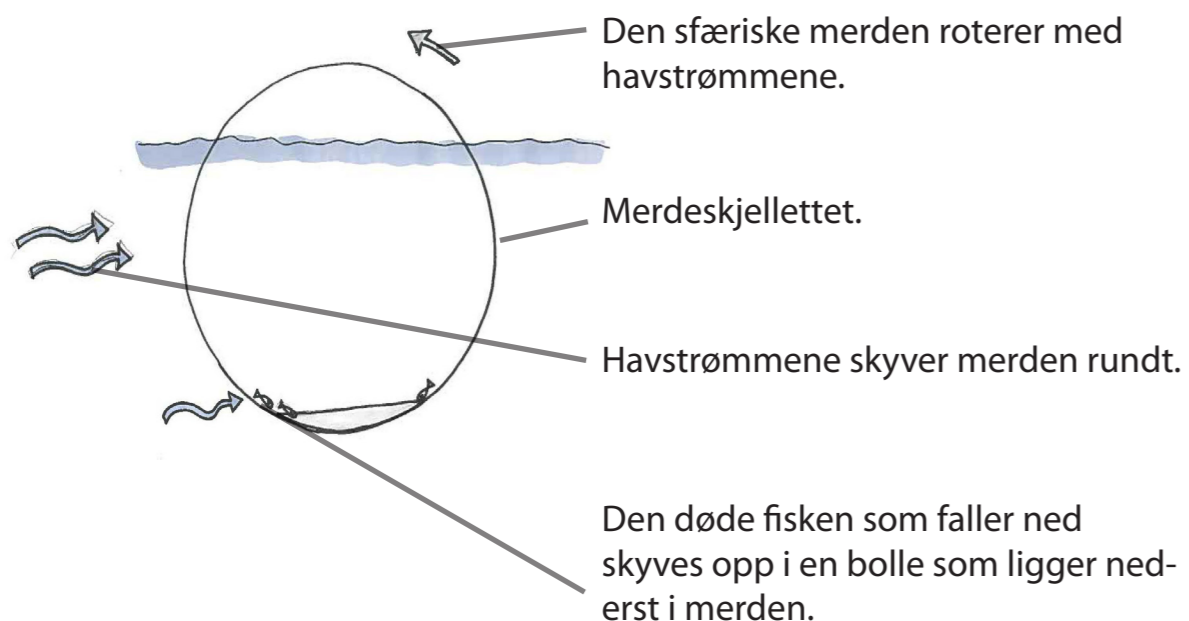
Rør festet til nederste beholder med skruer av hardplast.



PRINSIPPTEGNING



FUNKSJON



KONSEPT 2

BIO-BOWL MED PIRÅL

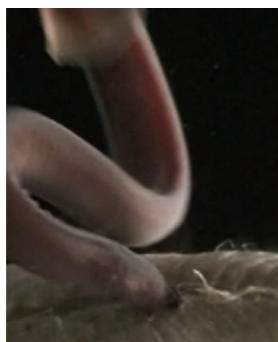
Konseptet består av en bolleformet bunndel laget av et plastmateriale med en tyngre kjerne av metall. Bollen skal ha en glatt underside som tillater den å gli på underlaget. Underlaget vil være innsiden av den sfæriske merden. Bollen vil være kalkulert til å veie akkurat så mye at den ikke tynger ned merden, men heller ikke flyter opp. Den en vil være fylt med sand og leire. I denne sanden vil det være tilrettelagt for at pirål skal leve, og disse pirålene skal spise den døde fisken som blir skyvet inn i bollen. Løsningen baserer seg på at den sfæriske merden roterer i samme retning som havstrømmene, og på at noten sitter stramt på merdeskjellettet.

Tversnitt av en sfærisk merd. Bollen ligger på innsiden av denne.

En bolle som glir på underlaget og fanger opp død fisk som har falt til bunnen av merden.

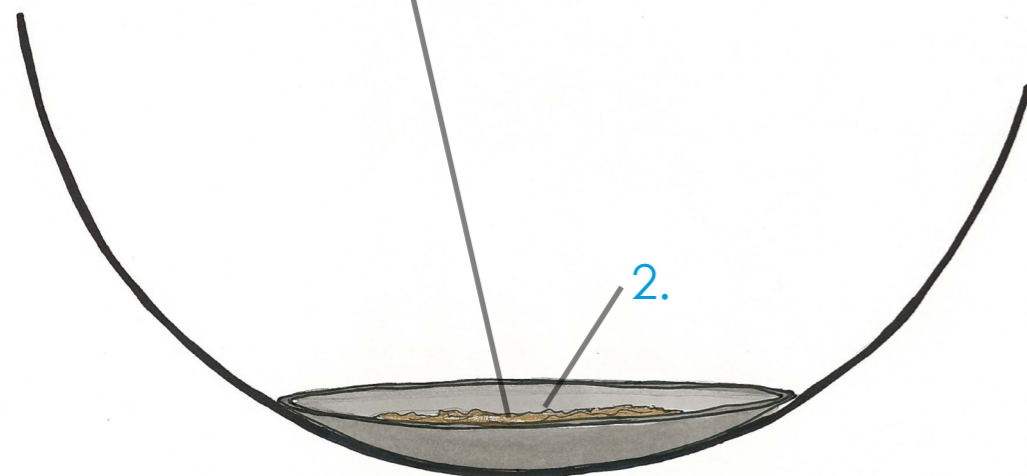


1.



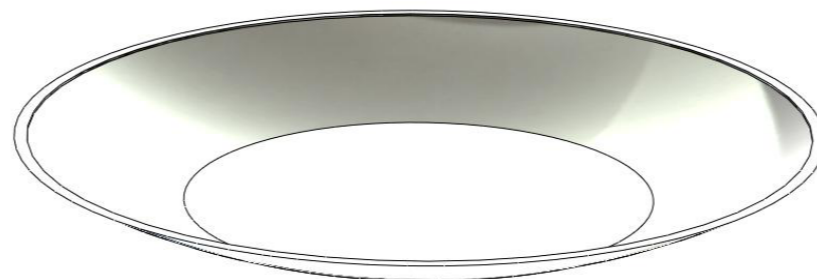
ART I BOLLE

1. Pirål er kjent for å spise død fisk, og vil raskt fortære laks som samles i bollen.
2. Bollen vil være fylt med en blanding av sand og leire; noe som vil skape et habitat som er naturlige for pirålen.



MATERIALER

Bollen vil være laget i plast med en metallkjerne som tynger ned konstruksjonen.



Om pirål

Latinsk navn: *Myxine glutinosa*

Størrelse: ca 45 cm lang.

Naturlig utbredelse: Nordøstlige Atlanterhav

Dybde: 30-1200 m.

Kort beskrivelse: Kjeveløs munn, et par gjeller på hver sin side. Grå eller rødbrun øverst, beige underst. Farge varierer med havbunnen den lever på. Bruker slim som forsvarsmekanisme.

Føde: Åtsel.



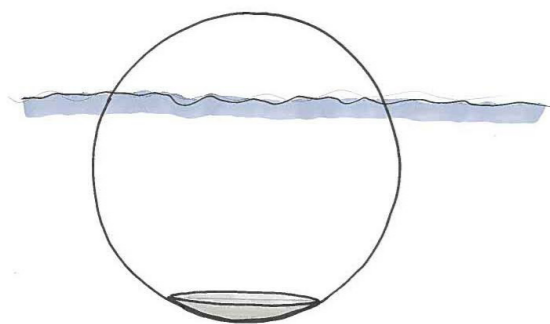


KONSEPT 3

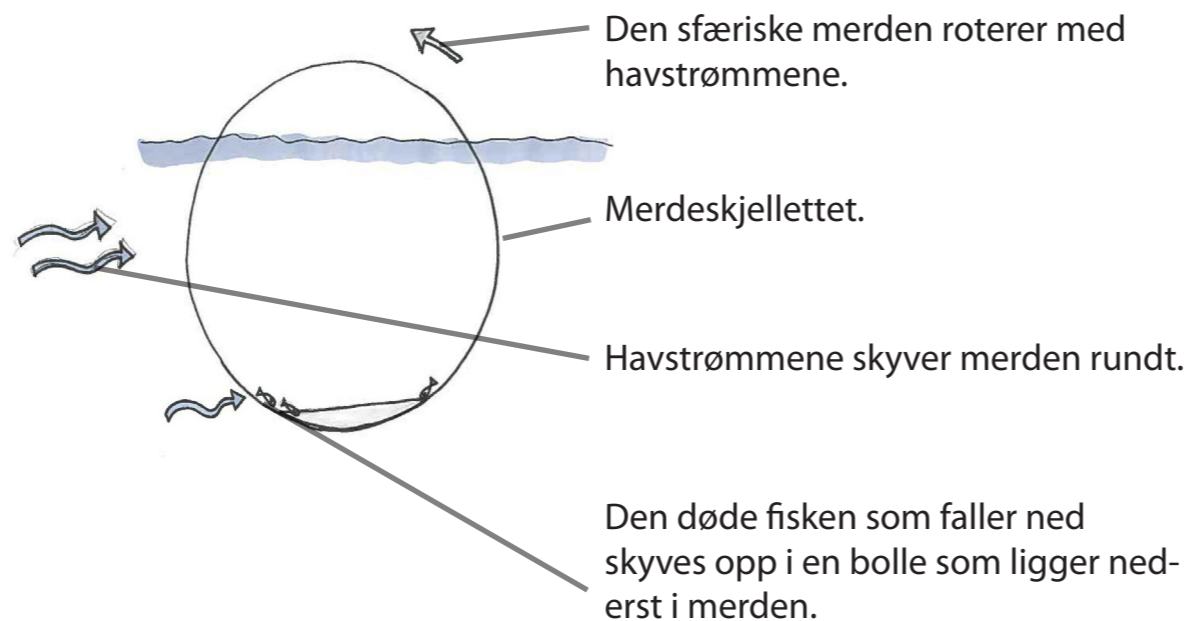
BIO-BOWL MED KRABBE

Dette konseptet har likheter med konsept 2, men en vesentlig forskjell. Istedenfor pirål er det krabber som skal bo i sanden som bollen er fylt med. Her vil det glatte plastmaterialet ha to virkemåter, i tillegg til å sørge for at bollen glir på underlaget vil den sikre at ikke krabbene klarer å klatre opp veggene på bollen.

PRINSIPPTEGNING



FUNKSJON



Tversnitt av en sfærisk merd. Bollen ligger på innsiden av denne.

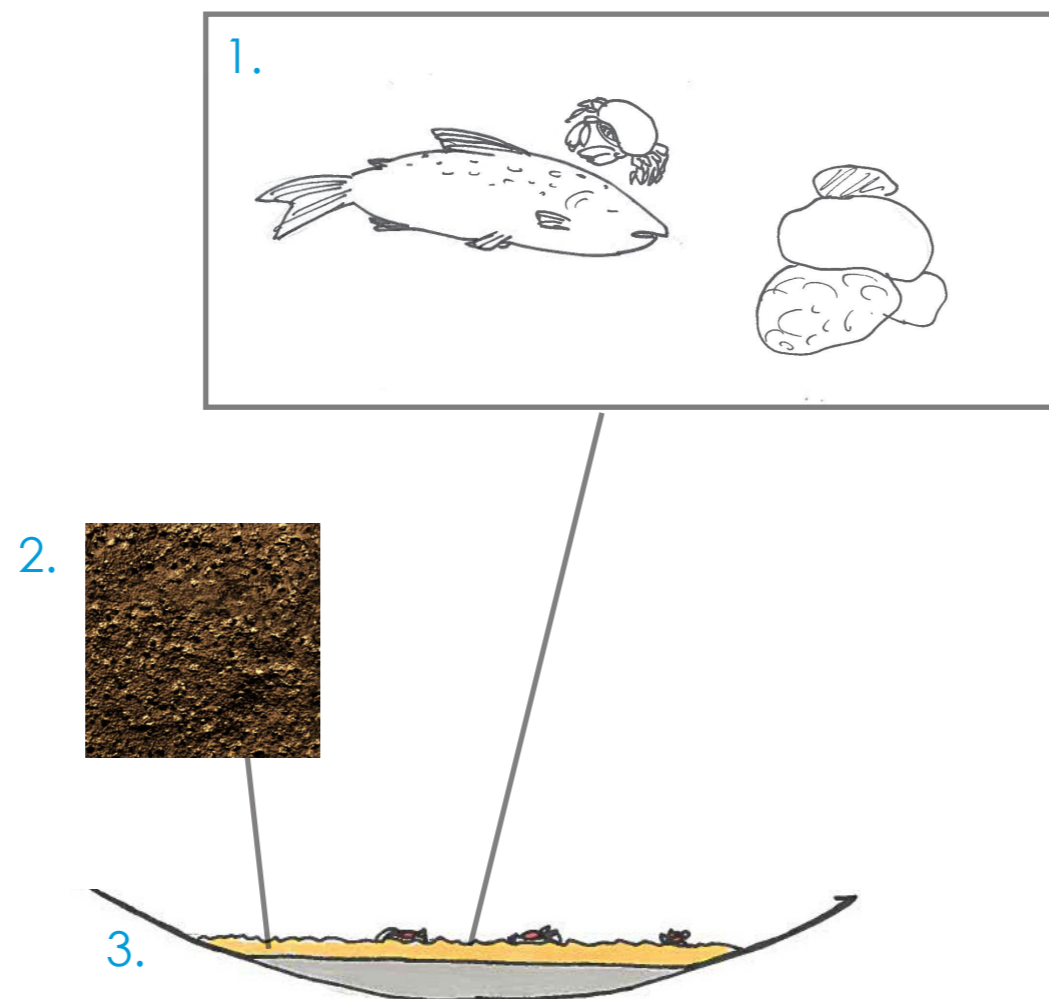
En bolle som glir på underlaget og fanger opp død fisk som har falt til bunnen av merden.



DETALJERING KONSEPT 3

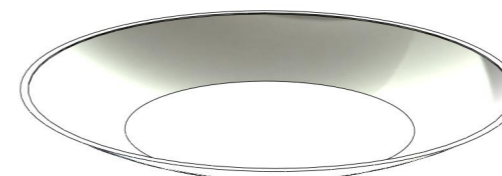
ART I BOLLE

1. Mange krabber er kjent for å være åtseletere, de vil dermed spise den døde fisken som faller til bunns.
2. Bollen vil være fylt med en blanding av leire og sand slik at krabben kan bo i et habitat som den er vant med.
3. Tversnitt av bollen fylt med leire og sand. Her er krabbene overdimensjonerte i forhold til virkelig størrelse.



MATERIALER

Bollen vil være laget i plast med en metallkjerne som tynger ned konstruksjonen.



OM KRABBER

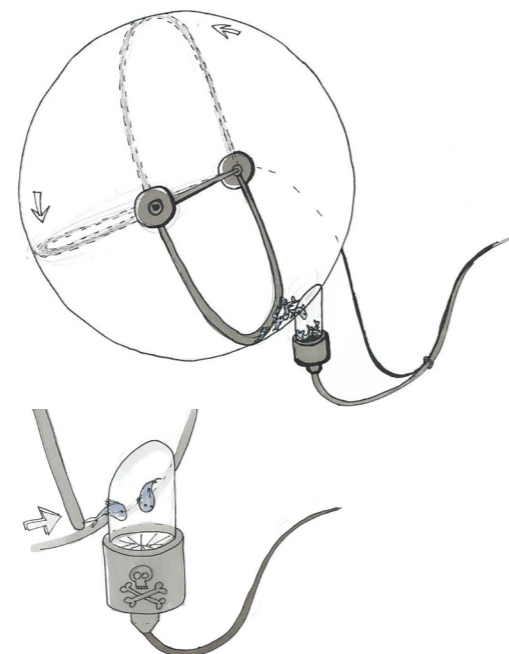
Vitenskapelig navn: Brachyura.
Størrelse: fra 30 mm til 50 cm.
Naturlig utbredelse: Hele verden
Habitat: hav, ferskvann og på land.
Kort beskrivelse: Krabber har to sakseklør og fire par føtter til gange. Krabbene har små bakkropper, som de folder opp under forkroppen eller brystet, gjemt under et hardt skall.
Føde: Livnærer seg stort sett på åtsel, men kan også aktivt finne mat ved å fange for eksempel fisk. Spiser også alger og bunndyr som muslinger og pigghuder.



HVORDAN DE ULIKE KONSEPTENE MØTER KRAVENE

Etter å ha vektet kravene brukte jeg det semistrukturerte intervjuet og artikkelsøk for å komme frem til hvilket konsept som best møtte kravene mine. Jeg hadde i forkant av intervjuet tilegnet meg mye kunnskap om de aktuelle temaene, og hadde et godt grunnlag for å karaktergi konseptene. Intervjuet brukte jeg som et supplementverktøy.

Etter at intervjuet var ferdig ga jeg hver av konseptene karakter på hvor godt de utførte hvert av kravene ut ifra tilbakemelding fra våre to representanter fra lakseoppdrettsindustrien. Karakterskalaen gikk fra 1 til 6 der 1 var meget dårlig og 6 var svært bra. For hvert av konseptene ble karakterene for utførelse av de ulike kravene ganget med vektallet kravene fikk. Slik kunne jeg ende opp med en poengsum for hvert konsept og dermed en oversikt over hvilke av konseptene som best møtte kravene.

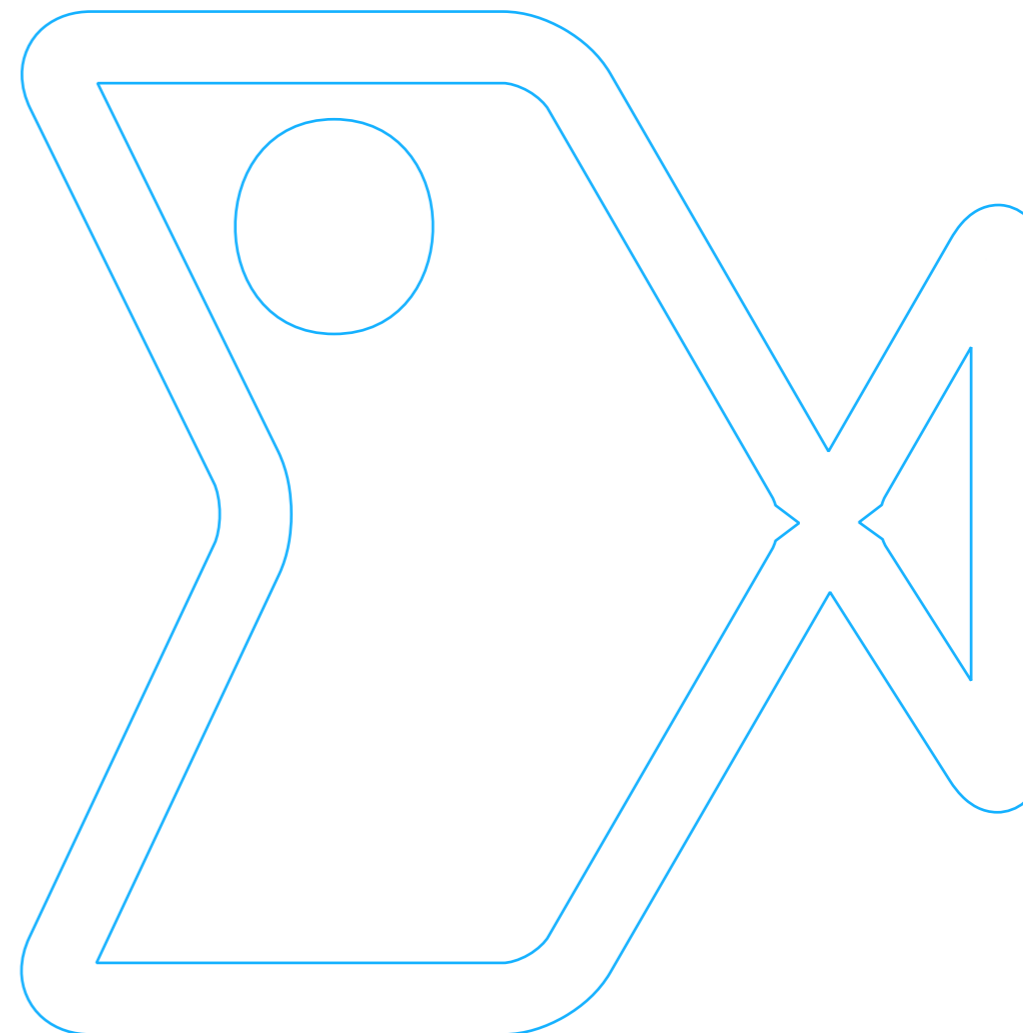


KONSEPT 1

BØYLESKYVERMEKANISME

Resultat: 81 poeng

Krav	Karakter	Karakter x vektning
Bærekraftig konsept	2	14
Skaper et trygt miljø for fiskene	3	15
Energigjerrig	1	4
Innovativ	3	12
Tillater gjennomstrømning	6	24
Effektiv	3	6
Enkel løsning	4	4
Billigere enn tidligere	2	2
Endelig resultat		81



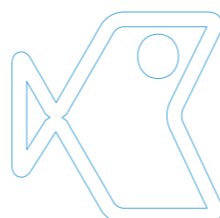
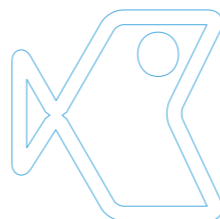
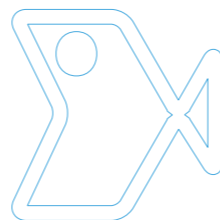


KONSEPT 2

BIO-BOWL MED PIRÅL

Resultat: 104 poeng

Krav	Karakter	Karakter x vektning
Bærekraftig konsept	5	35
Skaper et trygt miljø for fiskene	1	5
Energigjerrig	6	24
Innovativ	6	24
Tillater gjennomstrømning	1	4
Effektiv	2	4
Enkel løsning	5	5
Billigere enn tidligere	3	3
Endelig resultat		104



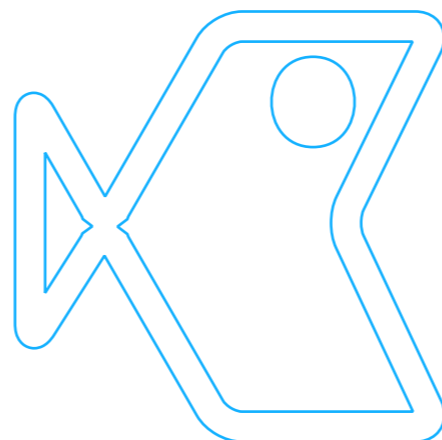
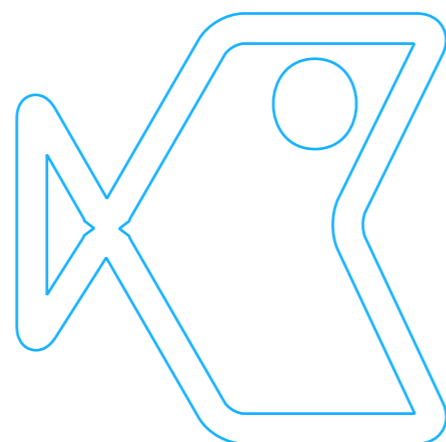
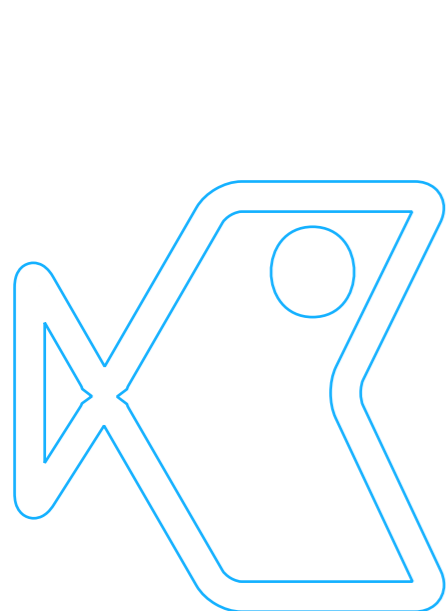
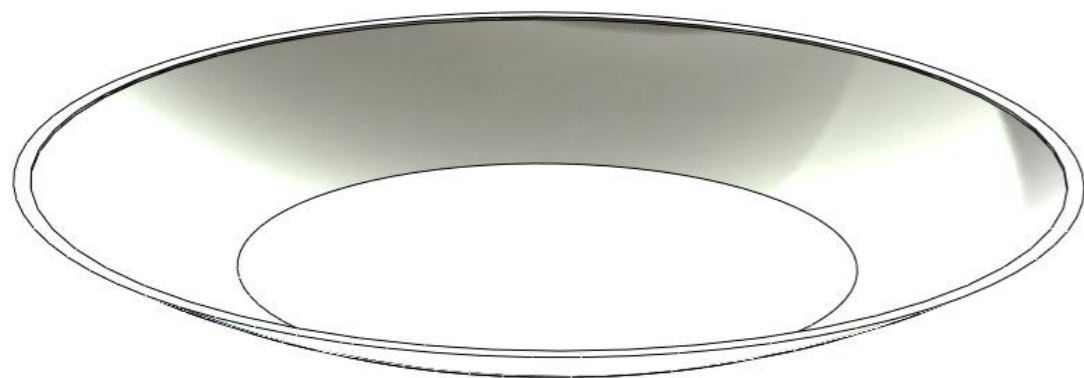
KONSEPT 3

BIO-BOWL MED KRABBE

Resultat: 144 poeng

Krav	Karakter	Karakter x vektning
Bærekraftig konsept	5	35
Skaper et trygt miljø for fiskene	5	25
Energigjerrig	6	24
Innovativ	6	24
Tillater gjennomstrømning	5	20
Effektiv	4	8
Enkel løsning	5	5
Billigere enn tidligere	3	3
Endelig resultat		144





VALG AV KONSEPT

Jeg karakterga konseptene ved hjelp av det semistrukturerte intervjuet i tillegg til egen kunnskap om emnet som jeg hadde ervervet meg ved artikkel- og internettsøk.

Endelig resultat for de tre konseptene

Konsept 1: 81 poeng
Konsept 2: 104 poeng
Konsept 3: 144 poeng

Det er tydelig fra resultatet at konsept 3 (Bio-bowl med krabbe) ble en vinner med 144 poeng. Konsept 2 kom på andre plass med 104 poeng, og konsept 3 fikk 81 poeng.

Grunnen til at konsept 1 kom dårlig ut av det var at den var energikrevende i forhold til de to andre løsningene. Den var heller ikke særlig innovativ eller bærekraftig da den baserte seg på gammel teknologi fremfor nye virkemidler.

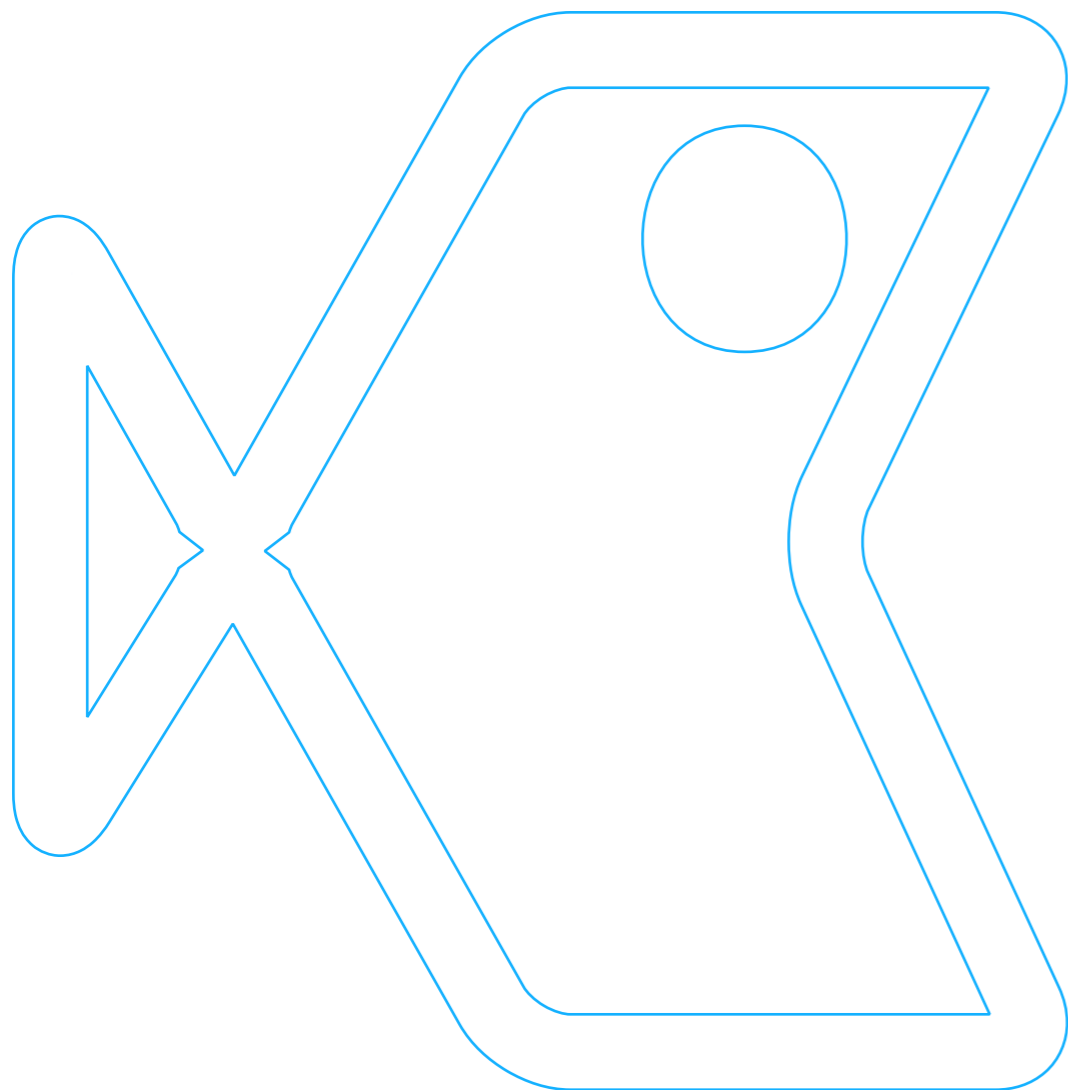
Til tross for at konsept 2 og 3 var svært like kom konsept 2 mye dårligere ut enn sistnevnte. Dette er grunnet arten som skulle leve i samme merd som laksen.

Pirål er åtseldyr, og spiser gjerne død og råtnende fisk, så i den forstand er den passende for konseptet mitt. Men i diskusjonen rundt ideen med pirål ble jeg gjort oppmerksom på en egenskap ved ålen som kan gjøre det veldig vanskelig å få den til å leve i harmoni med fiskene.

Pirål har en beskyttelsesmekanisme som gjør at den føler seg truet slipper ut litervis med tykt slim. Dette slimet kan være i veien for andre funksjoner i merden, og i verste fall kvele laksen ved at slimet tetter igjen gjellene til fisken. Det er meget sannsynlig at pirålen vil oppleve situasjoner der den settes i forsvarsposisjon, blant annet i forbindelse med at røktere arbeider på merden eller når fiskene skal samles inn til slakting. Det er derfor uforsvarlig å bruke denne arten i konseptet mitt.



DETALJERING

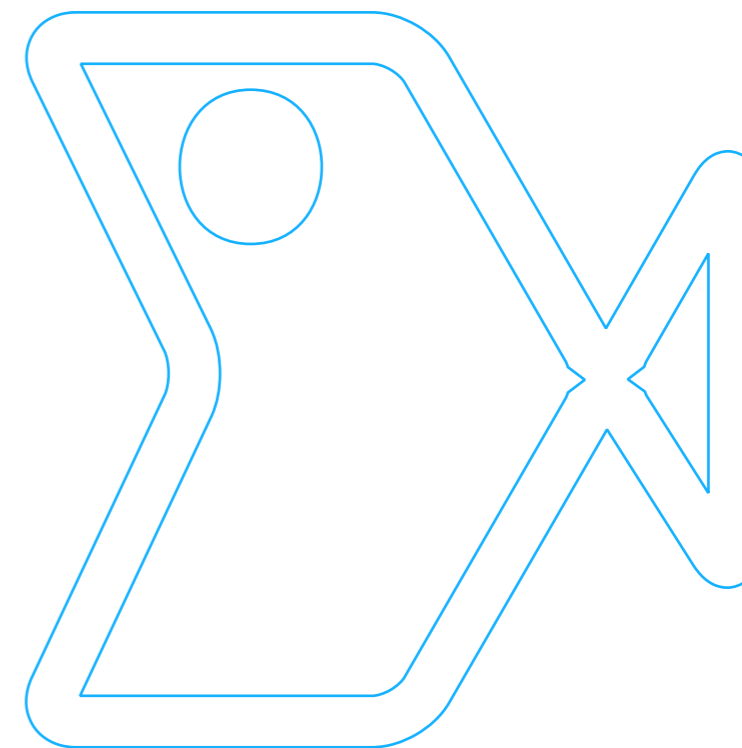


VALG AV KRABBE

Da arbeidet med valg av konsept var gjort gikk jeg over i en detaljeringsfase. Det første jeg måtte gjøre var å avgjøre hvilken krabbe som var best egnet til å bo i bio-bowl. Jeg lagde en liste med kravspesifikasjoner og brukte artikkelsøk til å finne ut mer om hvilke krabber som kunne passe. Jeg målte de aktuelle krabbene opp mot hverandre ved hjelp av de vektete kravene mine og informasjonen jeg hadde innhentet. Krabbene fikk karakterer fra 1-6 for hvor godt de møtte hvert av kravene, og karakteren ble ganget med vektallet til det aktuelle kravet. Jeg fikk ut av det en konkret poengsum for hver av krabbene og fant på den måten ut hvilken krabbeart var mest passende for systemet.

KRAV

- A. Naturlig habitat langs norgeskysten.
- B. Åtseletere.
- C. Formerer seg sjelden.
- D. Bor på sand/leirebunn.
- E. Blir ikke større enn 20 cm i bredden.
- F. Ikke-svømmere.
- G. Finnes på en 15-20 m dybde.
- H. Stedbundne (migrerer ikke).



VEKTING AV KRAV TIL KRABBE

	A	B	C	D	E	F	G	H	Vekting
A	-	1	1	1	1	1	1	1	7
B	0	-	1	1	1	0	1	1	5
C	0	0	-	0	0	0	1	0	1
D	0	0	1	-	0	0	0	0	1
E	0	0	1	1	-	0	1	0	3
F	0	1	1	1	1	-	1	1	6
G	0	0	0	1	0	0	-	0	1
H	0	0	1	1	1	0	1	-	4

KRAV I PRIORITERT REKKEFØLGE

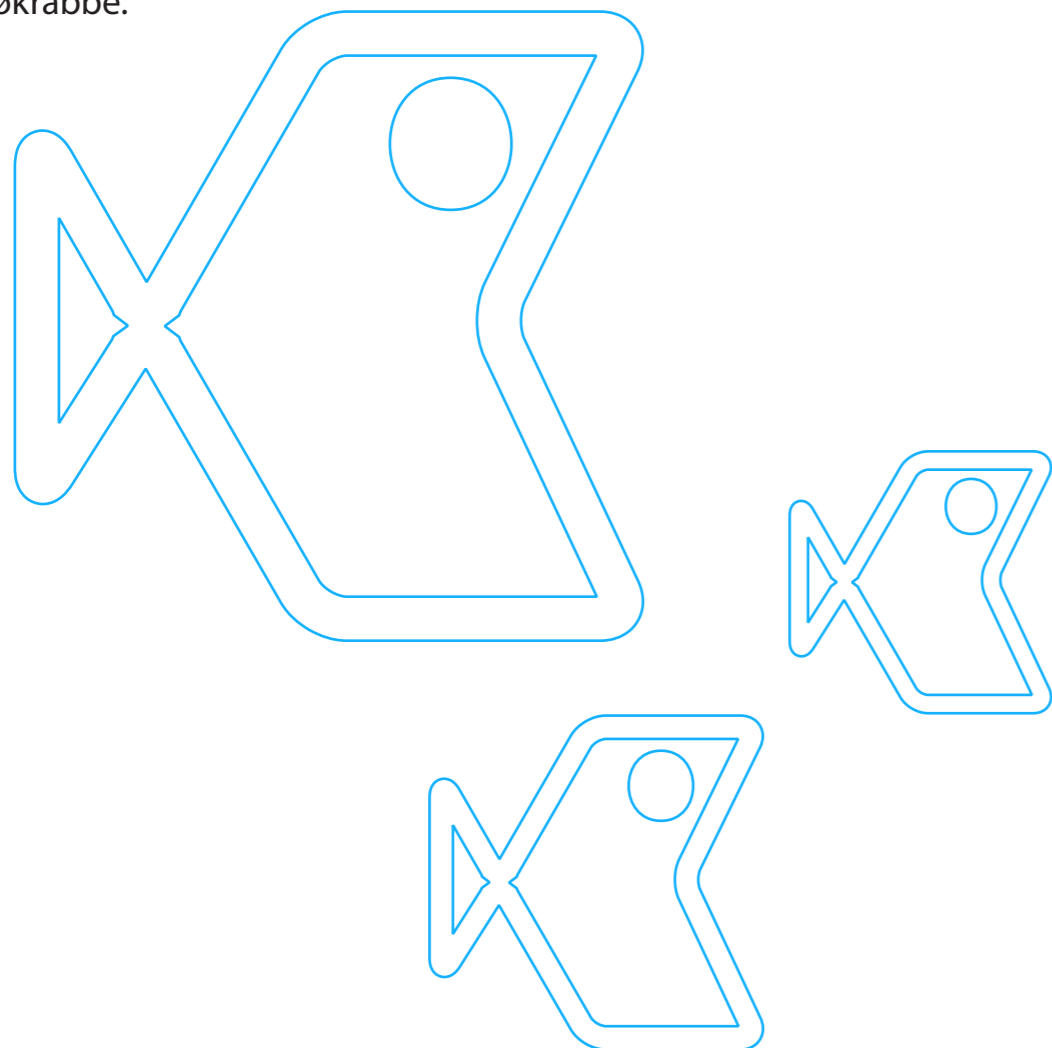
Prioritering	Krav	Vekttall
1	Naturlig habitat langs norgeskysten	7
2	Ikke-svømmere	6
3	Åtseletere	5
4	Stedbundne (migrer ikke)	4
5	Blir ikke større enn 20 cm i bredden	3
6	Bor på sand/leirebunn	1
6	Finnes på en 15-20 m dybde	1
6	Formerer seg sjelden	1



HVORDAN DE ULIKE KRABBENE MØTTE KRAVENE

AKTUELLE KRABBER

Taskekrabbe, trollkrabbe, kongekrabbe, snøkrabbe.



TASKEKRABBE

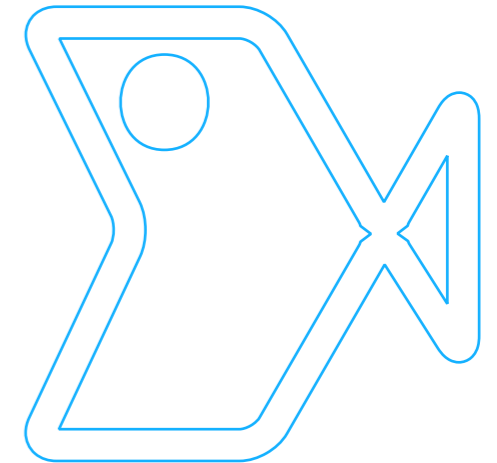
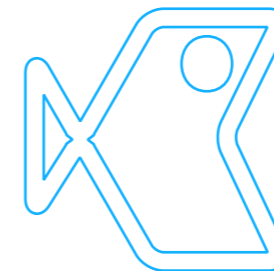
Krav	Karakter	Karakter x vektning
Naturlig habitat langs norgeskysten	6	42
Ikke-svømmere	6	36
Åtseletere	1	5
Stedbundne (ikke-migrerende)	2	8
Blir ikke større enn 20 cm i bredden	2	6
Bor på sand/leirebunn	1	1
Finnes på en 15-20 m dyp	3	3
Formerer seg sjelden	3	3
Endelig resultat		104

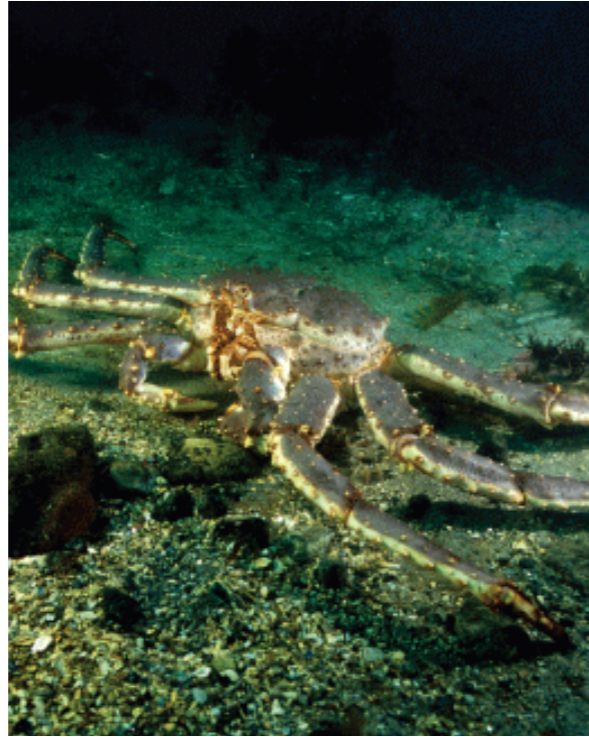




TROLLKRABBE

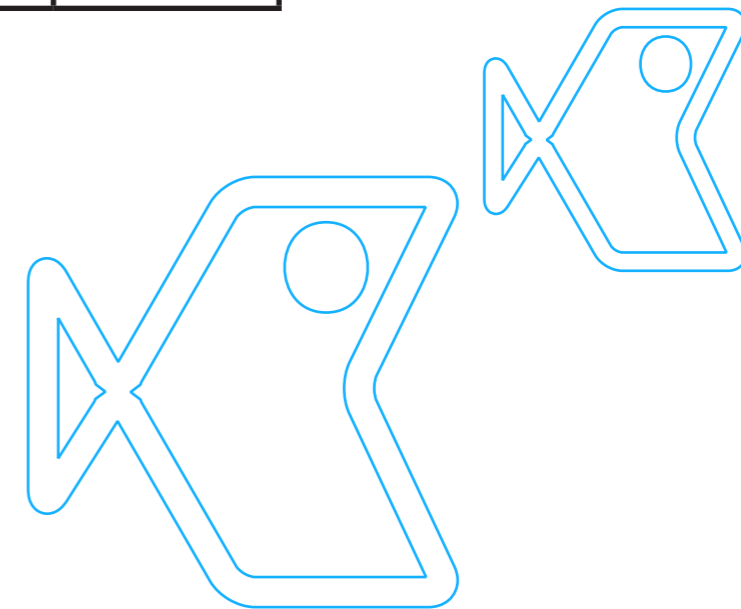
Krav	Karakter	Karakter x vektning
Naturlig habitat langs norgeskysten	6	42
Ikke-svømmere	6	36
Åtseletere	6	30
Stedbundne (ikke-migrerende)	6	34
Blir ikke større enn 20 cm i bredden	6	28
Bor på sand/leirebunn	6	6
Finnes på en 15-20 m dyp	4	4
Formerer seg sjelden	6	6
Endelig resultat		166





KONGEKRABBE

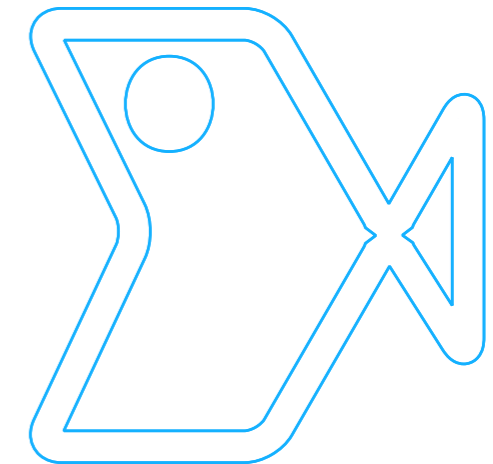
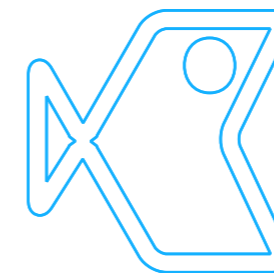
Krav	Karakter	Karakter x vektning
Naturlig habitat langs norgeskysten	2	14
Ikke-svømmere	6	36
Åtseletere	1	5
Stedbundne (ikke-migrerende)	3	12
Bli ikke større enn 20 cm i bredden	3	9
Bor på sand/leirebunn	5	5
Finnes på en 15-20 m dyp	4	4
Formerer seg sjelden	2	2
Endelig resultat		87





SNØKRABBE

Krav	Karakter	Karakter x vektning
Naturlig habitat langs norgeskysten	6	42
Ikke-svømmere	6	36
Åtseletere	1	5
Stedbundne (ikke-migrerende)	3	12
Blir ikke større enn 20 cm i bredden	4	12
Bor på sand/leirebunn	4	4
Finnes på en 15-20 m dyp	3	3
Formerer seg sjelden	3	3
Endelig resultat		117



VALG AV KRABBE

Jeg karakterga krabbene ut fra informasjon jeg samlet om de ulike artene ved hjelp av artikkel- og internettsøk.

Endelig resultat for de aktuelle krabbene

Taskekrabbe: 104

Trollkrabbe: 166

Kongekrabbe: 87

Snøkrabbe: 117

Trollkrabbe kommer best ut, og blir dermed valgt som arten som skal leve i bio-bowl.

OM TROLLKRABBE

Latinsk navn: *Lithodes maja*

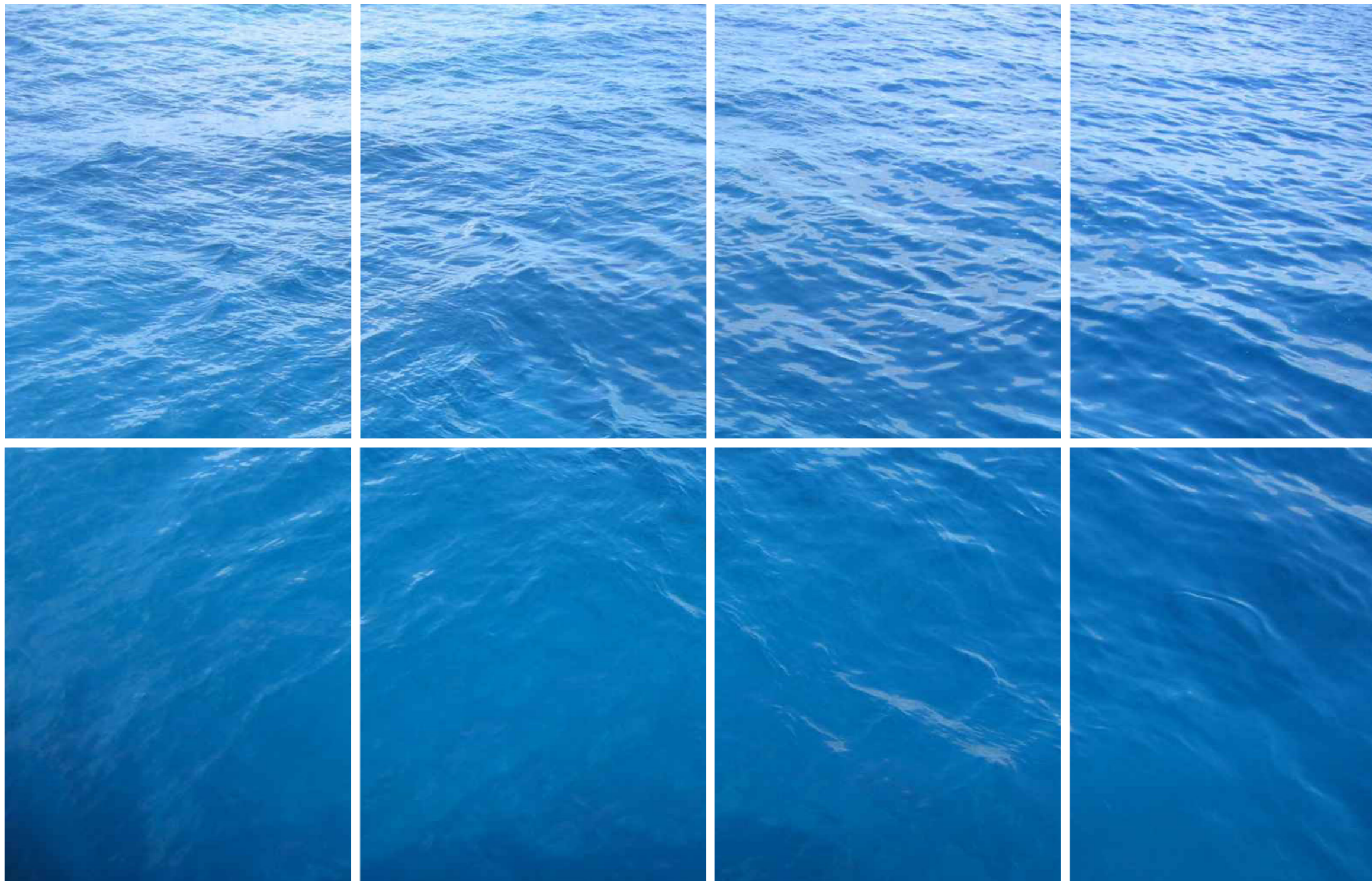
Størrelse: 150 mm skallbredde.

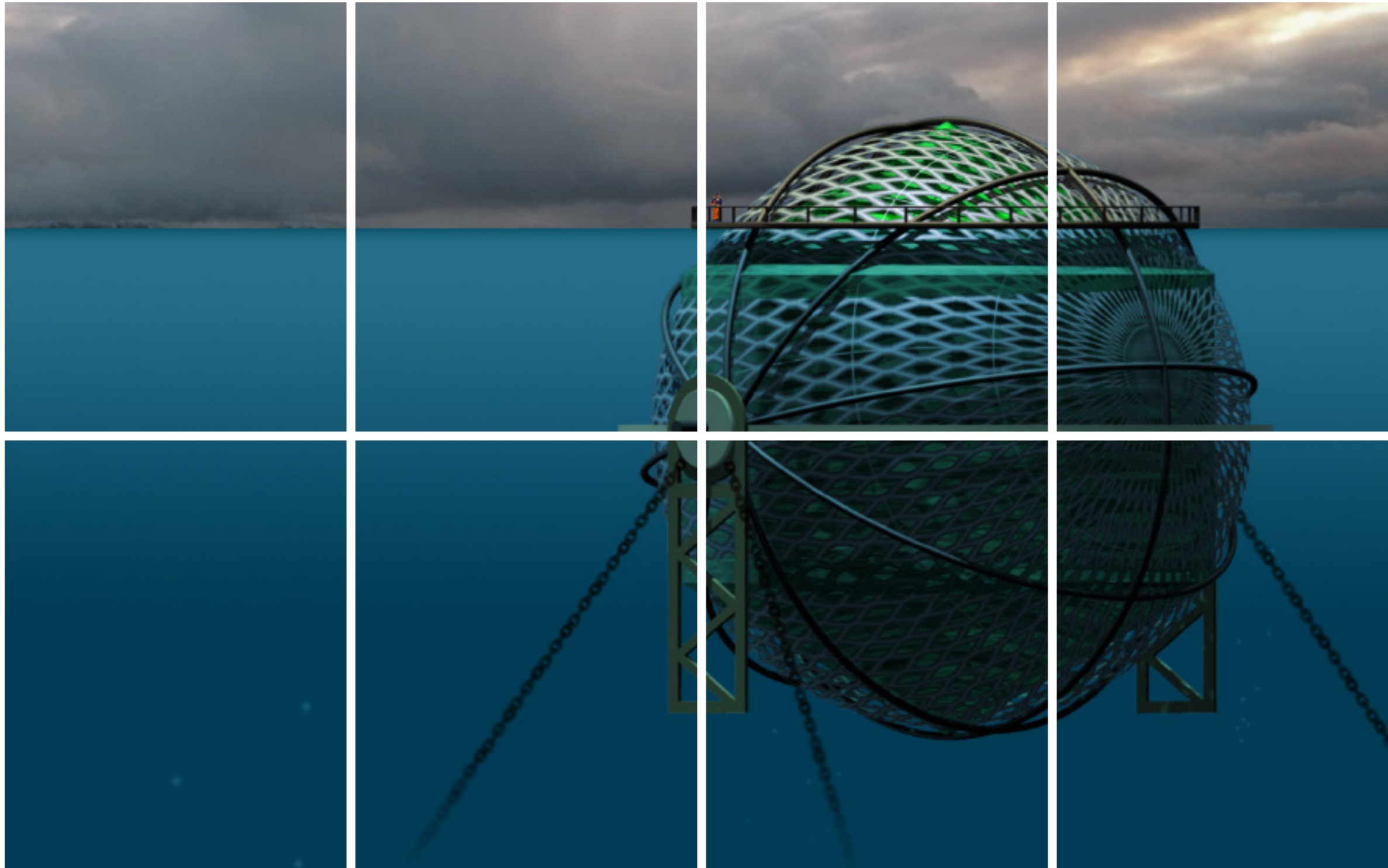
Naturlig utbredelse: Nordøstlige Atlanterhav; fra Belgia til Nord-Spitsbergen. Nordvestlige Atlanterhav; fra 40oN til Newfoundland.

Dybde: mellom 80 og 500 meter.

Kort beskrivelse: Fargen på krabben er oftest rødlig eller rødbrun med en lysere underside. Både ryggskjold og klør har pigger.

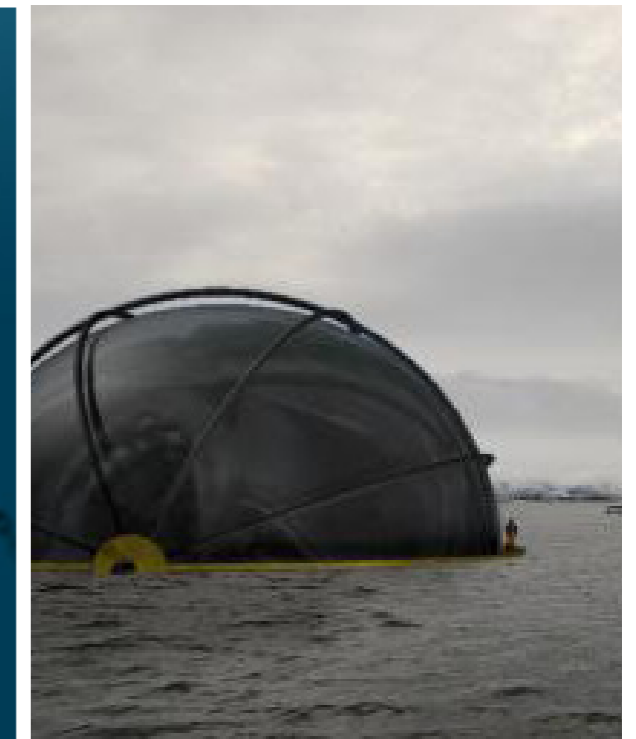
Føde: Alger, åtsel og bunndyr som muslinger og pigghuder.



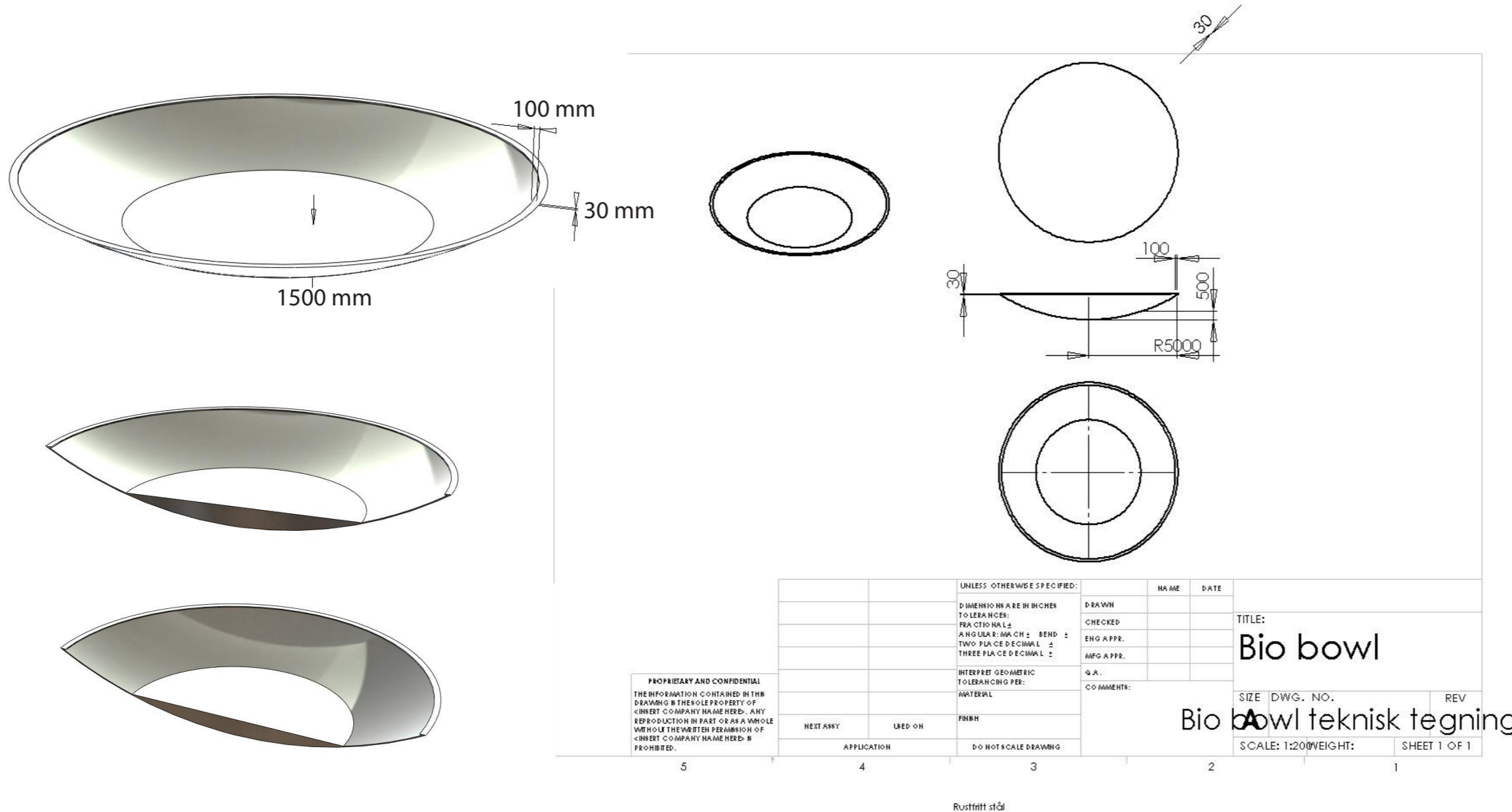


KRAV TIL MERDEKONSTRUK- SJONEN

Løsningen er basert på en sfærisk merd med en indre diameter på 20 meter. Merden må ha noten festet på innsiden, og det kreves av noten er stram til enhver tid slik at fisken ikke glir imellom noten og bio-bowl. Det kreves også at merden roterer kontinuerlig med havstrømmene.



DETALJERING



DIMENSJONERING

Bollen er basert på en sfærisk merd som er 20 m i diameter. Bio-bowl har 10 m i diameter øverst og er 1,5 meter dyp på midten. Den har en flate i bunnen som måler 0,5 m på det tykkeste. Kanttykkelse er 30 mm.

BEGRUNNELSE FOR DIMENSJONERING

Dagens merder er noe større enn det jeg har dimensjonert med. Jeg mener at man i fremtiden mest sannsynlig vil bruke mindre merder, grunnet gryende trender som vil forsterkes. En liste med begrunnelser for valg av dimensjonering kommer her:

- 1) Det er økt fokus på fiskevelferd i Norge, en trend som vil forsterkes de neste årene.
- 2) Større merder gir dårligere fiskevelferd.
 - Oksygentilførsel er en pekepinn på fiskevelferd.
 - Det blir lavere oksygentilførsel med større merd (økt friksjon og vannet må igjennom flere fisker).
- 3) Større merder gjør konsekvensene av havari større (flere fisk rømmer).
- 4) Anleggsdrivere mister noe av fingerspisskontrollen over større merder.



MATERIALER

Bio-bowl vil være laget av to typer materialer: plastikk og metall. Det ytterste laget vil være av plast, nærmere bestemt polypropen (PP). Dette er en termoplast laget i kjemisk industri med et stort bruksspekter. Bio-bowl vil ha en kjerne av stål som skal tyngre ned konstruksjonen i vannet. Denne skal beregnes til å være akkurat så tung at den gjør at bio-bowl ligger stabilt på innsiden av merdekonstruksjonen.

BEGRUNNELSE FOR VALG AV MATERIALER

- 1) At hele kontaktflaten mot vannet er i polypropen eliminerer problemet med rust.
- 2) Polypropen er billig, hardt og tåler mye slitasje.
- 3) PP er resikulerbart.
- 4) PP absorberer ikke væske og tåler svært lave temperaturer uten at materialet blir sprøtt.
- 5) PP tillater sveising ved varme "heat fusion".
- 6) Stål er tungt nok til å veie ned polypropenen tilstrekkelig.
- 7) Stål er et relativt billig metall.
- 8) Stål er slitesterkt.



FARGEVALG

Fargen på bio-bowl skal være koksgrå.

BEGRUNNELSE FOR FARGEVALG

Valg av farge er tatt for at bio-bowl skal passe naturlig inn i miljøet den blir satt i og ikke forvirre hverken laksen eller krabbene. Den mørke fargen vil gå i ett med omgivelsene på dypt vann.



BIOLOGISKE KOMPONENTER

ANTALL KRABBER

Siden det i gjennomsnitt dør tre fisk daglig vil 15 krabber være nok til at laksen blir fortært med en gang. Siden trollkrabbe formerer seg svært sjelden vil man kunne regne med at antall krabber vil holde seg på et stabilt nivå.



SAMMENSETNING AV FYLLMATERIALE

Trollkrabben sitt naturlige habitat er en bunn av sand eller leire, eller en kombinasjon. Bio-bowl vil dermed fylles av en blanding av 75% sand og 25% leire for å best mulig etterligne krabbens habitat. Det vil også tilsettes mindre stener for en variasjon i omgivelsene. Denne sammensetningen av fyll til bio-bowl er såpass tung at den ikke vil ristes ut av bollen ved høy sjø.

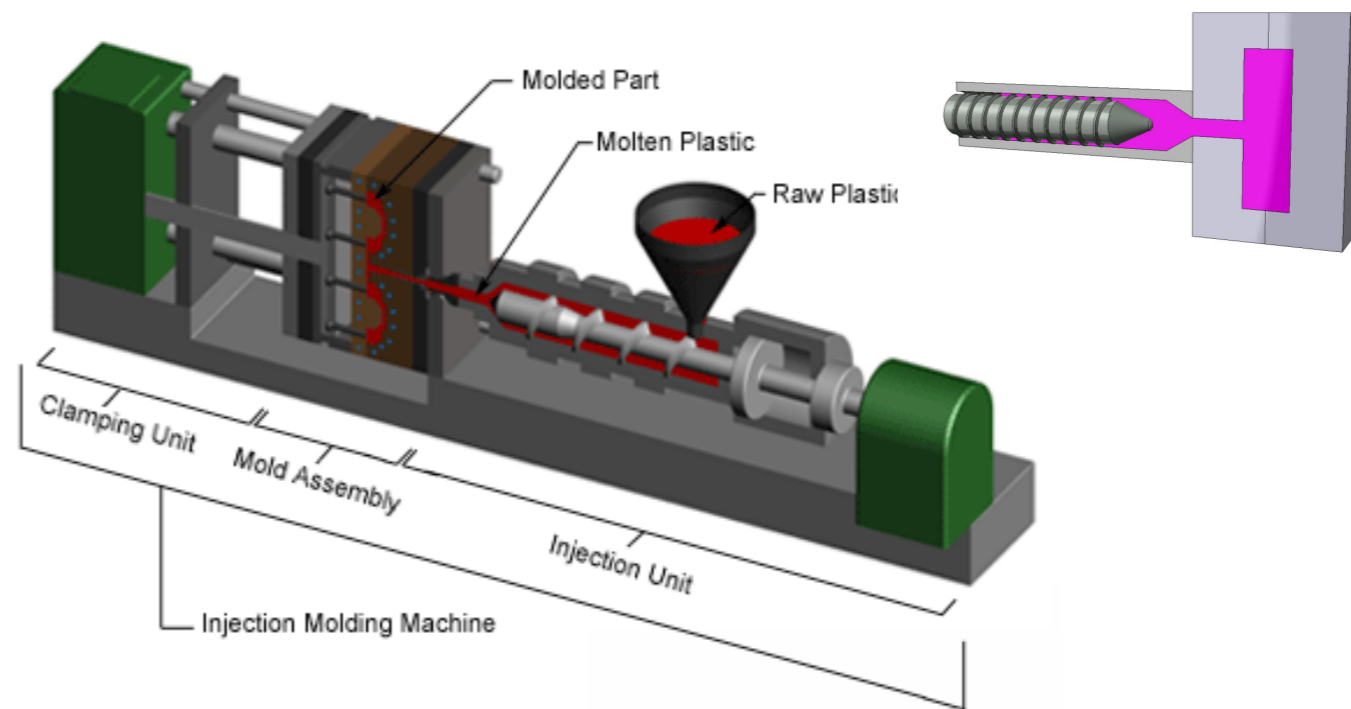
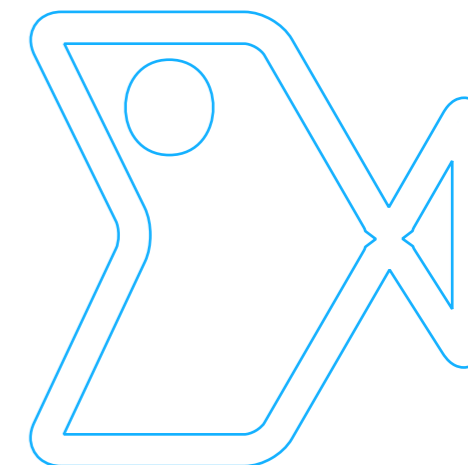
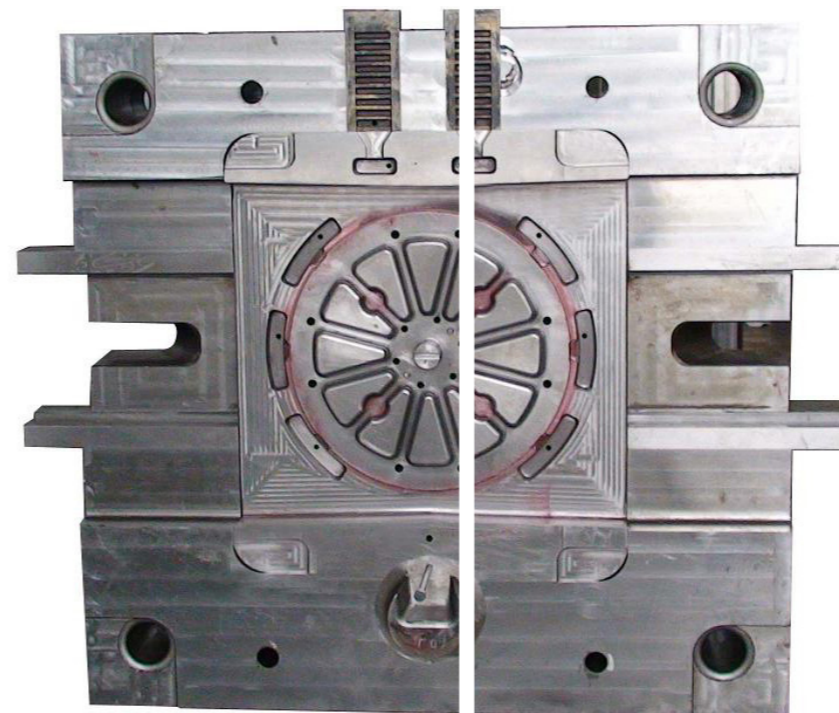


PRODUKSJON

PRODUKSJON AV DELER

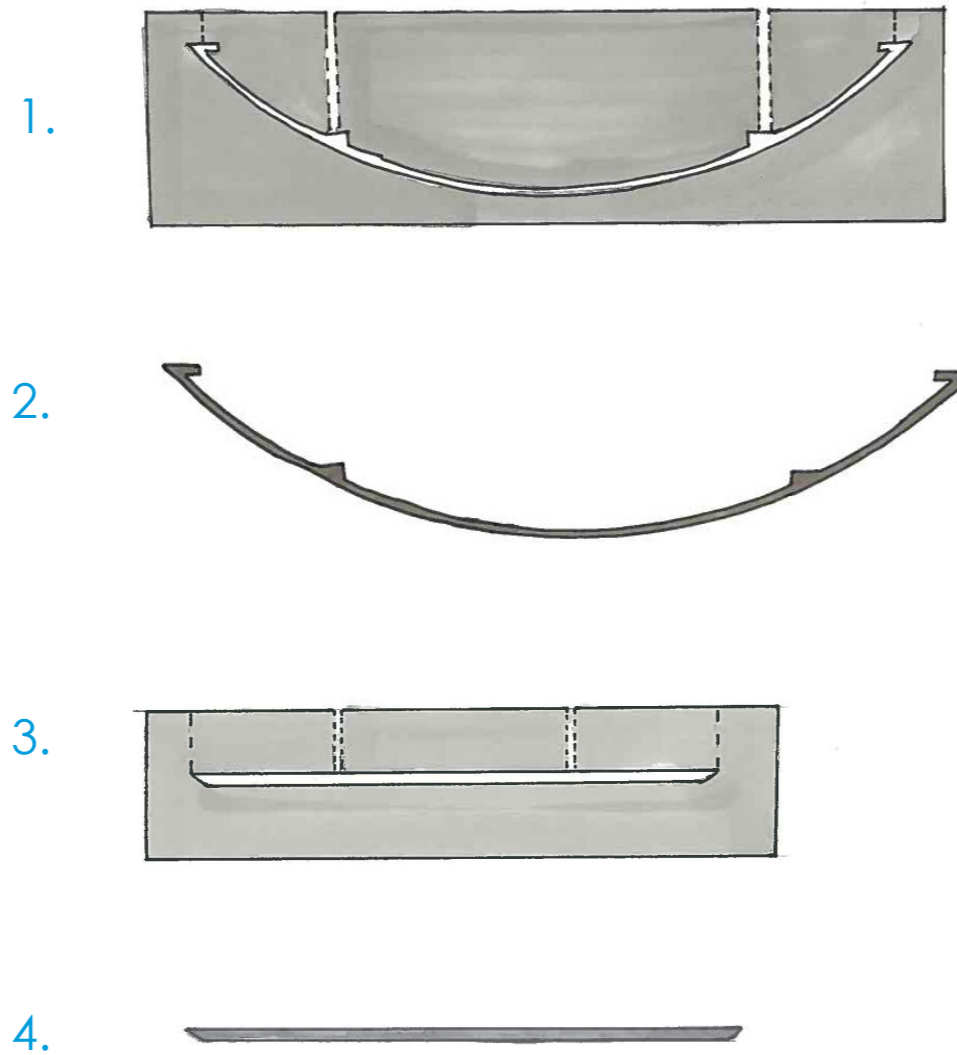
Delene i polypropen sprøytstøpes som to individuelle deler. Metoden vakumtrekking hadde også vært en mulighet å bruke for bunndelen, men det vil bli mindre kostnadseffektivt enn sprøytstøping i lengden. Det må dermed lages egnede former for dette. Loddelen i stål støpes også i en egen form.

Når delene er ferdig støpt settes de sammen ved at metalloddet plasseres inne i bollen og det flate "lokket" legges oppå. Lokket festes med skruer av hardplast og siden sveises lokket og bunndelen sammen med varmfusjon, noe som resulterer i at bollen blir ugjennomtrengelig for vann. Man har da et ferdig produkt.



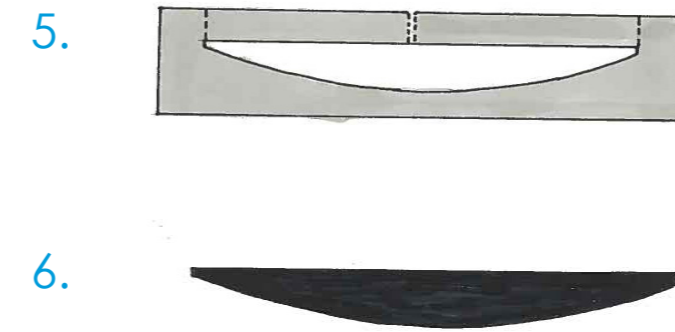
FORMER TIL STRØYTESTØPING

- 1) Form til bunndel av polypropen.
- 2) Bunndel
- 3) Form til lokk av polypropen
- 4) Lokk



FORM TIL STØPING AV STÅL

- 5) Form til lodd av stål
- 6) Lodd



TVERRSNITT



SAMMENSETNING AV DELER

Lokket og bunndelen settes sammen med skruer for så å sveiser ved varmfusjon. Skruene lages i det samme materialet som de to delene de skal føye sammen, nemlig polypropen.



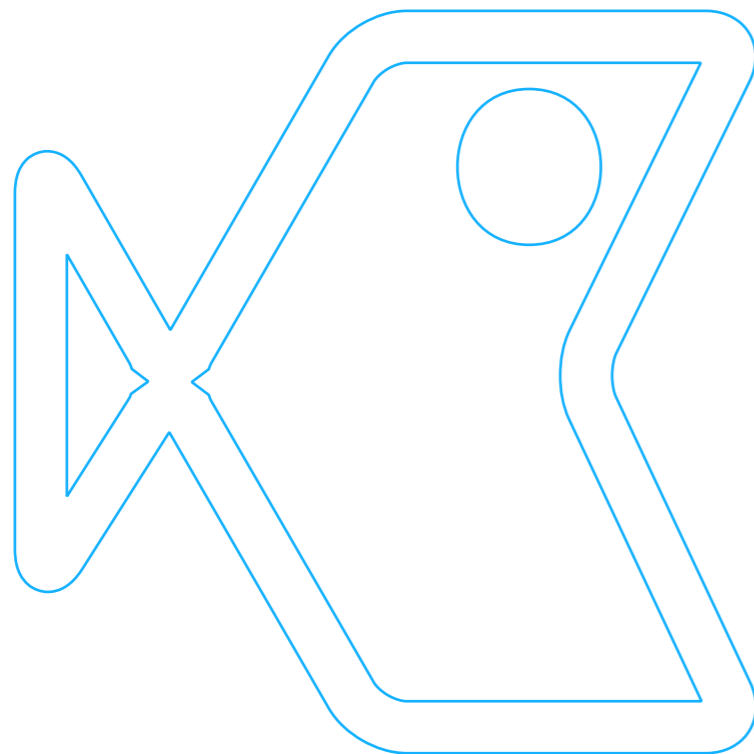
DELER

1. Skruer
2. Lokk
3. Lodd
4. Bunndel



EKSPLODERT
SKISSETEGNING





KOSTNAD

Det er vanskelig å si nøyaktig hvor mye bio-bowl vil koste, spesielt da man regner med at den produseres i 2030. Selve materialene vi bruker er relativt billige, men produksjonskostnadene kan komme til å koste en del da det er dyrt å lage nye former til støping.

VEILEDENDE PRISER PÅ MATERIALER

Dagens kilopris for henholdsvis polypropen og stål er:

PP: 0,94 USD per pound, dvs 12,96 NOK per kilo.

Stål: 691 USD per tonn, dvs 4,1 NOK per kilo.

TENTATIV PRISBEREGNING

En tentativ beregning på volumet av bollen gir et volum på delene laget i plast på ca 46982659 cm^3 . Dette ganget med tettheten på PP (0.946 g/cm^3) gir en masse på ca 44445595 g, dvs 44445 kilo.

Delen i stål får et volum på 167551608 cm^3 og ganget med tettheten på stål (7.8 g/cm^3) gir det en masse på ca 1306902 kilo.

Ganger man kiloprisen på de ulike materialene får man ut disse verdiene:

Deler i plast: 12,96 NOK/ kilo * 44445 kilo = 576007 NOK

Del i stål: 4,1 NOK/kilo 1306902 kilo = 5358298 NOK

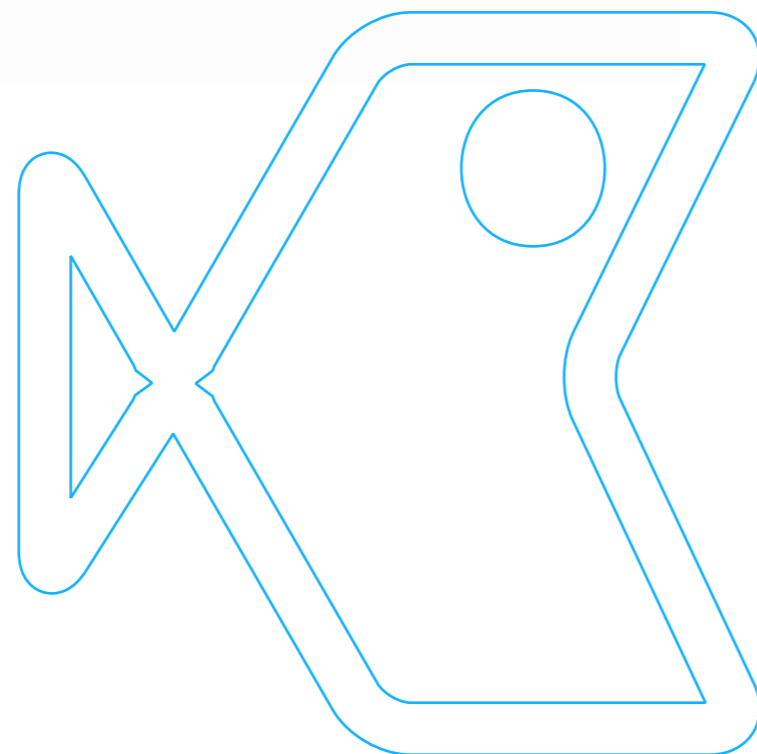
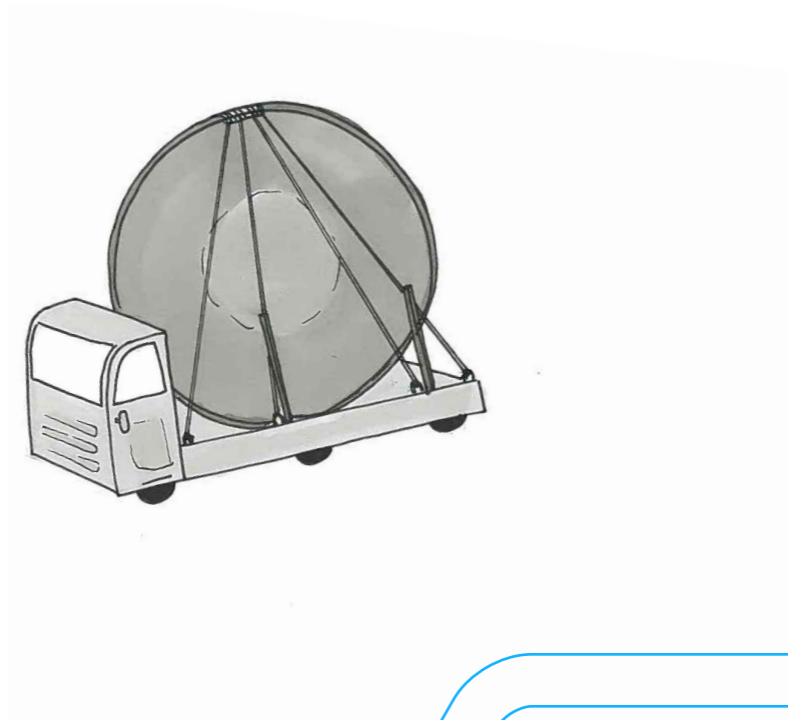
Totalpris i materialkostnad per 2010:

576007 NOK + 5358298 NOK = 5934305 NOK, eller i underkant av 400.000 norske kroner.



TRANSPORT

Når bio-bowl er ferdig produsert fraktes den som en enhet til stedet der den skal monteres. Den fraktes tjoret fast til en lastebil.



MONTERING

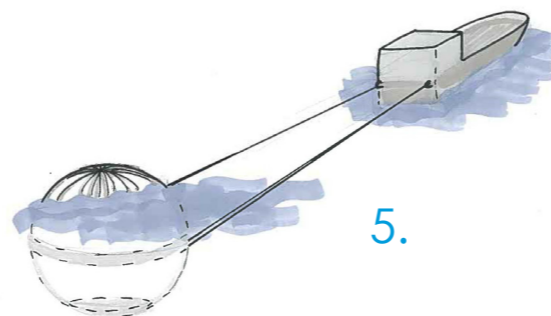
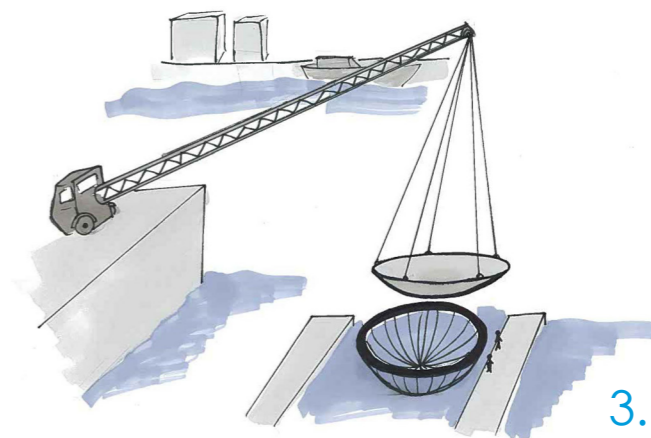
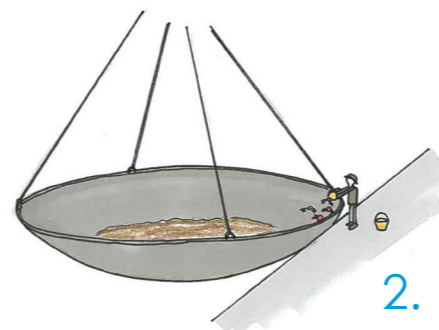
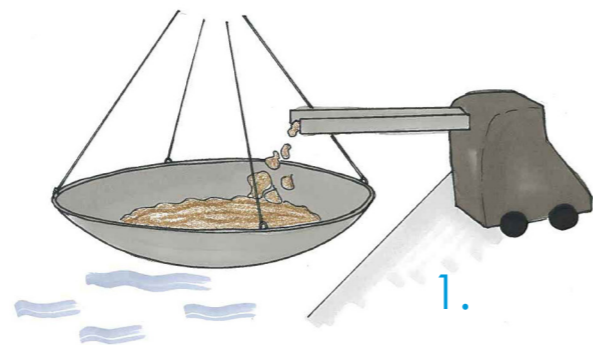
Bio-bowl monteres i den sfæriske merden på vann ved en industrihavn. Dagens merder blir også montert på vannet da det inngår store deler i konstruksjonen. Bio-bowl må senkes ned i vannet etter at merden er halvveis montert og merdeskjelettet må bygges rundt konstruksjonen.

Når merden er ferdig montert fraktes den med til anlegget ved hjelp av båt.



MONTERINGSFORLØP

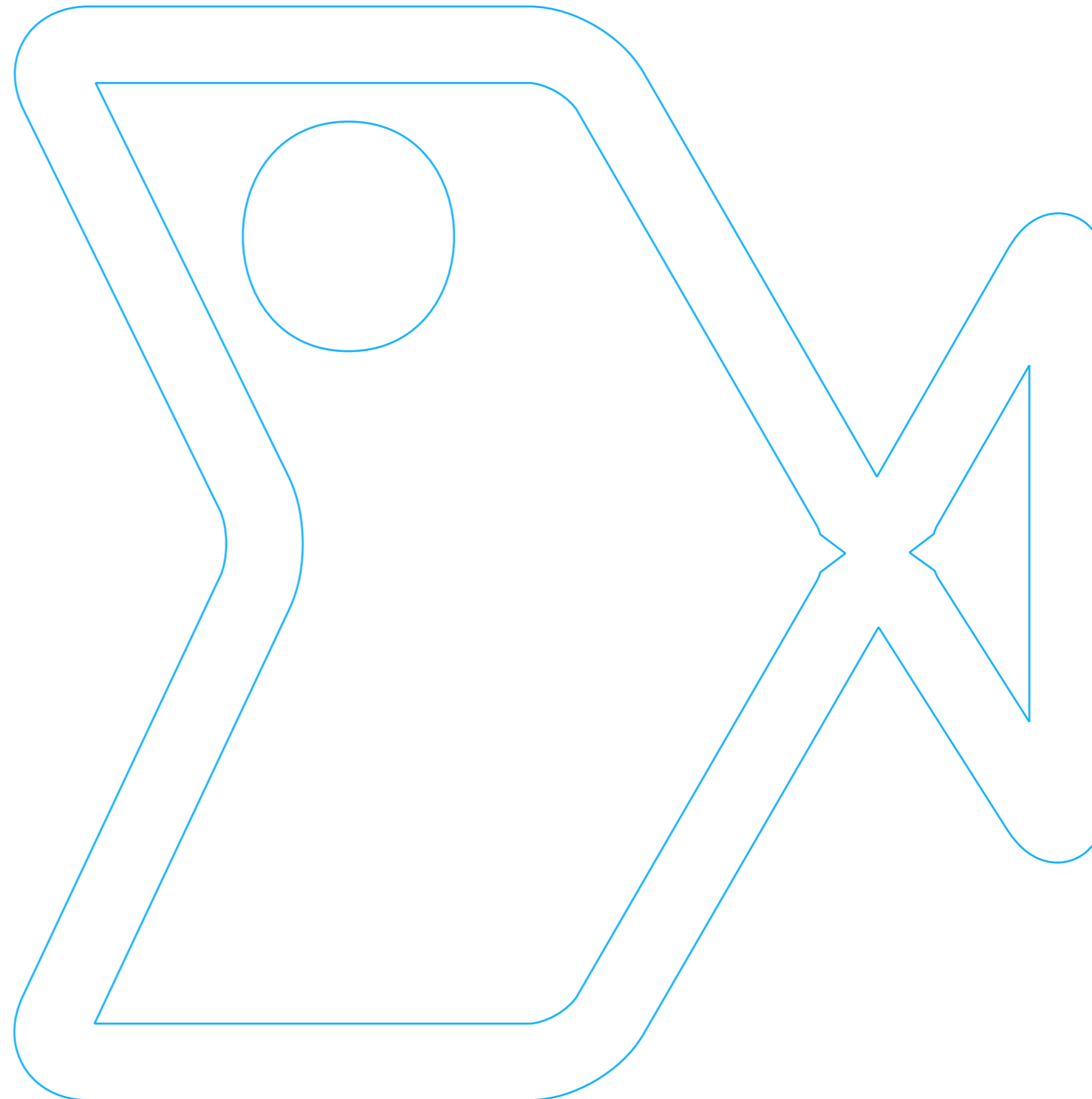
- 1) Leirerik jord tilsettes.
- 2) Krabber tilsettes manuelt.
- 3) Merden senkes ned til den halvveis monterte sfæriske merden med heisekran.
- 4) Resten av merden monteres i vannet.
- 5) Den ferdig monterte merden fraktes ut til anlegg med båt.
- 6) Anlegget består av flere enheter med merder.



VEDLIKEHOLD

Større vedlikeholdsoppgaver krever at merden enten løftes opp i vannet, eller at konstruksjonen demonteres etter at den har blitt tømt for fisk. Mindre vedlikeholdsoppgaver kan utføres av dykkere med riktig verktøy.

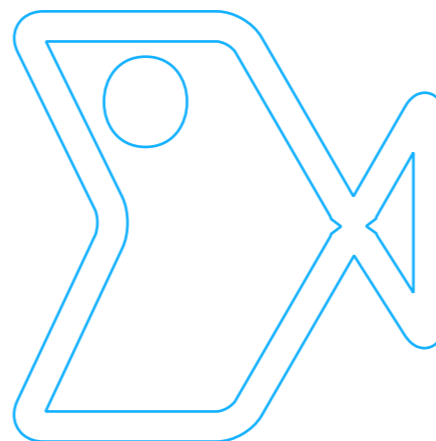
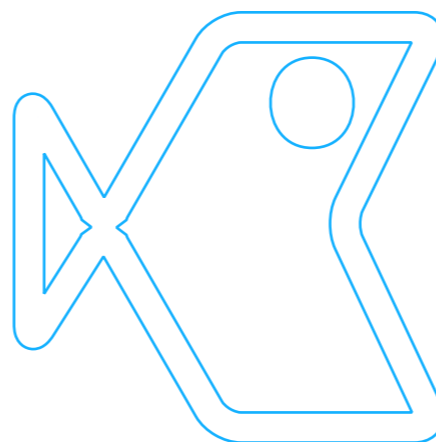
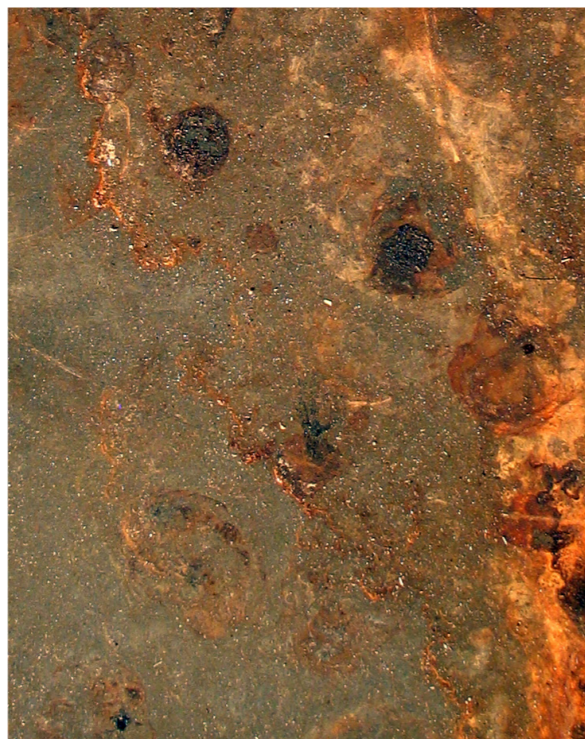
I utgangspunktet vil ikke bio-bowl ha et stort behov for vedlikehold, annet enn påfyll eller fjerning av krabber. Da det ikke inngår mekaniserte deler i bio-bowl og den fremstår som en helhet er det lite som kan gå i stykker og den vil ikke ha behov for utskifting av deler.



UTFORDRINGER I KONSEPTET BIO-BOWL MED KRABBE

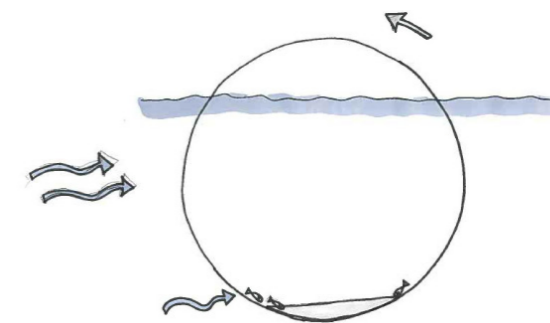
PROBLEMATIKK
Rust.

LØSNING
Ytterdelen av bollen vil være laget av en plast (polypropen) som er ikke-korroderende. Den vil være helt tett da den er sveiset med varmfusjon, og metalleden i midten vil dermed ikke bli påvirket av saltvannet.



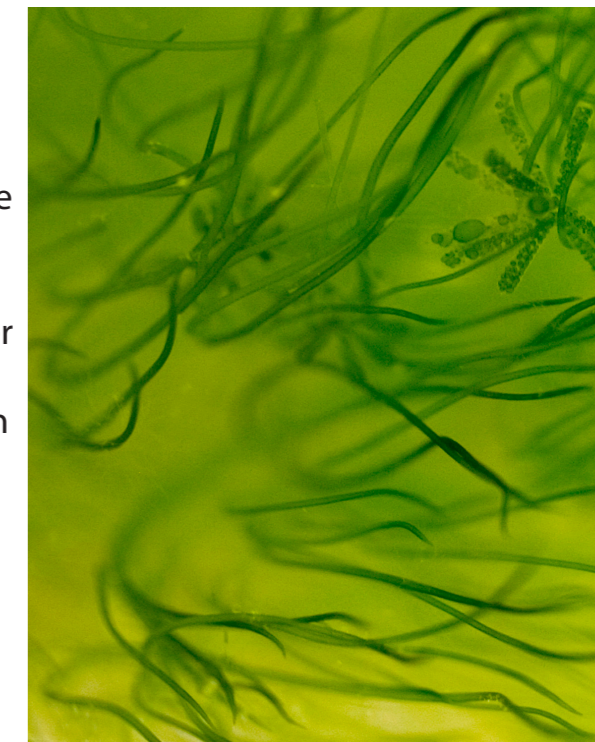
PROBLEMATIKK
Å få fisken inn i bollen

LØSNING
Merden vil rotere mot havstrømmen. På den ene siden vil vannet hjelpe fisken i bollen, på den andre siden vil tyngdekraften gjøre at fisken glir inn i bio-bowl.



PROBLEMATIKK
Algevekst.

LØSNING
Friksjonen mot underlaget vil hemme algevekst. I tillegg ligger bio-bowl såpass dypt nede at mengden alger som vokser er begrenset (alger slutter å vokse ved 15-20 m dyp). Algen som eventuelt vil forekomme inne i bollen vil bli spist av krabbene som bor der.





PROBLEMATIKK

At bollen tipper.

LØSNING

Bollen vil være vektet i bunnen med et tungt materiale. I tillegg gjør bollens geometri det vanskelig for den å tippe rundt. Dette må beregnes nøye, men dette er absolutt mulig.



PROBLEMATIKK

At man ikke har kontroll på antall krabber i bollen.

LØSNING

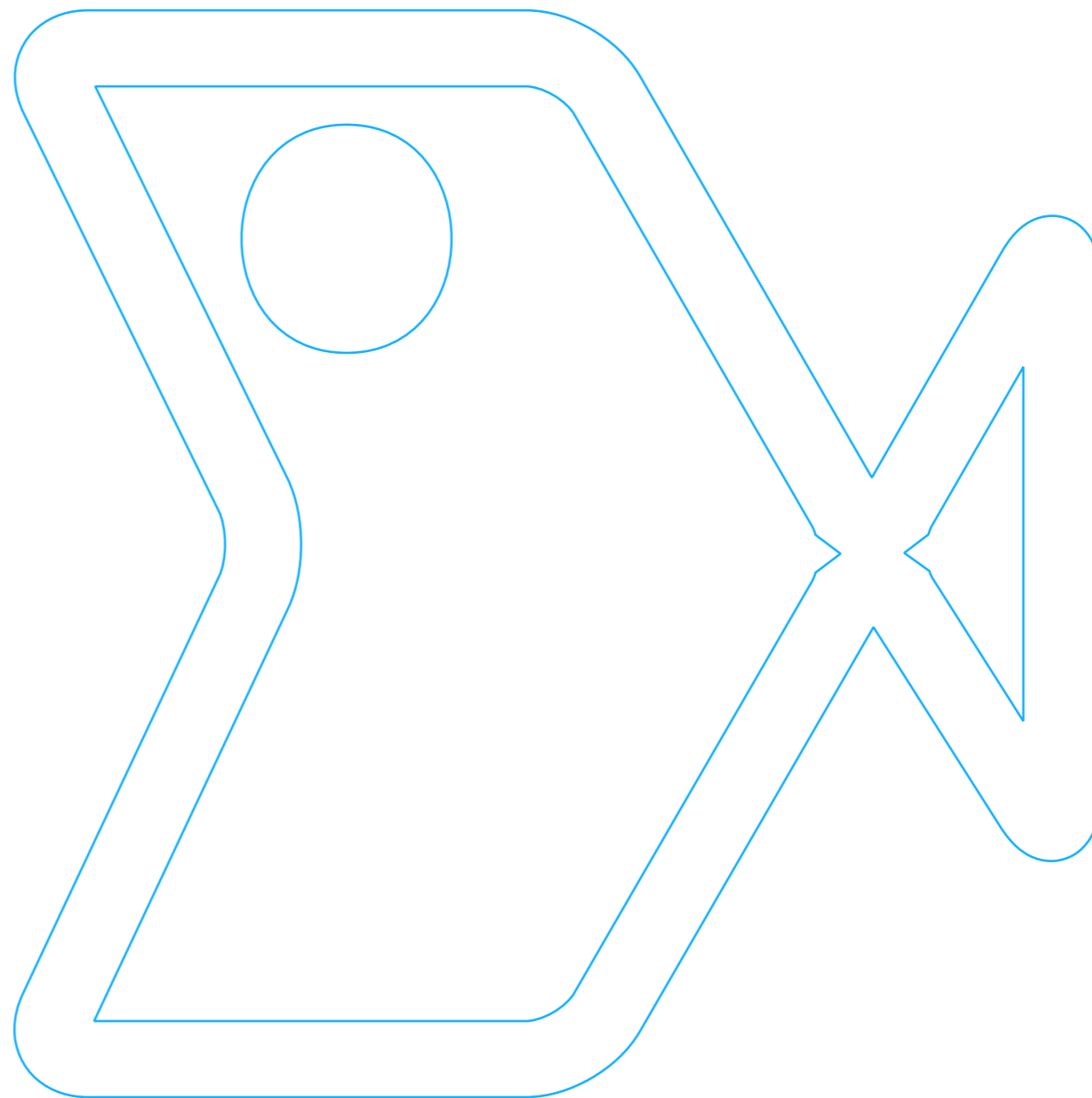
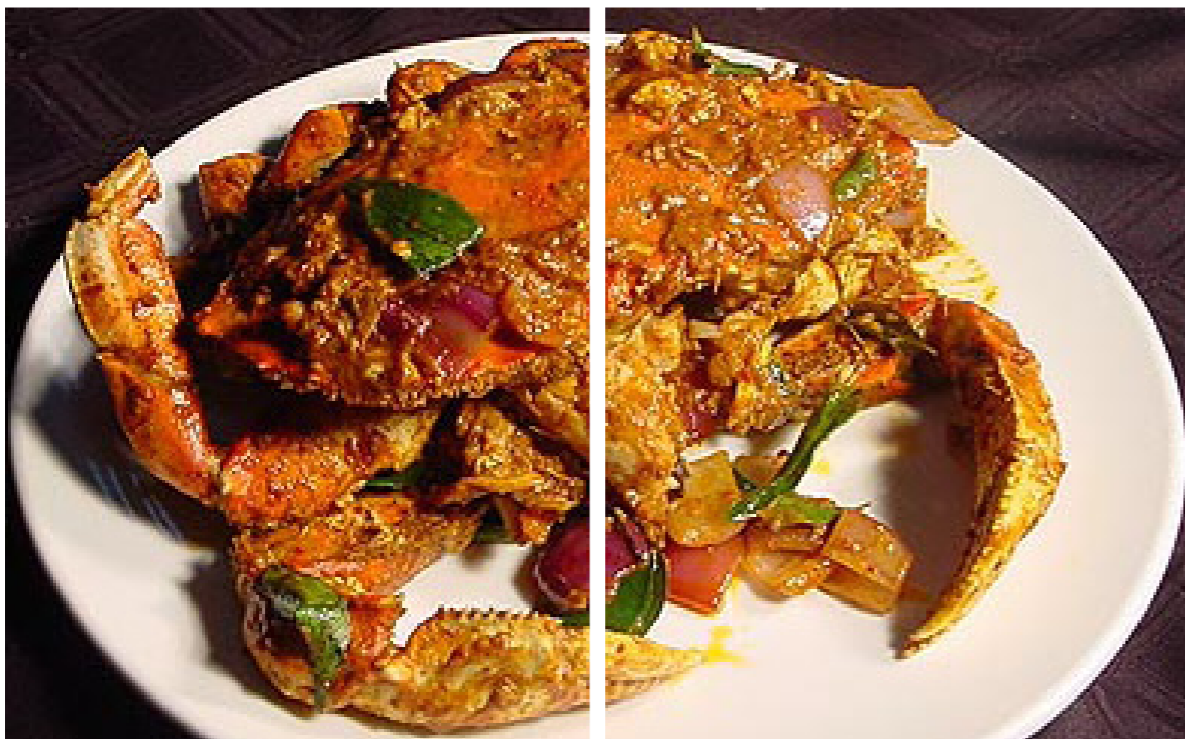
Dette må et kamerasystem ta seg av; det samme systemet som skal følge med på fiskene i merden. Kameraovervåking er ikke en del av mitt problemområde, og jeg går dermed ikke dypere inn på temaet.





FORDELER MED BIO-BOWL

- Man unngår skade i forbindelse med oppsveiving av dødfisk.
- Tid spares.
- Bollen fanger ikke bare opp død fisk, men også fôrutspill. Dermed utnytter man biologisk materiale og unngår at dette skaper problemer i området rundt merden.
- Det er muligheter for økonomisk gevinst ved at man selger krabbene som mat.
- Merden blir i større grad selvdrevet.



PRESENTASJON

BIO-BOWL



Mothaker på kanten sørger for at fisken ikke glir ut av bollen når den har blitt fanget opp.

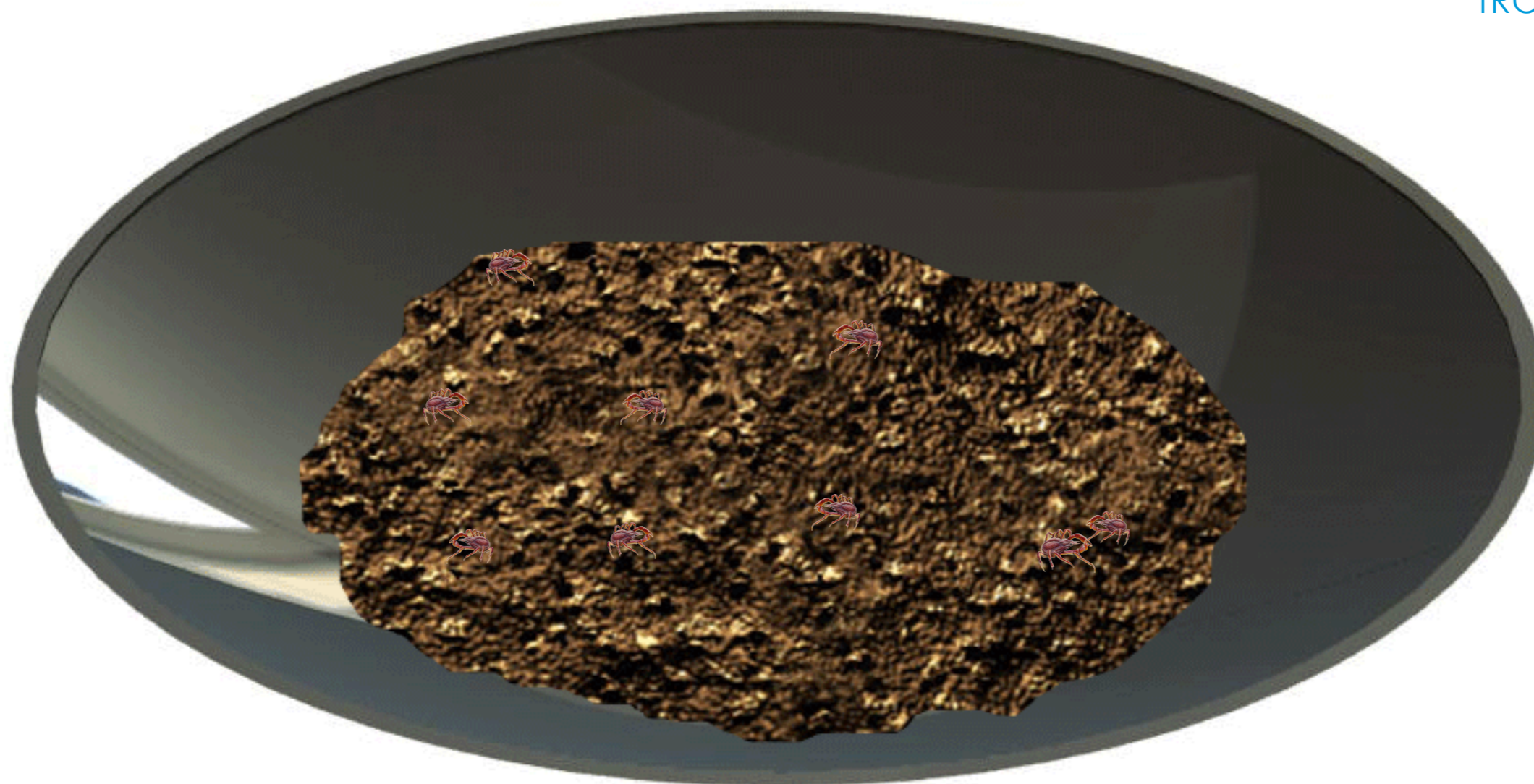
Glatt underside tillater at bollen glir på underlaget.

Bollen fremstår som en del da den er festet sammen med varme.

Glatte sidevegger gjør at dødfisk som blir fanget opp ved kanten av bollen vil gli ned mot midten. I tillegg vil de glatte kantene hindre krabbene i å rømme.

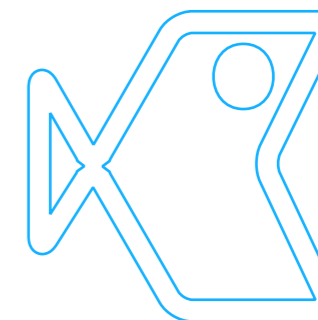
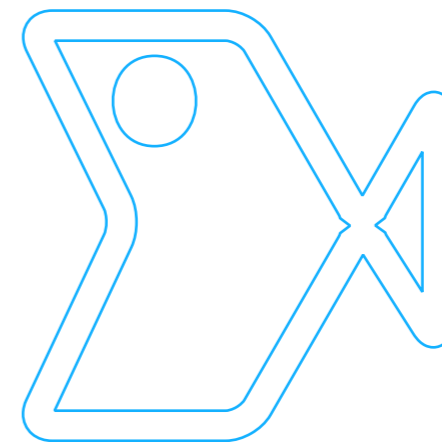
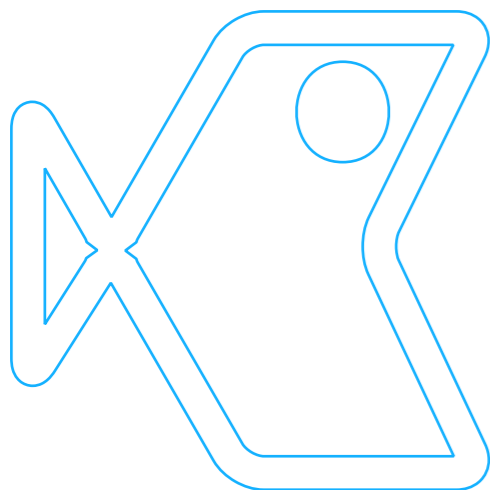
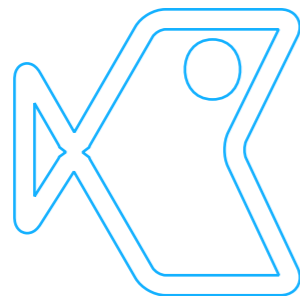


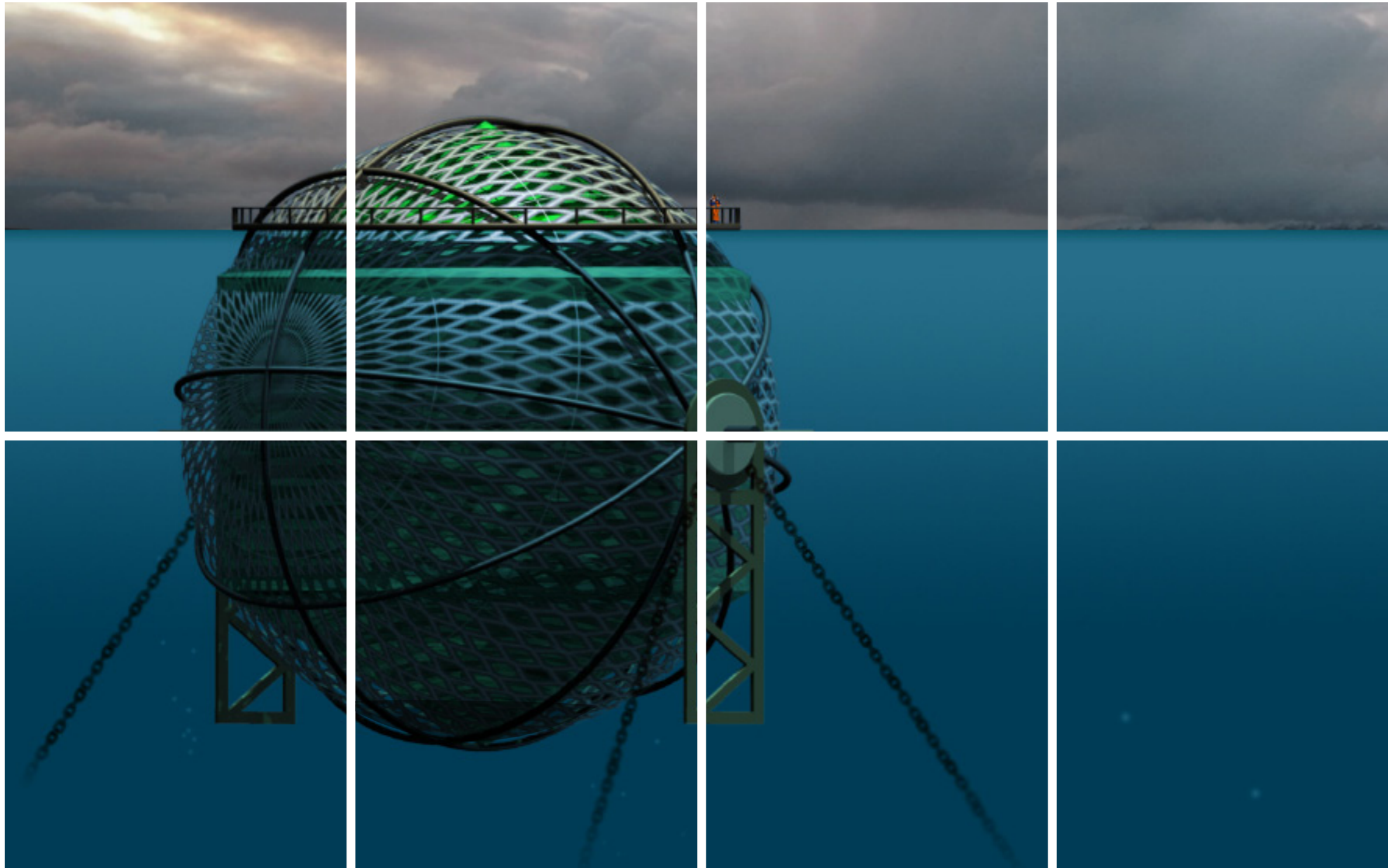
BIO-BOWL MED
LEIREHOLDING SAND OG
TROLLKRABBER



PLASSERING

Slik skal bio-bowl være plassert i den sfæriske merden. Dette bildet gir også et innblikk i størrelsesforholdet mellom bio-bowl og merd.





FUNKSJON

Bio-bowl i brukssituasjon. Som vist ligger bollen i bunnen av den sfæriske merden.



