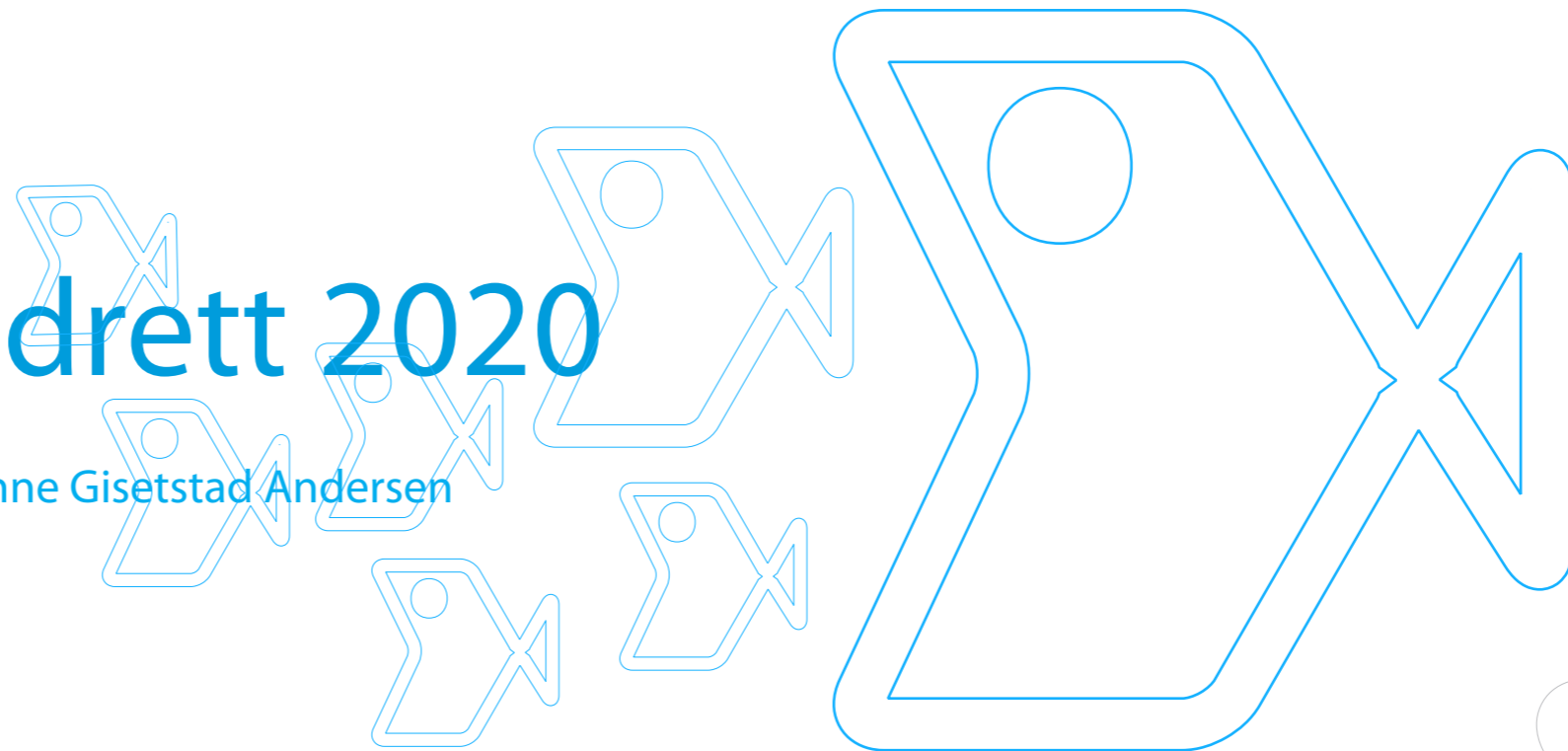


# lakseoppdrett 2020

SINTEF Fiskeri og Havbruk

Individuell rapport: Kari Anne Gisetstad Andersen



# FORORD

Denne rapporten er et resultat av det individuelle arbeidet i kurset PD4 (TPD4120) ved Industriell Design, NTNU, og er en oppgave gitt av SINTEF Fiskeri og havbruk.

Oppgaven omhandler fiskeoppdrett av laks og hvordan dette skal foregå i fremtiden. Vi skulle tenke på aktuelle problemstillinger som energibruk, miljøvennlighet og at anleggeneserentrendtilåbevegese seg lengre til sjøs, slik at det er behov for mer robuste merder. Er det mulig å bruke ny teknologi og design til å revolusjonere dagens oppdrett? Hvordan produsere laks på en miljøvennlig måte? Hvor skal energien komme fra?

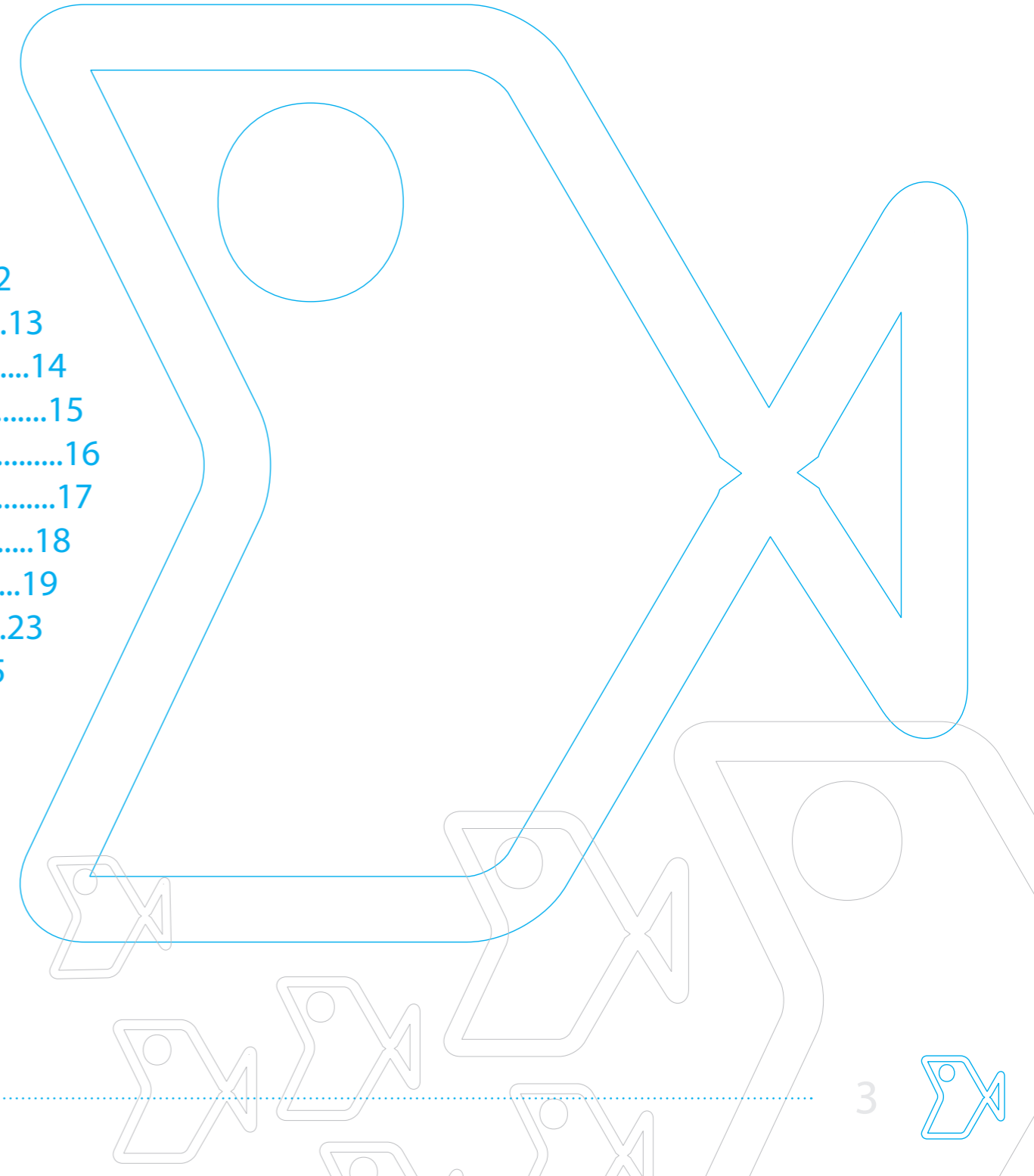
Prosjektet startet med et gruppearbeid, og vi gikk deretter over i en individuell periode der hver student utviklet et konsept. Sintef Fiskeri og Havbruk har vært vår arbeidsgiver, og vi har hatt jevnlig møter der vi kunne lufte ideer og problemer underveis.

En takk til Leif Magne Sunde fra Sintef, og mine to veiledere Guy Lundgren og Andre Liem.



# INNHOOLD

ARBEID I GRUPPE.....	4
ARBEID I GRUPPE.....	5
VALG AV FOKUSOMRÅDE.....	6
VEKTING AV KRAV.....	7
IDEUTVIKLING.....	10
KONSEPTUTVIKLING, KONSEPT 1.....	12
KONSEPT 2.....	13
KONSEPT 3.....	14
JOBING MED KONSEPT 3.....	15
KONSEPT 3.1.....	16
KONSEPT 3.2.....	17
VEKTING AV KONSEPTER.....	18
JOBING MED KONSEPT 3.2.....	19
DETALJERING.....	23
FORBEDRINGSPOTENSIAL OG REFLEKSJON.....	25
SLUTTPRODUKTET.....	26



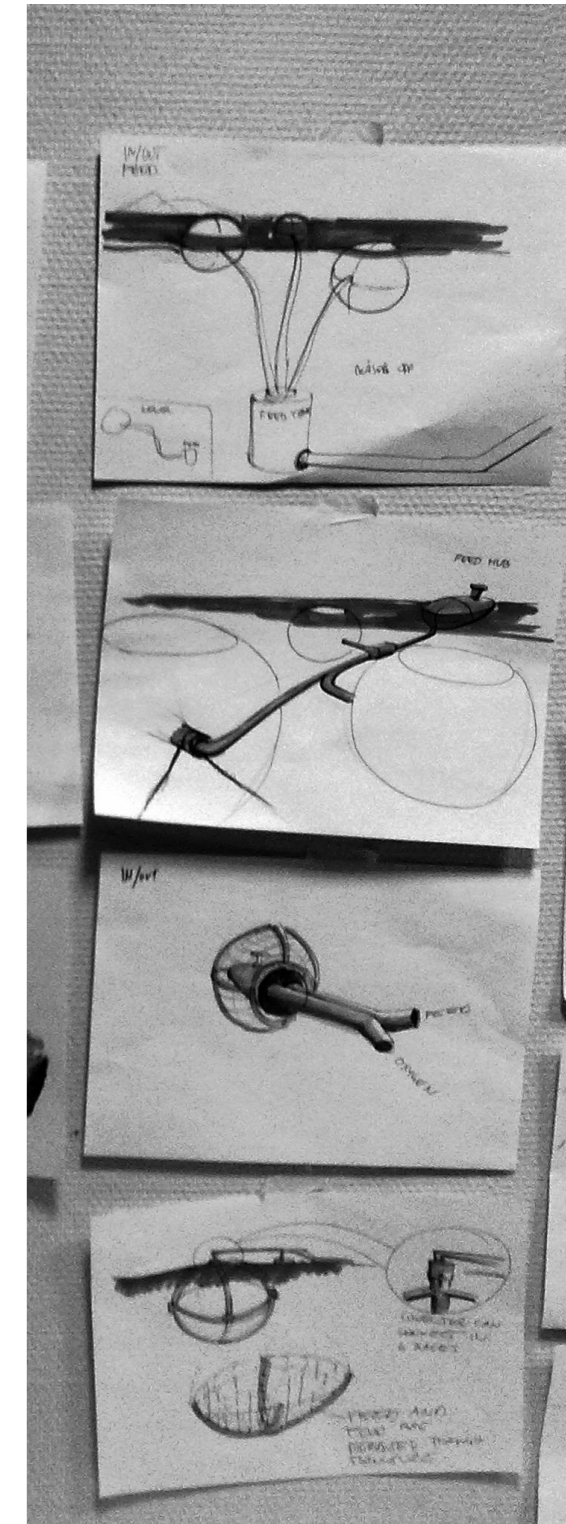
# ARBEID I GRUPPE

## LITT OM GRUPPEARBEIDET

Første del av prosjektet ble gjort i gruppe. Vi brukte den første tiden til å analysere dagens situasjon og gjorde resarch ved alle delene av lakseproduksjon.

Deretter lagde vi en hierarkisk oppgaveanalyse over fasene laksen gjennomgår fra yngel til slakt, der vi så på forskjellige oppgaver knyttet til de ulike fasene.

Vi lagde en problemdefinisjon, og satte opp kravspesifikasjoner. Vi hadde også en ekskursjon til stokkøya, der vi fikk mange nye erfaringer og innblikk i hvordan fiskeoppdrett fungerer. Under hele gruppeprosessen gjennomførte vi jevnlig skisseworkshoper.





## PROBLEMDEFINISJON

Vi lurte på om det var mulig å lage bedre løsninger for de ulike operasjonene avlusning, slakting, fjerning av alger, dødfisk, og lysetting i forbindelse med merden.

Ettersom oppgaven var futuristisk, lurte vi på om det var mulig å erstatte gamle metoder med ny teknologi som kunne forenkliggjøre produksjonen av laks. Var det mulig å lage mer automatiserte løsninger som ville gjøre vedlikehold unødvendig og produksjonskostnadene lavere? Ville det være mulig å lage et system som var selvforsynt med energi?

Fantes det tiltak som kunne gjøres for å minske antall skader på mæren mtp rømming? Ettersom det er en tendens til at anleggene blir mer desentraliserte, hvordan tilpasse systemet til mer robuste værforhold?

## VALG AV SYSTEM

Etter mye diskusjon og vurdering fant vi ut at vi ville jobbe med å designe en ny type merd. Valget falt på en sfærisk merd, og det er dette systemet som er grunnlaget for mitt fokusområde og konsept. Det ble bestemt at merden skulle ha to forskjellige operasjonelle stillinger. Til vanlig er mæren 80% neddykket i vann, men når fisken skal slaktes og avluses heves merden slik at volumet til fisken reduseres.

En merd har mange operasjoner knyttet til seg, og dermed kunne vi fokusere på forskjellige områder når de individuelle konseptene skulle utvikles.

## KRAVSPESIFIKASJONER

Vi satte opp en liste over kravspesifikasjonene til merden vår anno 2020/2030 som samsvarte med problemdefinisjonen.

- Bærekraftig
- Fremtidsrettet
- Innovativt
- Robust struktur
- Mer automatisert enn dagens system



# VALG AV FOKUSOMRÅDE: GROING

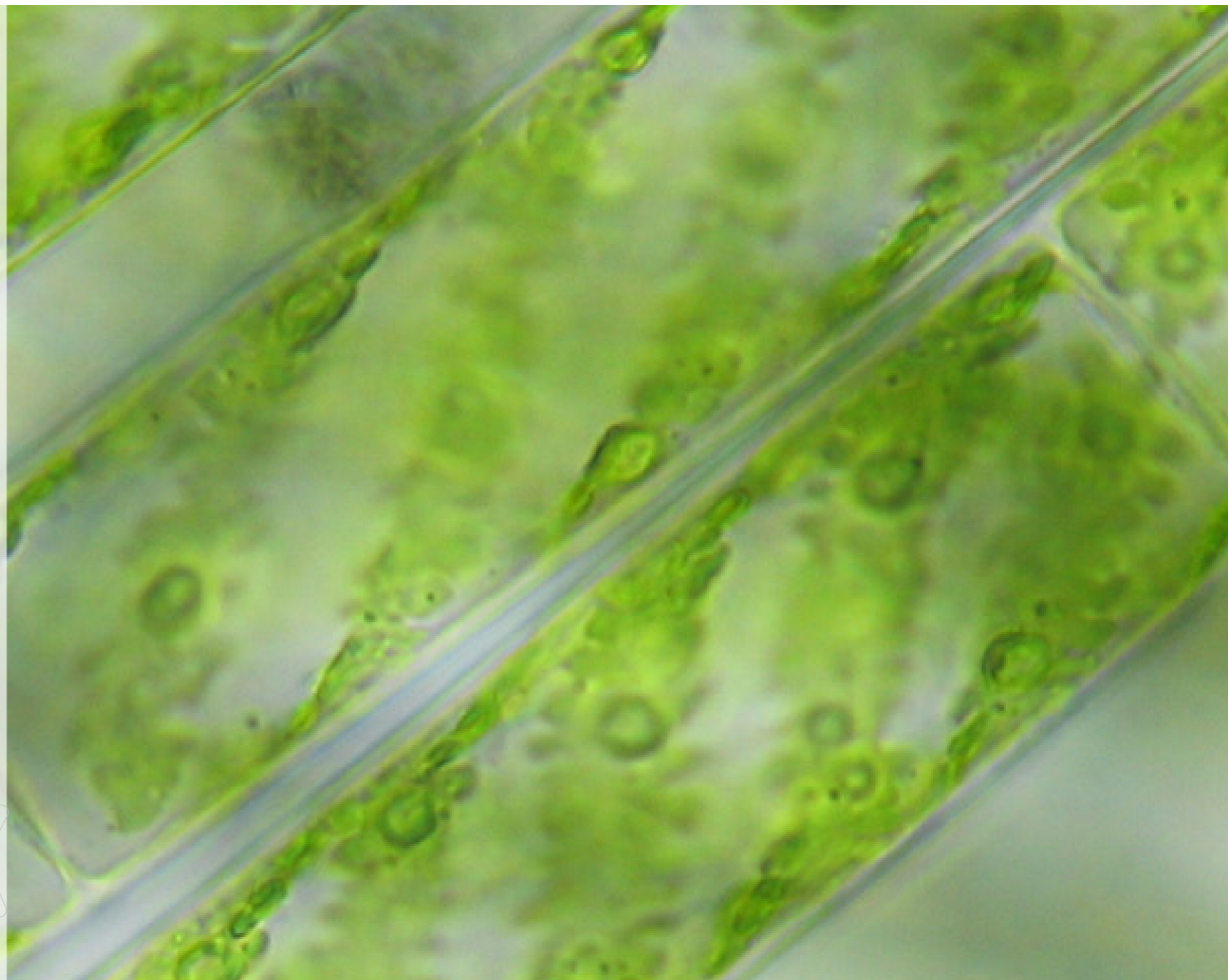
## VALG AV FOKUSOMRÅDE

Det området jeg valgte å fokusere på under utviklingen av et individuelt konsept, var begroing av merden. Det ble gjort en del research om dette området, hvordan problemet blir løst idag, hvilke forbedringspotensialer som finnes, og nye teknologier det forskes på.

## LITT OM GROING

Alt som står i sjøen vil bli utsatt for begroing. Når merden blir begrodd, vil dette gi dårlig gjennomstrømning og dermed mindre oksygen til fisken. Årlig utgjør groe 2-4 % av produksjonskostnaden ved å produsere 1 kg laks. Rene nøter er dermed viktig for god fiskehelse og god økonomi

De artene som ser ut til å trives mest på nota er alger, blåskjell, hydroider, Spøkelseskreps og Blåskjell. Det er store variasjoner i groe mellom lokalitetene, og det varierer også fra år til år. Det er forskjeller mellom groing ut i fra hvor oppdrettsanlegget er plassert, man ser for eksempel forskjeller i groing mellom fjordområder og mer eksponerte områder. Det er altså vanskelig å finne et mønster i groingen.



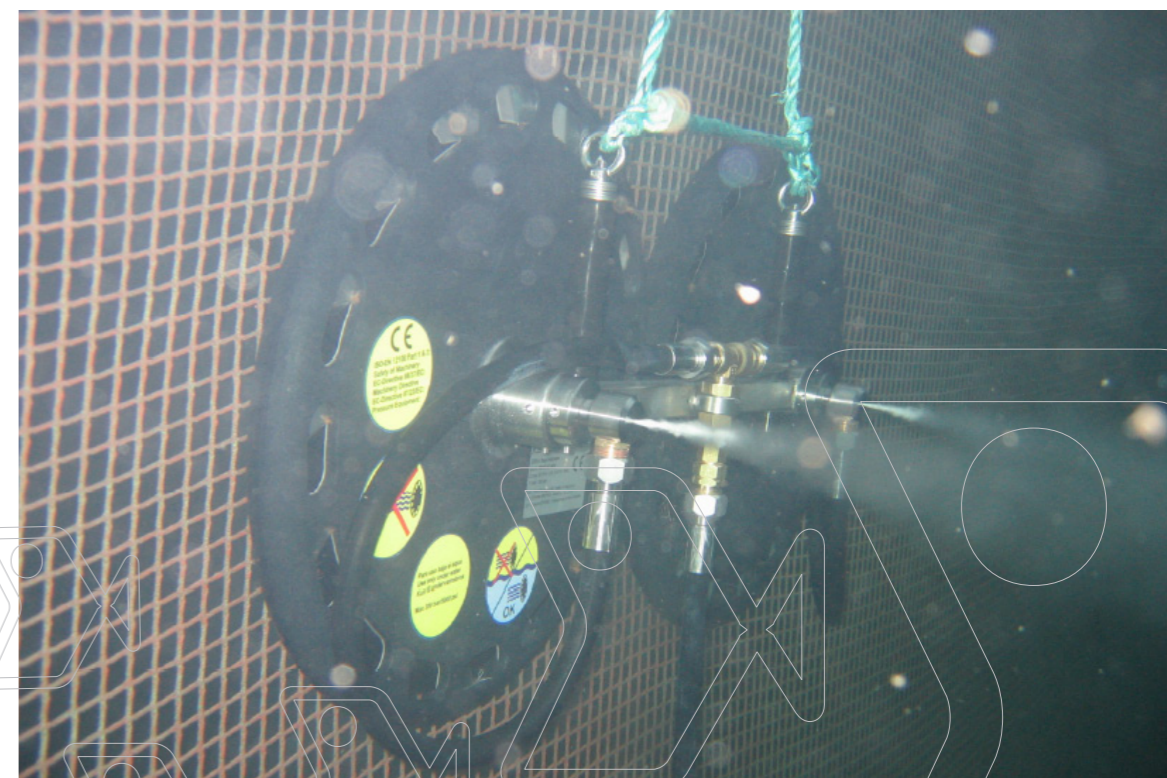
## DAGENS METODER FOR Å FORHINDRE BEGROING

Metodene som brukes idag varierer fra oppdrettsanlegg til oppdrettsanlegg, men det er mest vanlig å benytte seg av impregnert not, vaskesystemer, og tørking. De tre vanligste metodene er en kombinasjon av disse:

1. Utsett av impregnerte nøter kombinert med tørking (skifte av not og derettertørkingellerdelvis/helopplinning).
2. Utsett av impregnerte nøter kombinert med vasking.
3. Utsett av uimpregnerte nøter og hyppig notskifte.

## ULEMPER MED DAGENS METODER/ FORBEDRINGS- POTENSIALE:

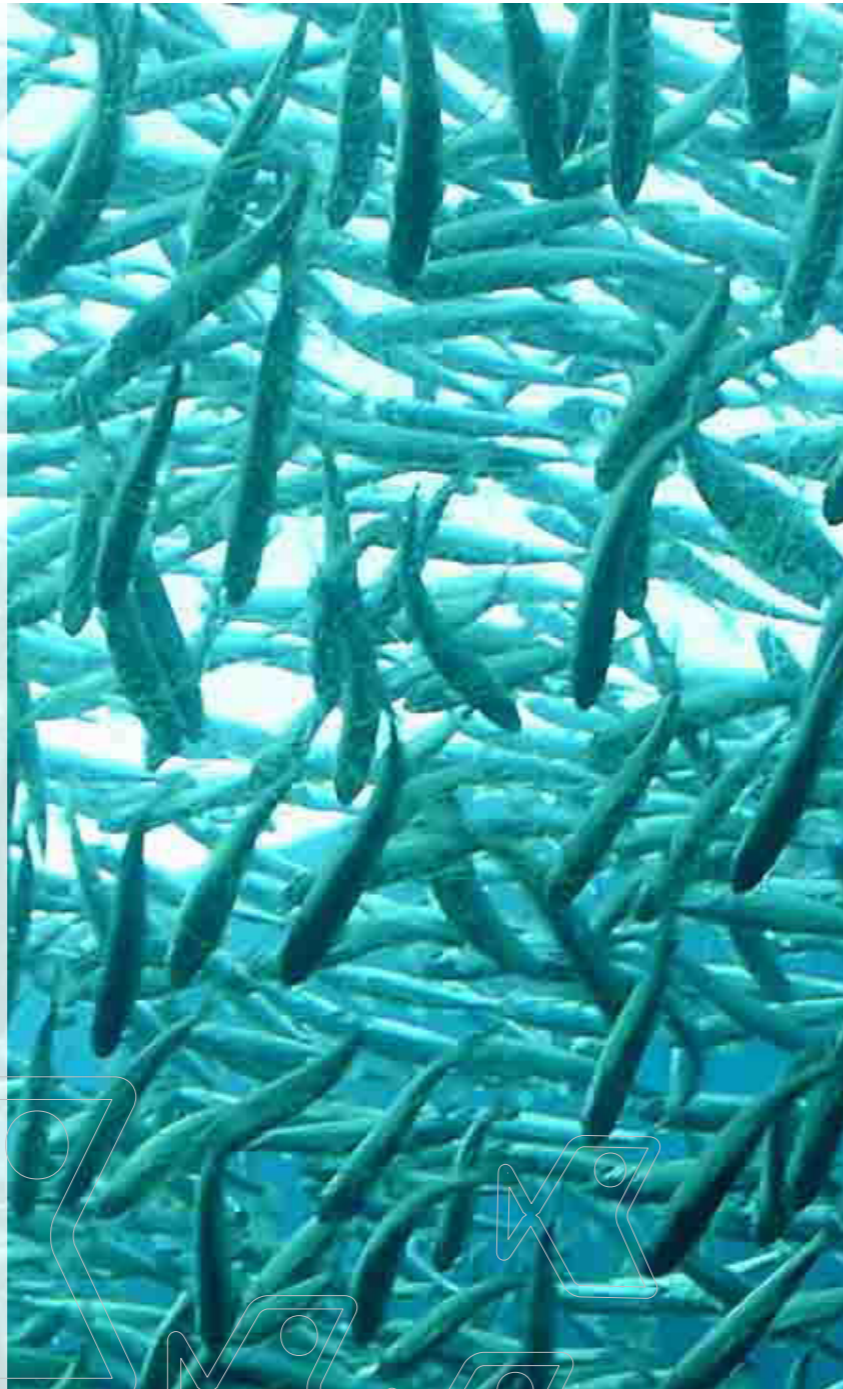
- Skader på nota under tørking gir økt rømningsrisiko. Når nota heises opp kan det bli rifter eller hull i nota.
- Vaskesystemene som brukes idag kan forstyrre fisken slik at den blir stresset.
- Impregnering av nøter gir kobberutslipp. Det er fokus fra miljømyndigheter (SFT), miljøorganisasjoner og fra andre til å stoppe kobberutslippene. Norge har gjennom Nordsjøavtalen forpliktet seg til å redusere utslippet av kobber til marint miljø betydelig.
- Dagens metoder krever konstant overvåkning av anlegget for å vite når begroingstiltak er nødvendig.



# VEKTING AV KRAV

## VEKTING AV KRAV

Med utgangspunkt i den problemstillingen og kravspesifikasjonene vi lagde i gruppen, ble det satt opp en liste av krav som skulle tilfredstilles innenfor bekjempelse av groing, men var det noen av kravene som var viktigere enn andre?  
For å finne ut det, ble det satt opp en vekting av kravene. Dette sees i tabellen til høyre.



	Tåler kraftige værforhold	Fjerner alle type groe	Krever lite energi	Miljøvennlig	Lite skade på nota	Automatisert	Forstyrer ikke fisken	Bærekraftig	Robust	Fleksibel	
Tåler kraftige værforhold	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Fjerner all typer groe (ikke bare alger)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krever lite energi	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3
Miljøvennlig	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	6
Lite skade på nota	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	5
Automatisert	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	8
Forstyrer ikke fisken	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	4
Bærekraftig	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	7
Robust	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fleksibel	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2





#### HVILKE KRAV VAR VIKTIGST?

Det at systemet tålte harde værforhold og at det er automatisert var viktigst. På grunn av at anlegget skal ligge langt til sjøs, er dette kravene som ble høyest prioritert.

Bærekraftighet og miljøvennlighet var også egenskaper som måtte prioriteres høyt.

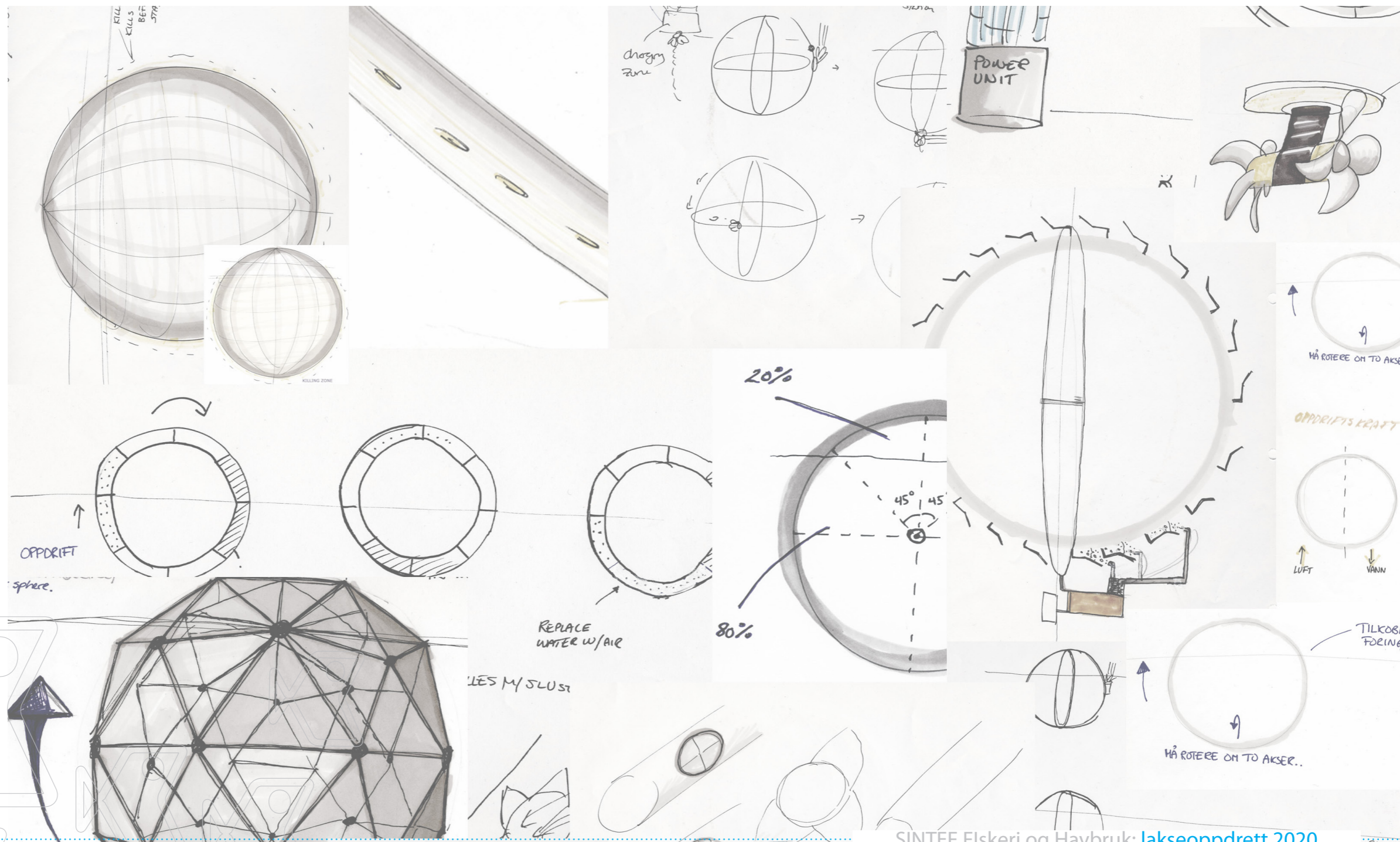
Det at metoden for å fjerne groe ikke ødelegger nota, ikke forstyrrer fisken og bruker lite energi, er også viktig, men kommer lengre ned på prioriteringsskalaen.

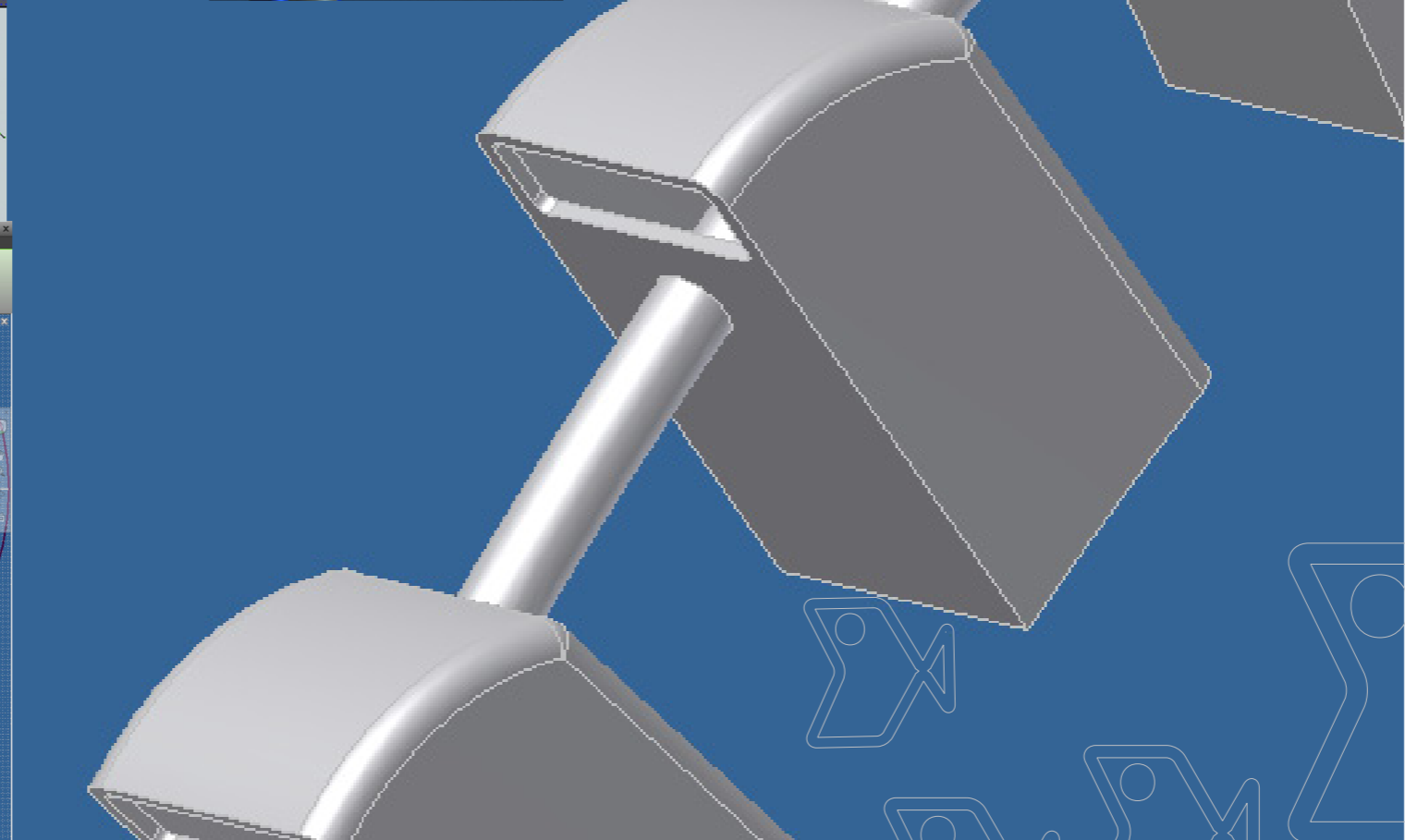
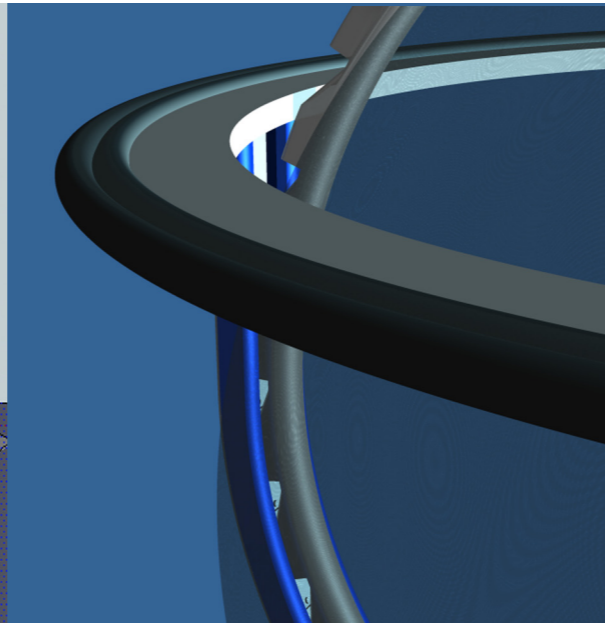
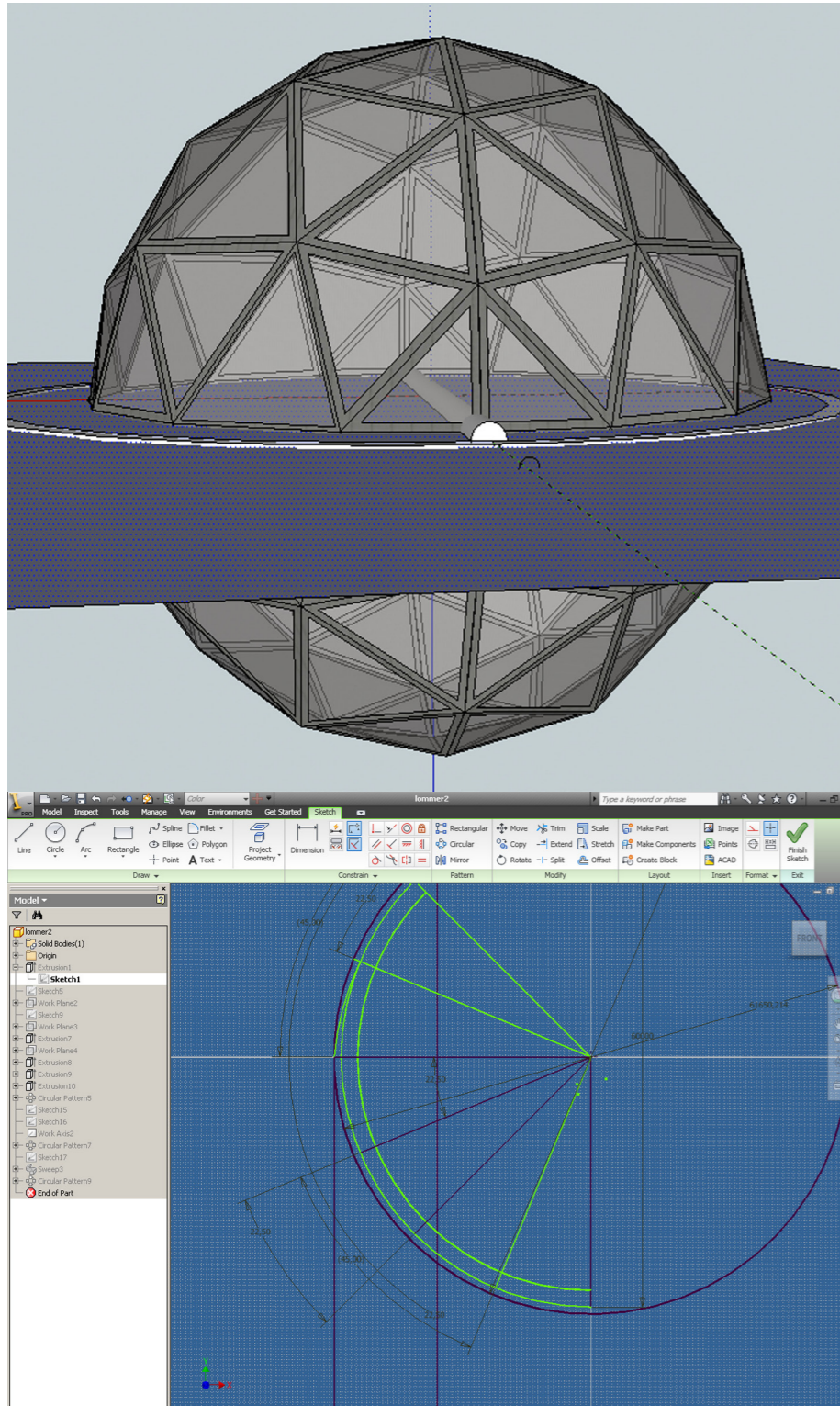


# IDÉUTVIKLING

## SKISSING OG RESEARCH

I starten av idègenereringen ble det brukt skissing som verktøy. Skissene ble utviklet parallelt med research og samling av informasjon.





### 3D TEGNING

Etterhvert ble det også benyttet 3D-tegninger som verktøy. Ved å bruke 3D-tegninger er det lettere å få et inntrykk av avstander, geometri og hvordan elementene passer sammen.



# KONSEPTUTVIKLING

## 3 HOVEDKONSEPTER

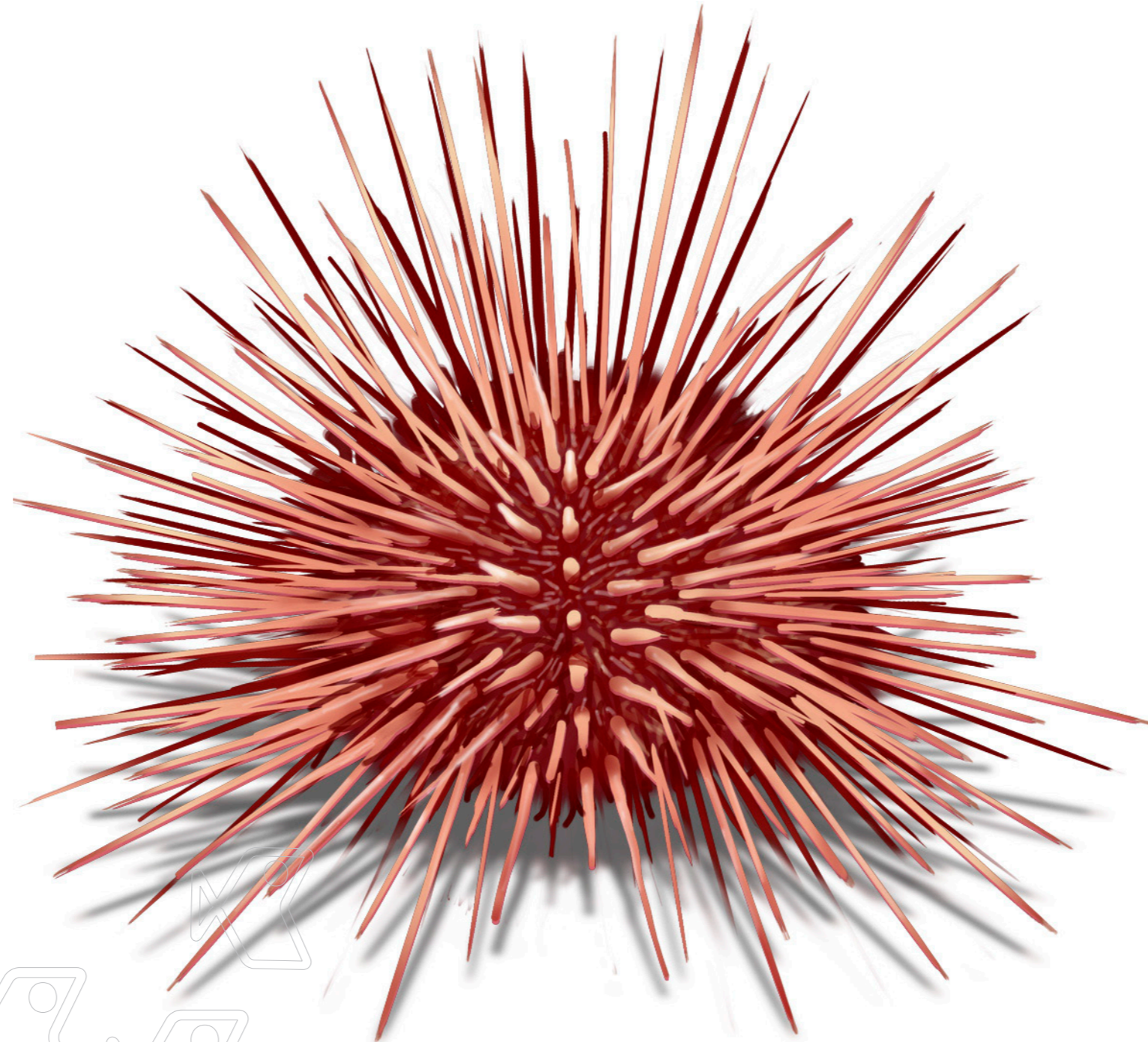
Under den individuelle delen av prosjektet, ble det utviklet tre konsepter, der et skulle velges for videre bruk.

De tre konseptene var ekstremt ulike, ettersom de var tre helt forskjellige måter å fjerne alger på. Det var derfor nødvendig å velge et hovedkonsept og så utvikle delkonsept før endelig detaljeringsfase. Her presenteres de tre hovedkonseptene.

KONSEPT 1: KRÅKEBOLLER  
KONSEPT 2: UV BELYSNING  
KONSEPT 3: TØRKING

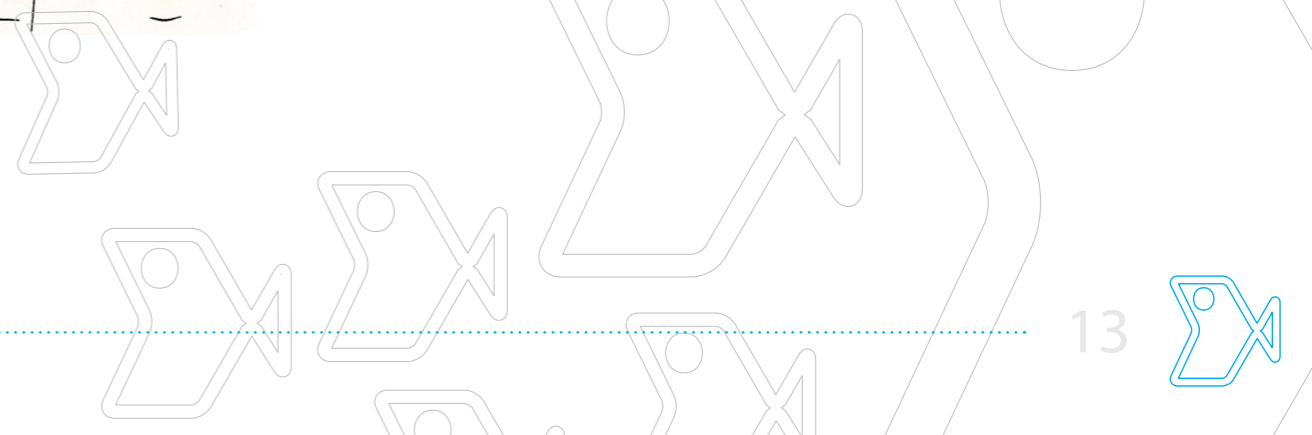
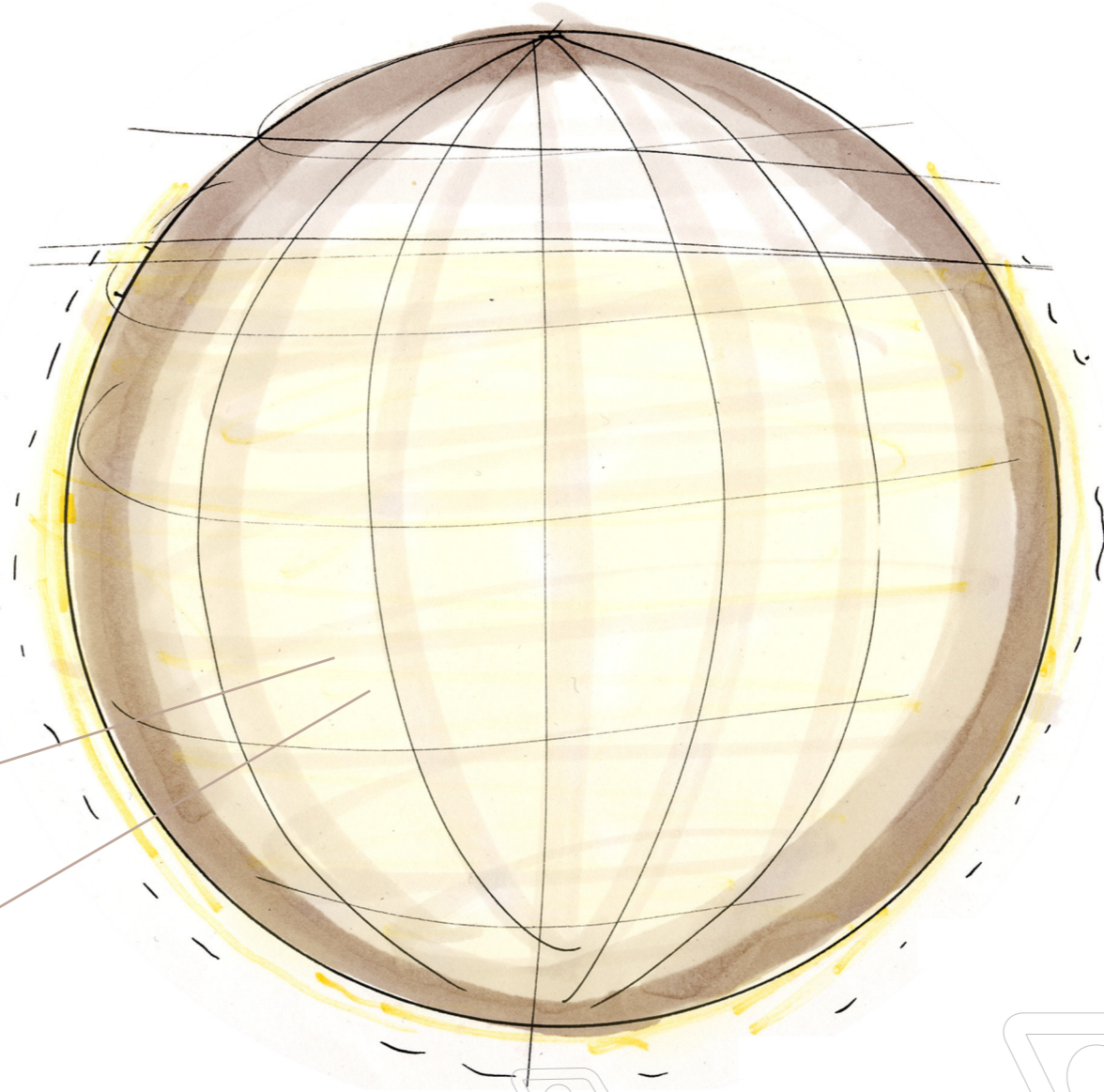
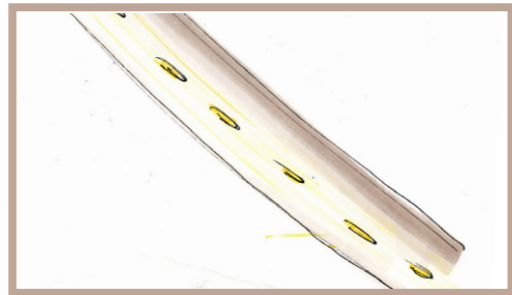
### KONSEPT 1: KRÅKEBOLLER

Kråkebollen er algenes naturlige fiende, og beiter på algene. Å fjerne alger med kråkeboller er en biologisk bekjempelsesmetode, og man kan benytte seg av et vist antall kråkeboller som hele tiden beiter på merden.



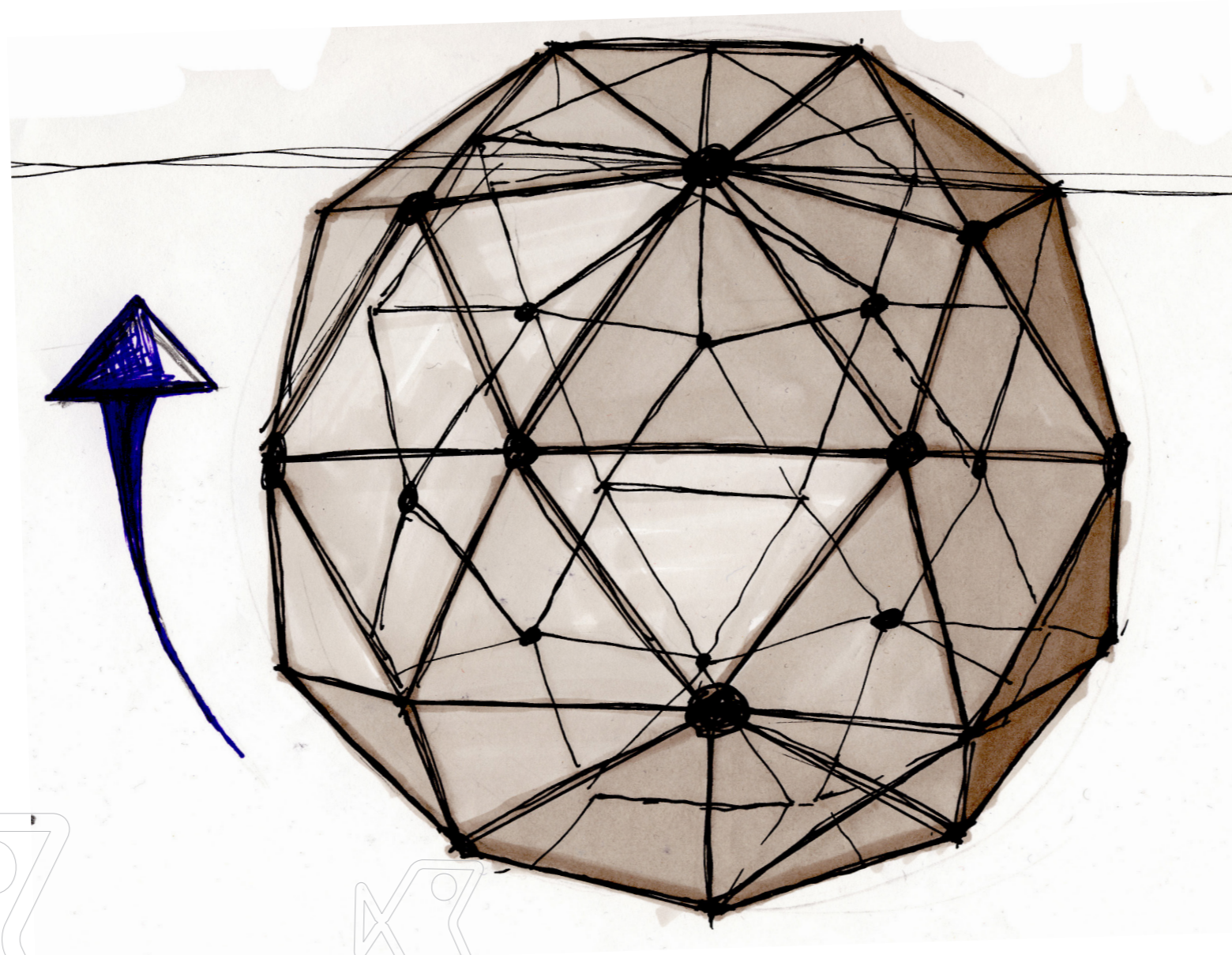
## KONSEPT 2: UV LYS

UV-Lys blir brukt i akvarium som en metode å fjerne alger på. UV-lyset ødelegger dna strukturen til algene, og de vil bli drept. Med UV-lys integrert i merdestrukturen, vil utsiden av merden bli belyst og algene vil derfor bli drept før de har anledning til å feste seg.



### KONSEPT 3: ROTASJON AV MÆREN

Hvis mæren kan rotere, gjør dette at overflaten der algene fester seg eksponeres for luft. Algene kan ikke leve i luft og dør da av oksygenet. Fordelen med dette konseptet er at lufta ikke bare vil drepe algene, men også andre arter som fester seg på mæra sånn som blåskjell, hydroider og kalkkrur. Rotasjonen kan brukes som forebygging mot groing dersom den roterer kontinuerlig i lavt tempo, eller man kan rotere en sjelden gang og fjerne groing som allerede har festet seg.



### VURDERING AV KONSEPTER

#### KONSEPT 1

Det positive med dette konseptet, var at man benytter seg av økosystemet i sjøen. Man får dermed ingen giftige utslippstoffer, og en naturlig fjerning av algene. Man trenger heller ikke strøm eller mye energi for å fjerne alger på denne måten.

Etter å ha snakket med en marinbiolog, ble det oppdaget at dette er en metode som vanskelig vil kunne fungere. Det ble funnet ut at det måtte et stort antall kråkeboller til for å fjerne algene effektivt, og at dette ville påvirke gjennomstrømningen. Man har heller ingen garanti for at kråkebollene vil beite over hele merden eller at de ikke faller av. Dette konseptet ble valgt bort.

#### KONSEPT 2

Det ble brukt en del tid på å undersøke mulighetene med UV-lys. Det ble funnet ut at alger kan bli fjernet på denne måten, men kun før det har festet seg. Hvis man har et element som allerede er begrodd med alger, vil ikke UV-lys fungere. Det ble oppdaget at UV-lys faktisk kan gjøre fisken solbrent, og dette ble for risikabelt. Konsept 2 ble utelukket.

#### KONSEPT 3

Ettersom lufttørring benyttes idag for å fjerne alger, vet man at dette er en metode som fungerer. Det er også miljøvennlig, ettersom man kun benytter seg av luft. Konsept 1 ble utviklet videre.

# JOBGING MED KONSEPT 3

Etter å ha funnet ut at jeg ville jobbe med konsept 3, ble det undersøkt hvilke metoder man kunne benytte seg av for å rotere merden.

## ROTASJON OM EN ELLER TO AKSER?

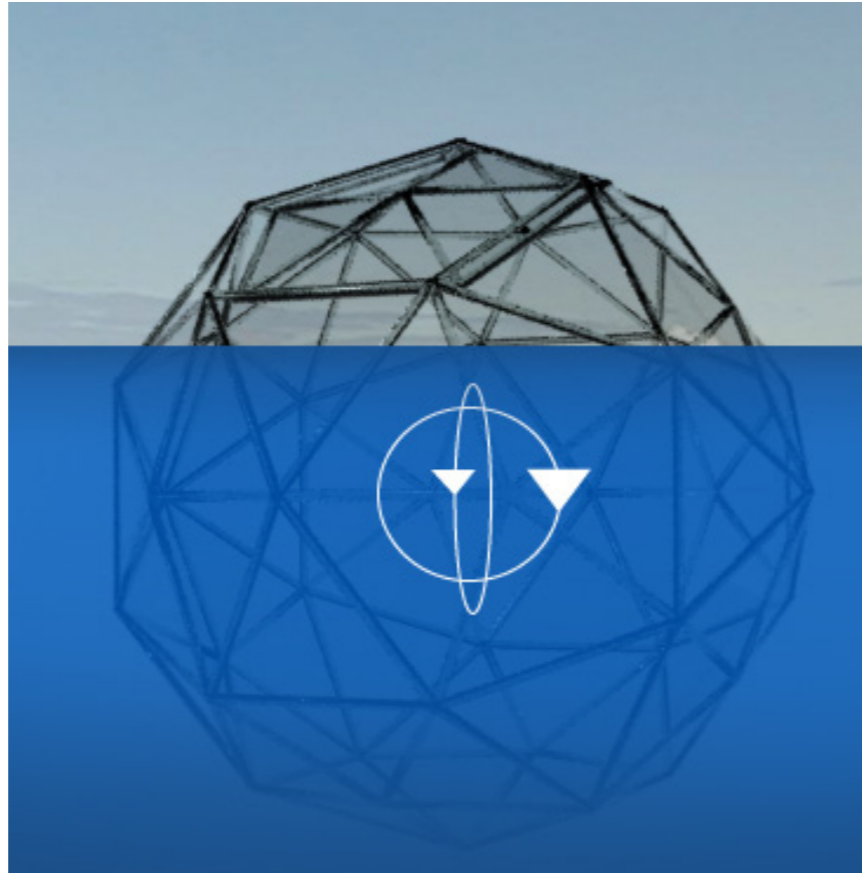
Under gruppearbeidet ble det bestemt at kulemerden kunne ha to operasjonelle stillinger, og det var dermed to mulige måter å rotere kula på, enten i normal posisjon eller i operasjonell posisjon. I normalposisjon måtte jeg ta hensyn til at merden måtte roteres om to akser for å eksponere all overflaten av merden for luft. Ved rotasjon i operasjonell posisjon, heves kula opp slik at halvparten av mæren er over vann, deretter er det kun nødvendig å rotere om en akse.

## EKSPONERING AV LUFT

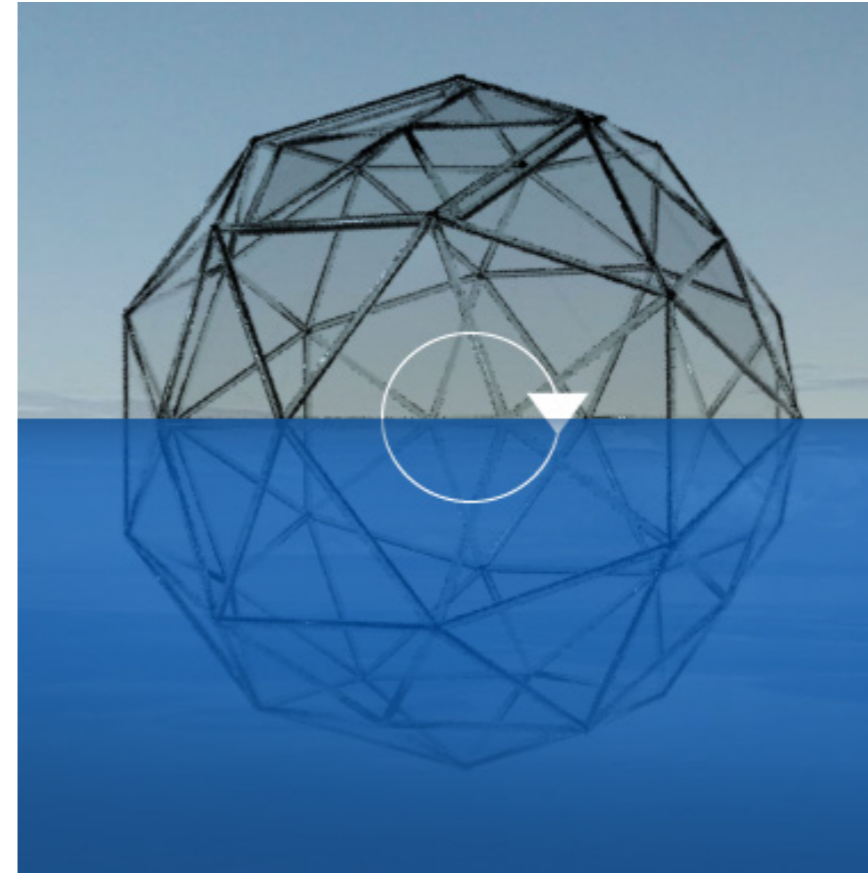
Det ble funnet ut at algene trenger å bli eksponert for luft i 48 timer for å kunne dø ut. Rotasjonen måtte dermed tilpasses slik at all overflaten av mæra ville bli eksponert for luft i 48 timer.

## 2 KONSEPTER

Konsept 3 ble videreutviklet til to delkonsept. Det ble altså utviklet to delkonsept for uttørking av alger ved rotasjon, der et ble valgt for videre bruk.



FIGUR 1. Normalposisjon: Foring, vedlikehold, fjerning av dødfisk, og daglig drift.



FIGUR 2. Operasjonell posisjon: Slakting og avlusning.



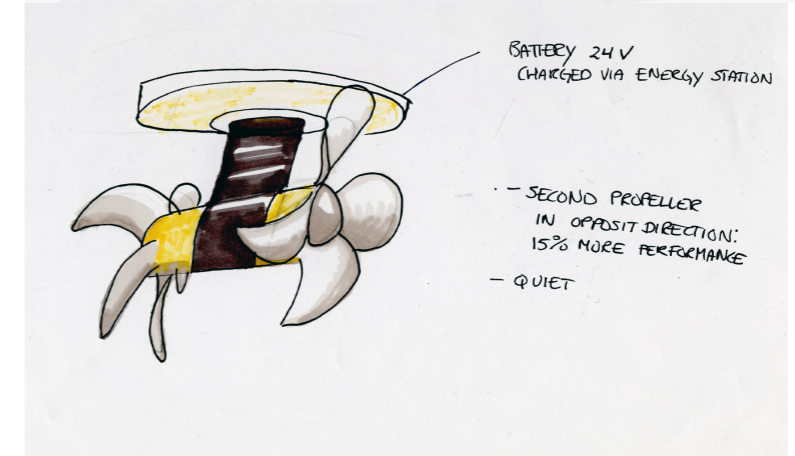
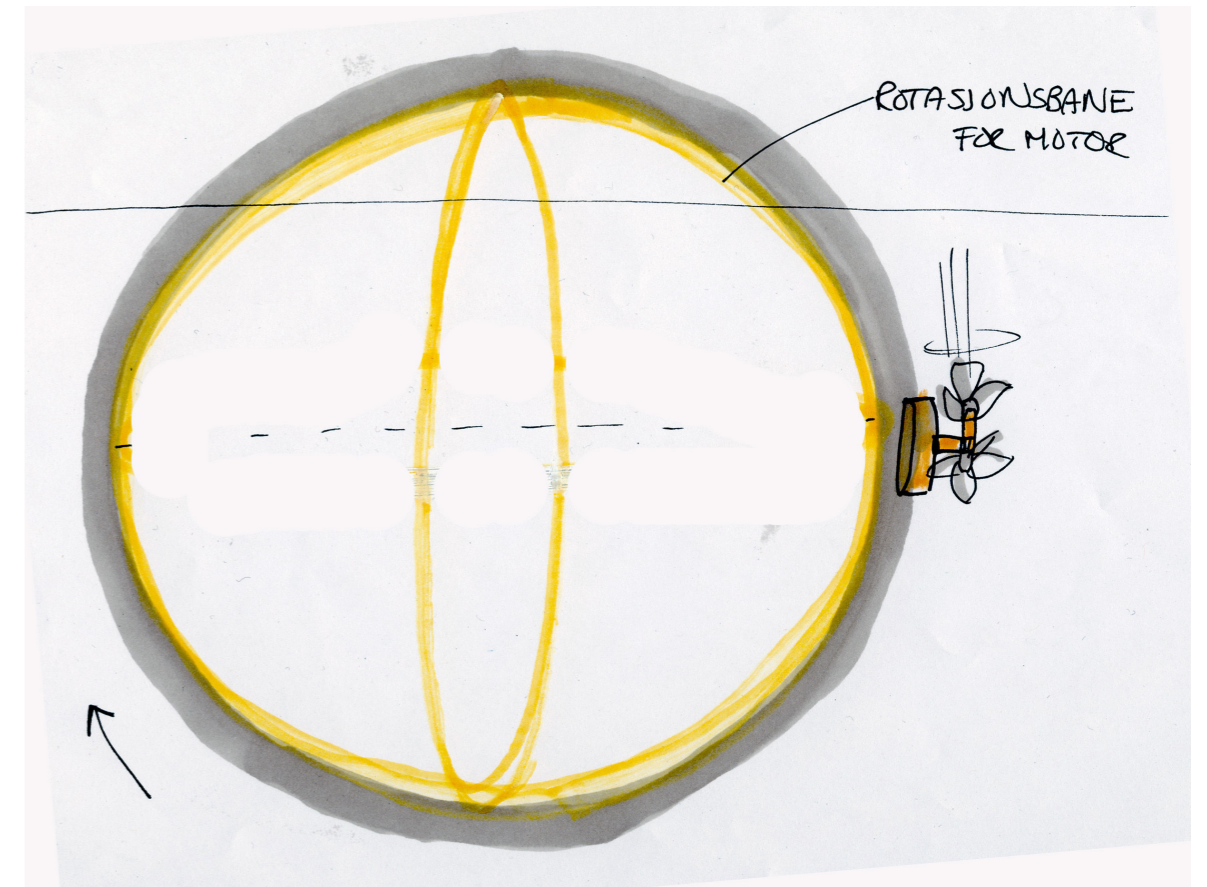
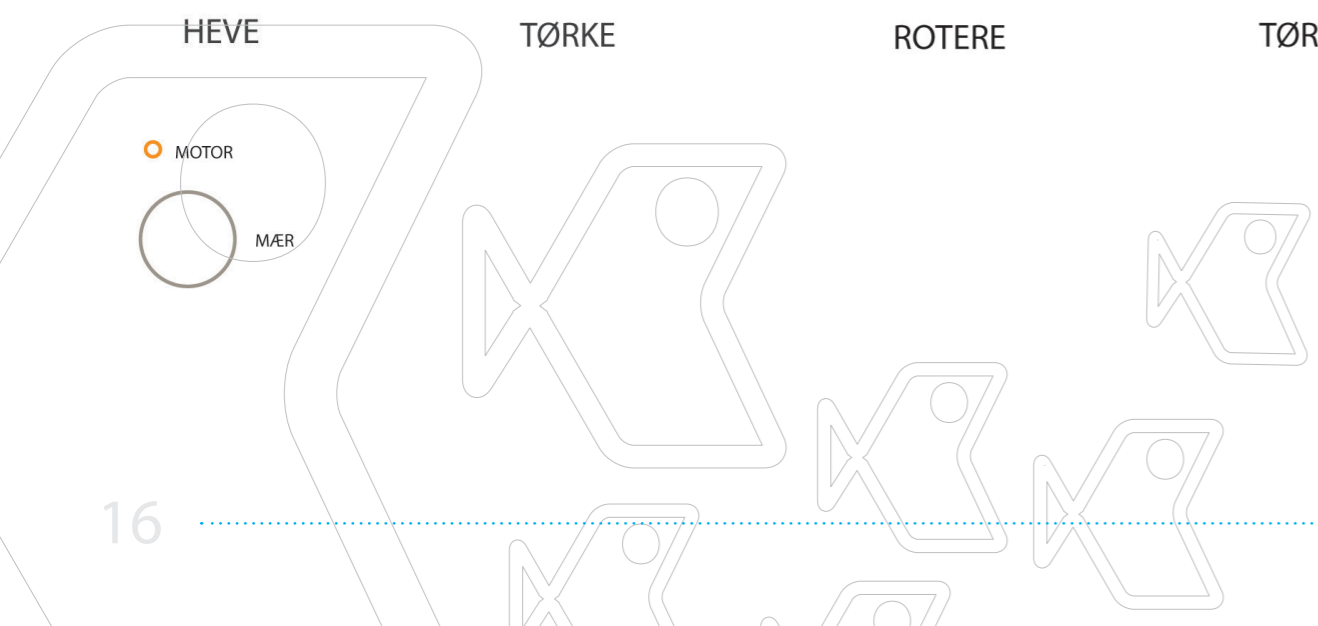
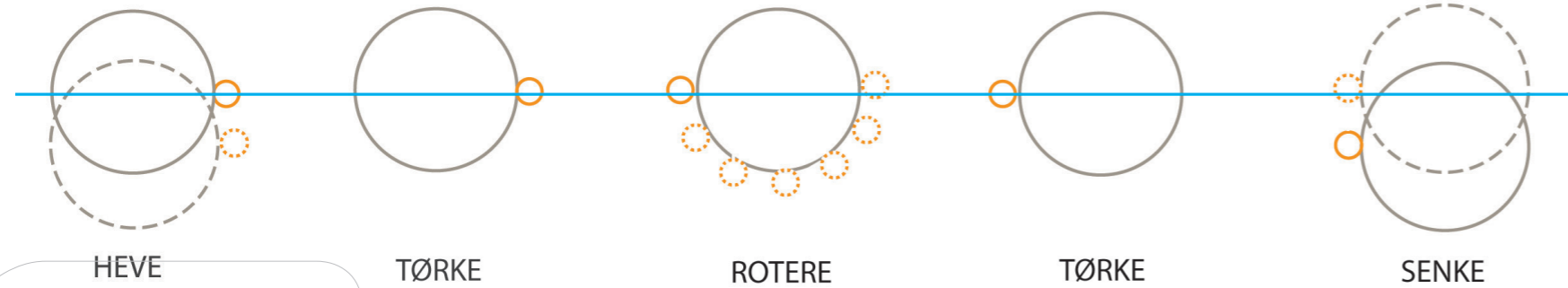
# KONSEPT 3.1: ROTASJON MED MOTOR

Rotasjon med motor kan skje både i normalposisjon og operasjonell posisjon.

Ved rotasjon i operasjonell posisjon, heves merden først. Så tørkes den ene halvdel av kulemerden, før den roteres og blir tørket på andre halvdel. Motoren er festet til samme posisjon på mæren hele tiden. Under tørking lades motoren vha solcellepanel.

Man kan også rotere i merden når den står i normalposisjon, men da må dette skje om to akser. Propellen beveger seg da langs mæra på et skinnesystem og skifter retning.

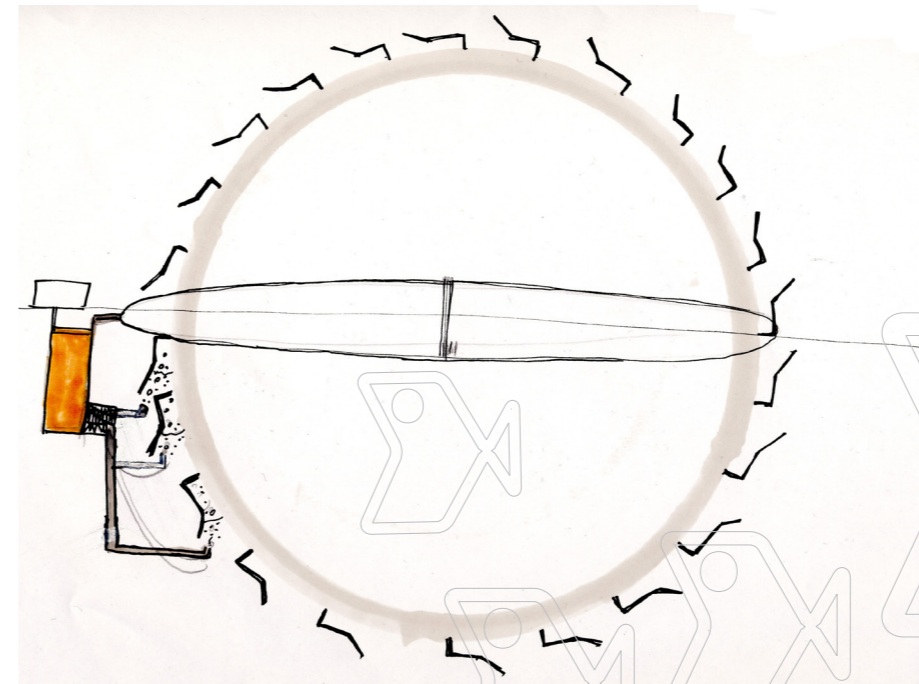
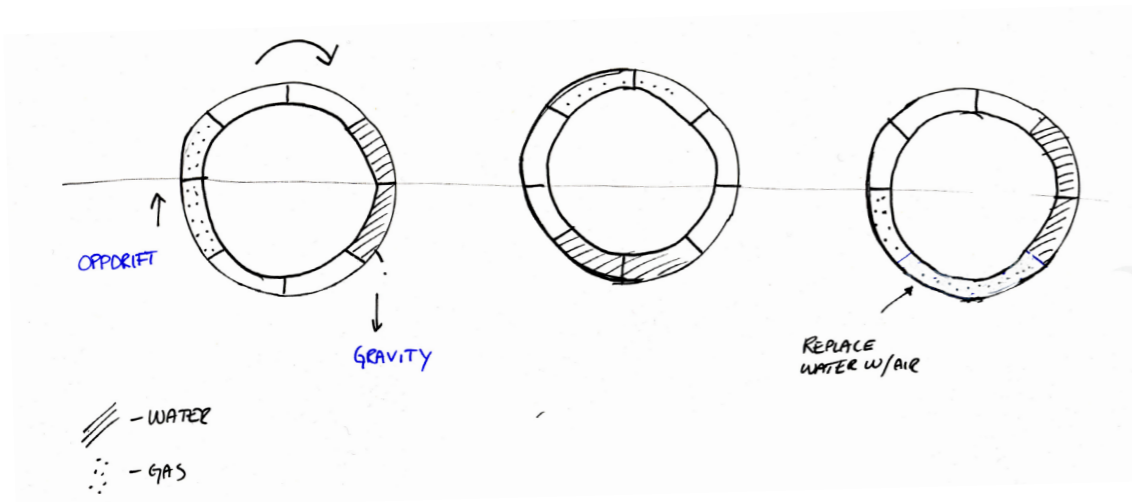
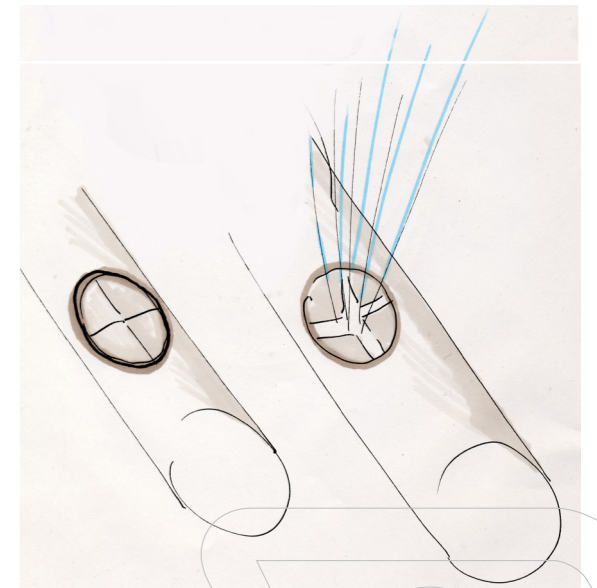
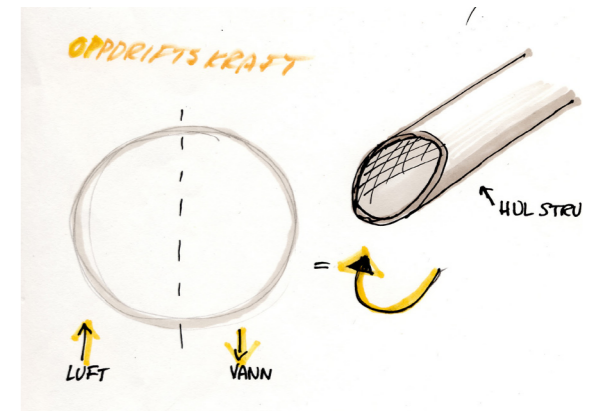
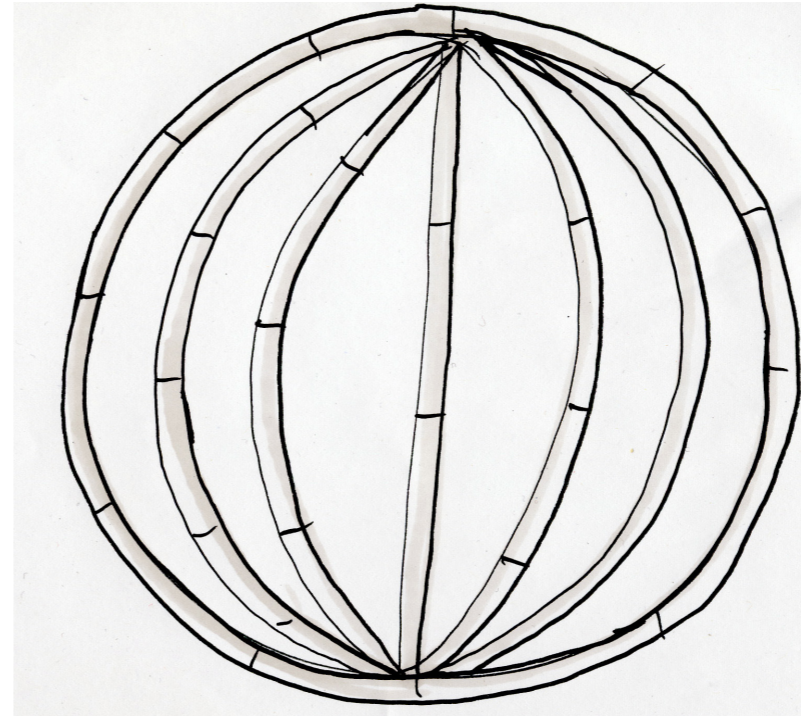
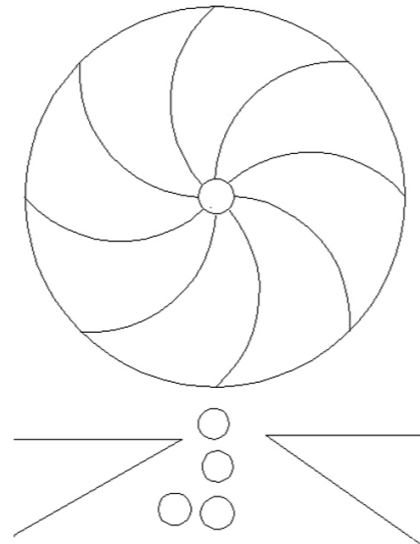
Motoren er utstyrt med to propeller som går i motsatt retning, slik at den blir mer stillegående. Dette er nødvendig for å ikke stresser fisken. Doble motorer vil også kunne gå på mindre strøm, fordi de er mer effektive. Ettersom treghetsmomentet til kula er såpass stort, går motoren på lavt turtall.





# KONSEPT 3.2 ROTASJON VED HJELP AV OPPDRIFTSKRAFT

Prinsippet for rotasjon ved hjelp av oppdrift, er at kammer fylles opp med luft slik at den blir lettere på den ene siden. Fyllingen av luft skjer på samme punkt, og når kammer 1 fylles med luft, heves dette, og kammer 2 blir dermed fylt. På samme måte fylles kammer 3, 4, 5 osv helt til merden har rotert en gang rundt sin egen akse. Hvor fort rotasjonen går, avhenger av hvor ofte kamrene fylles med luft.



# VEKTING AV KONSEPTER

## HVILKET KONSEPT SKULLE VELGES?

Da konseptene var ferdige, ble det gjort en vekting ved hjelp av kravene som ble satt opp tidligere i prosessen. Vektingen kan sees i tabellen til høyre.

Det kom tydelig fram at det var konsept 3.2 som skulle velges, og det ble jobbet videre med dette. Etter en prat med sintef, syntes de også at det var konsept 3.2 som var mest interessant.

KRAV	KONSEPT 1	KONSEPT 2	VEKTING
TÅLER KRAFTIGE VÆRFORHOLD	4	5	9
FJERNER ALLE TYPER GROE	5	5	0
KREVER LITE ENERGI	3	4	3
MILJØVENNLIG	4	5	6
LITEN SKADE PÅ NOTA	4	5	5
AUTOMATISERT	5	5	8
FORSTYRRER IKKE FISKEN	3	4	4
BÆREKRAFTIG	5	5	7
ROBUST	4	4	1
FLEKSIBEL	4	5	2
	196	225	

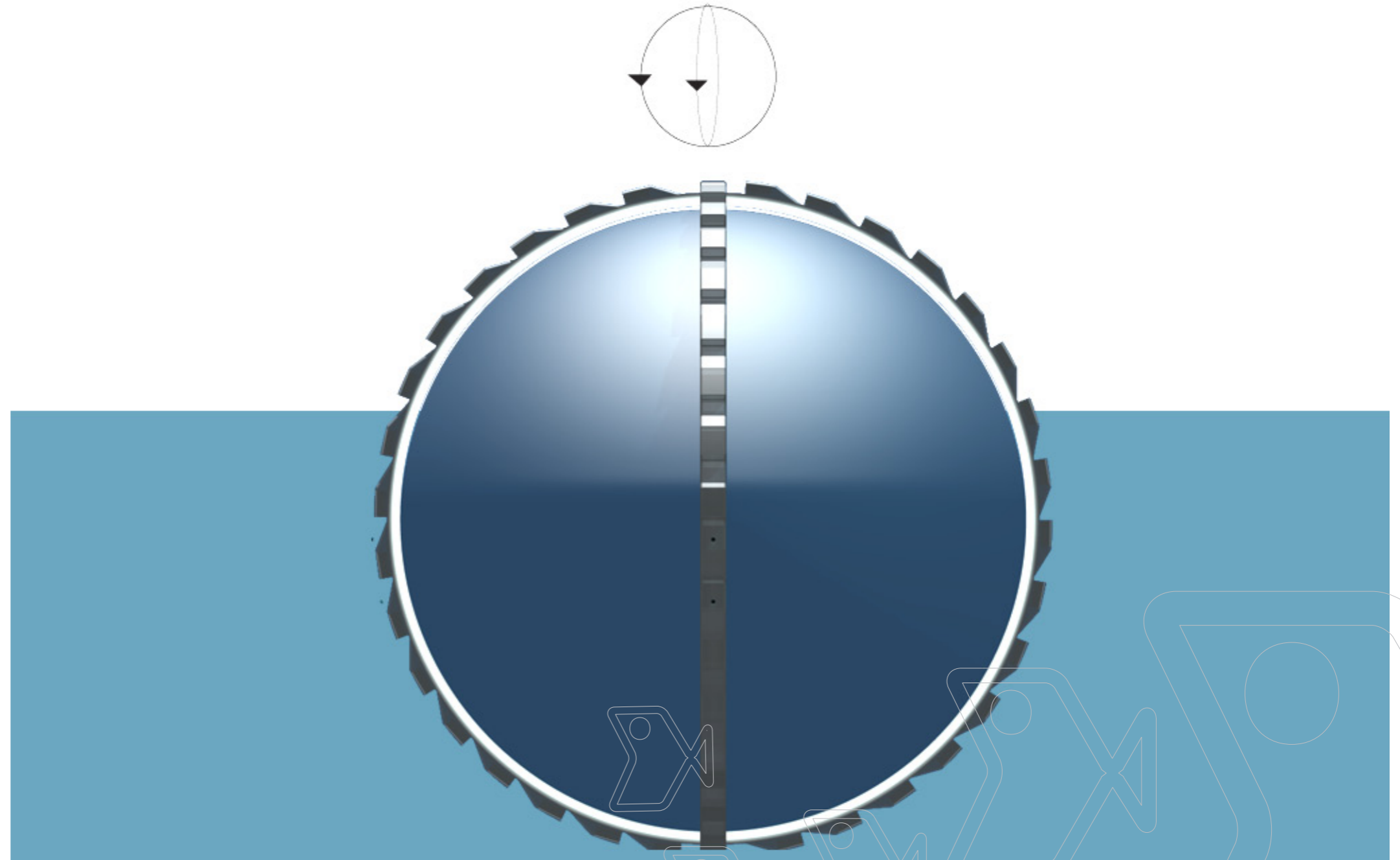
# JOBGING MED KONSEPT 3.2

## ROTERING OM TO AKSER

Det var ønskelig å ha merden i normalposisjon under rotering, slik at man kunne unngå den ekstra operasjonen ved å heve merden før man skal fjerne begroingen. Dette ville kreve ekstra energi og dessuten minske vannvolumet inne i mæra betraktelig, slik at fisken ville få alt for lite plass. Det ble nødvendig å ha luftlommer langs to akser på kula, slik at merden kan rotere om begge aksene.

## VOLUM PÅ KAMMER

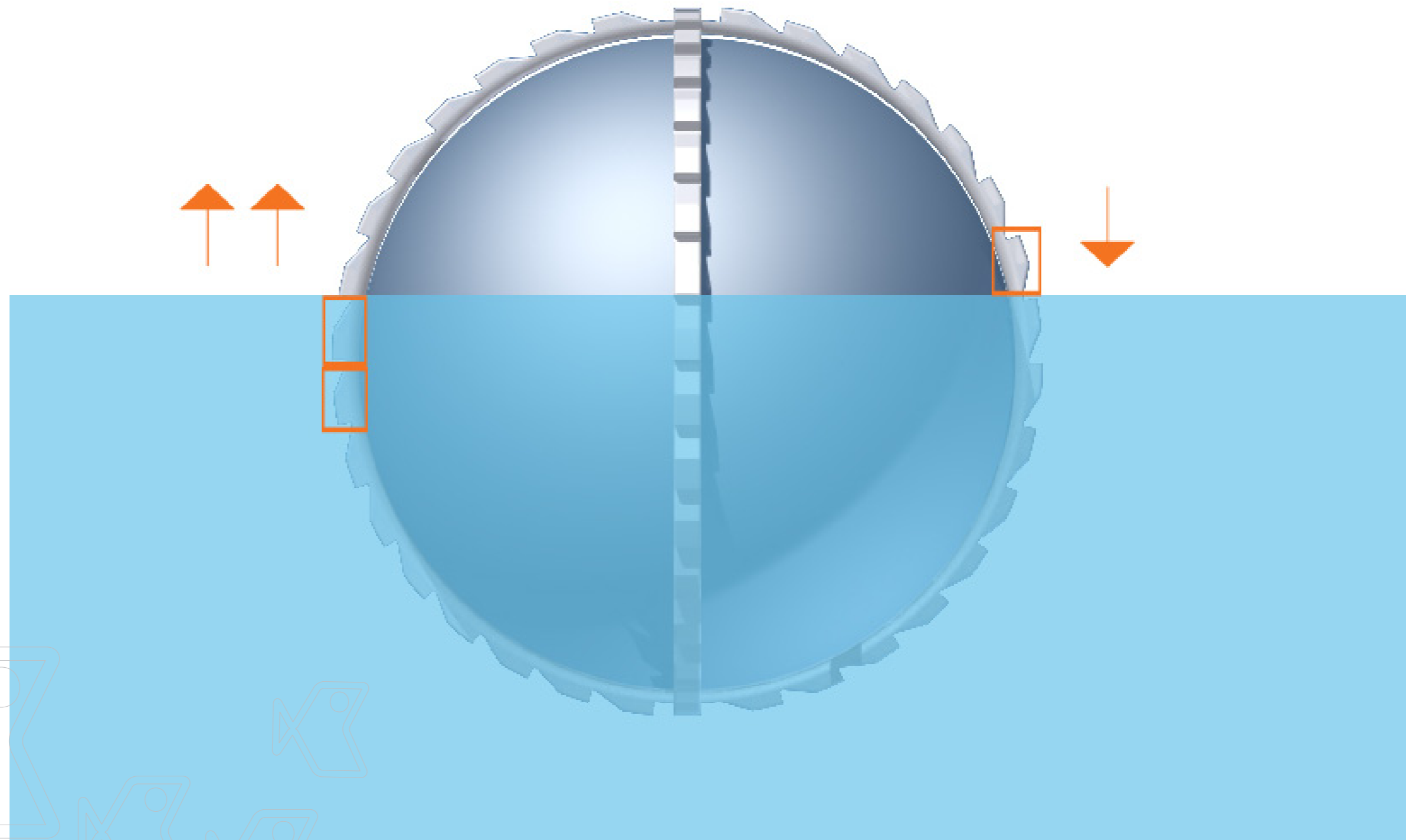
Det ble tatt kontakt med en fysiker, og utifra kulas egenvekt, ble det beregnet at et volum på ca 12 kubikmeter ville heve et kammer 4 meter. Dette tilsvarer en rotasjon på ca 11 grader. Det var dermed nødvendig med 34 kammer med et volum på 12 kubikmeter langs hver akse på mæra.



## FYLLING AV TO KAMMER OM GANGEN

Når et kammer på ene siden fylles med luft og heves, vil et kammer på andre siden bli presset ned i vannet. Oppdriftskraften fra et kammer som blir fylt med luft, er like stor som kraften som må presse et tilsvarende kammer ned i vannet på andre siden.

Det ble derfor nødvendig å fylle to kammer med luft samtidig, for at det skulle være mulig å rotere merden.

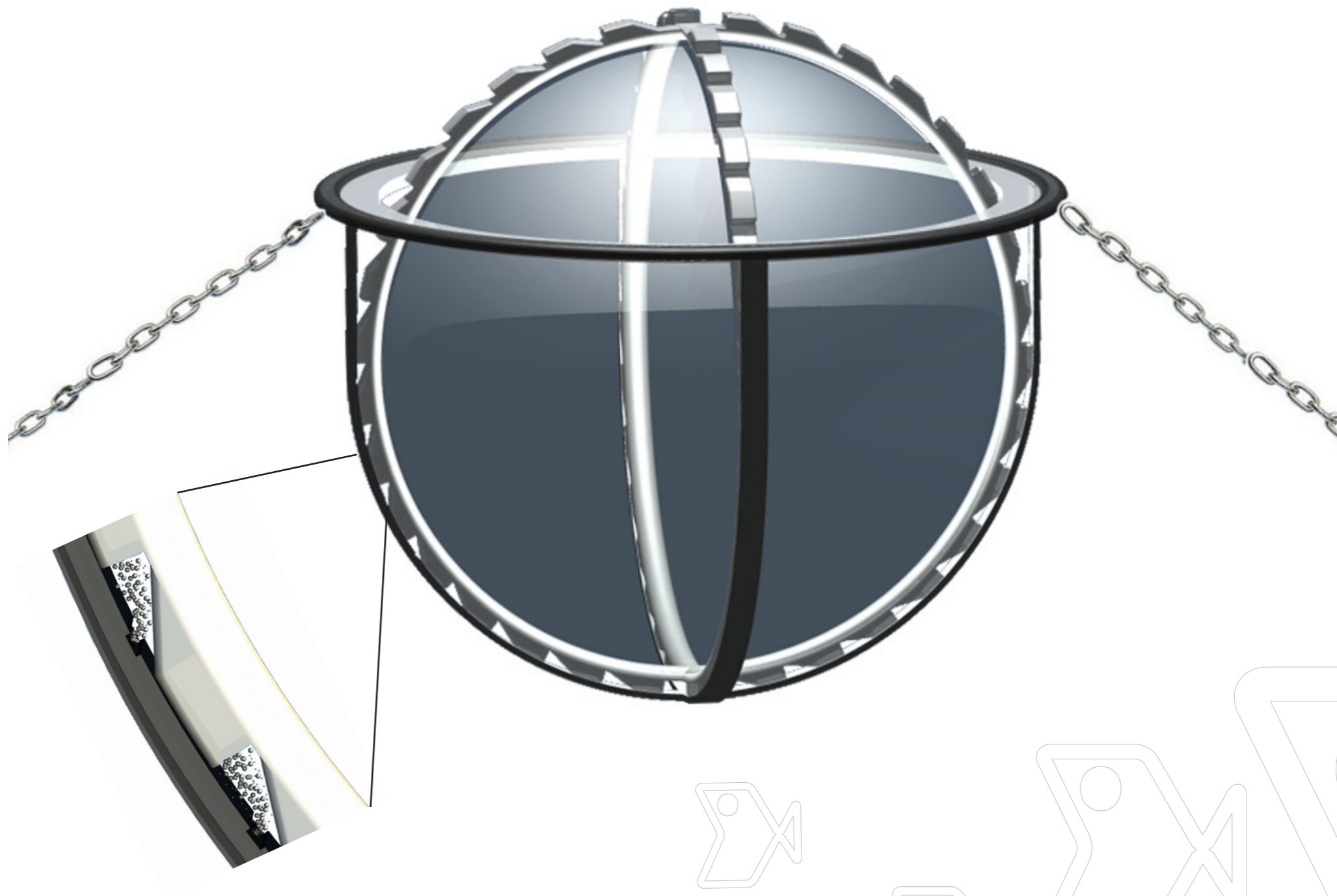


## RAMMESTRUKTUR

For å få til ønsket rotasjon, ble det nødvendig å ha en struktur som merden kunne rotere i.

Løsningen ble å ha en eggeglassformet struktur, men justerbar diameter på plattformen. Lufta blåses ut av rammen og fyller opp kamrene. Forankringen til havbunnen skjer også igjennom denne rammen, slik at ingen krefter går igjennom selve merden.

Ettersom merden skal ligge langt til havs, der det er kraftig vind og store bølger, er det en fordel at den er ankret opp på denne måten. Hvis det blir belastninger på forankringen under storm, vil alltid rammeverket ta støytene og ikke mæren.



## OPPBLÅSBARE SKINNER

Mærden må ha samme posisjon under roteringen, slik at lufta som blåses ut av rammen skal treffe luftkamrene. Mæra må låses i en posisjon når den skal rotere om den første aksene, og i en annen posisjon når den skal rotere om den andre aksene. Siden man benytter seg av luft til å rotere, kunne det være mulig å kunne bruke luft til å regulere en slik lukkemekanisme? Ved å bruke luft også til å låse mæren, trenger man ikke å tilføye en ekstra mekanisk operasjon for å gjøre denne oppgaven.

Det ble vurdert flere låsemekanismer som tar i bruk lufttrykk, men ingen av disse fungerte på mitt konsept. Det var vanskelig å finne en mekanisme som kunne låses og åpnes i forskjellige retninger.

Løsningen på problemet ble oppblåsbare skinner av fleksibel plast. (blått område i figur) Skinnene er festet på innsiden av rammestrukturen, og ligger på hver side av kamrene. Disse kan fylles og tømmes med luft, og fungerer som spor for kamrene når mæra roteres.

Luft blåses inn i skinnene gjennom en ventil. Når de tømmes vil ventilen åpnes og lufta slippes ut. Pga vanntrykket rundt vil da skinnene bli helt flate. Prinsippet blir noe av det samme som å fylle og tømme en ballong med luft under vann.

Det at disse kamrene blir fylt og tømt med luft, påvirker ikke systemets posisjon i vannet, ettersom rammen er forankret i havbunnen. Det at skinnene er luftfylte, gjør at de gir litt etter ved kontakt, og dette vil minske slitasje på mæra.

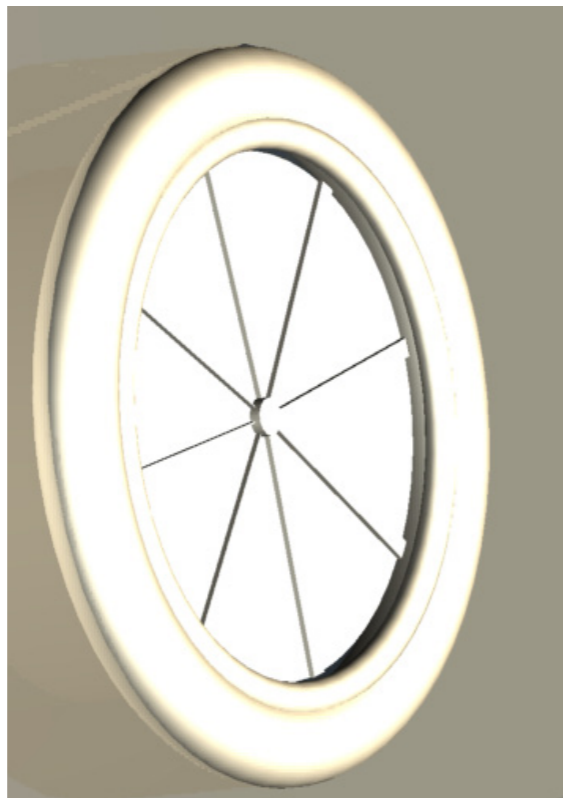
Til vanlig er skinnene fylt, slik at kula har samme posisjon hele tiden. Når man skal rotere merden, tømmes først skinnene 5, 6, 7 og 8 for luft og merden roteres langs spor 1. Når man skal rotere om spor 2 fylles kammer 5, 6, 7 og 8 igjen, og skinnene 1, 2, 3 og 4 tømmes for luft.



# DETALJERING

## VENTILER

Skinnene er utstyrt med ventiler, der lufta pumpes inn helt til trykket er høyt nok. En trykksensor er koblet til kompressoren som kontrollerer trykket under innblåsning. Når lufta i skinnene skal tømmes, åpnes ventilen.

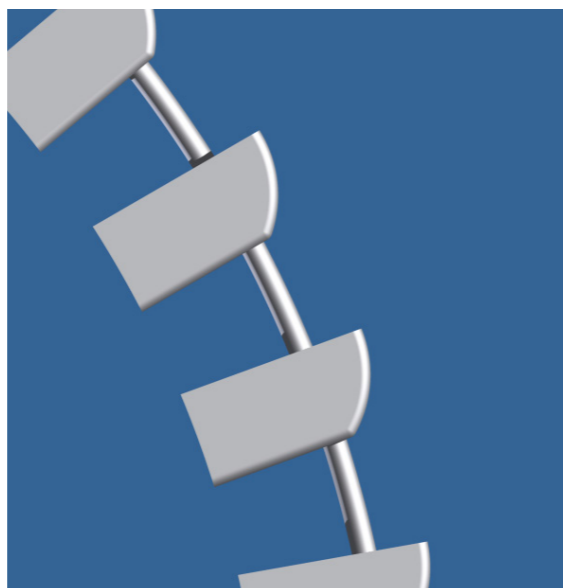


## VANNLÅS / SLUSE

Der lufta pumpes ut av rammestrukturen, trengs det en åpningsmekanisme der luft kan strømme fritt ene retningen, men der vannet ikke kan strømme inn motsatt vei. Bevegelige klaffer er låst den ene veien, men vipper utover når høytrykksluft blåses ut.

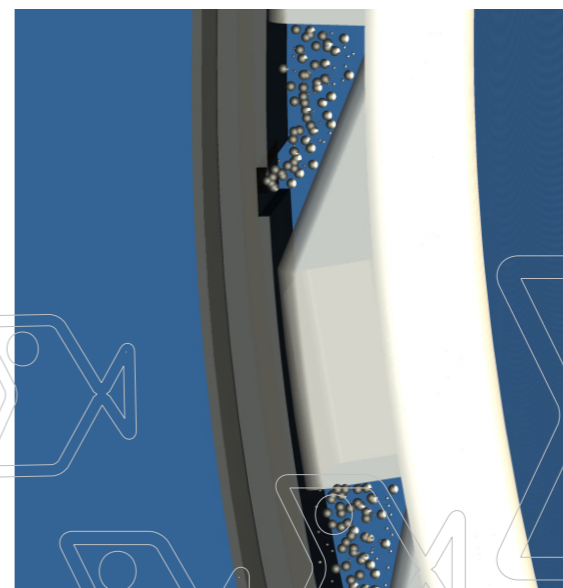
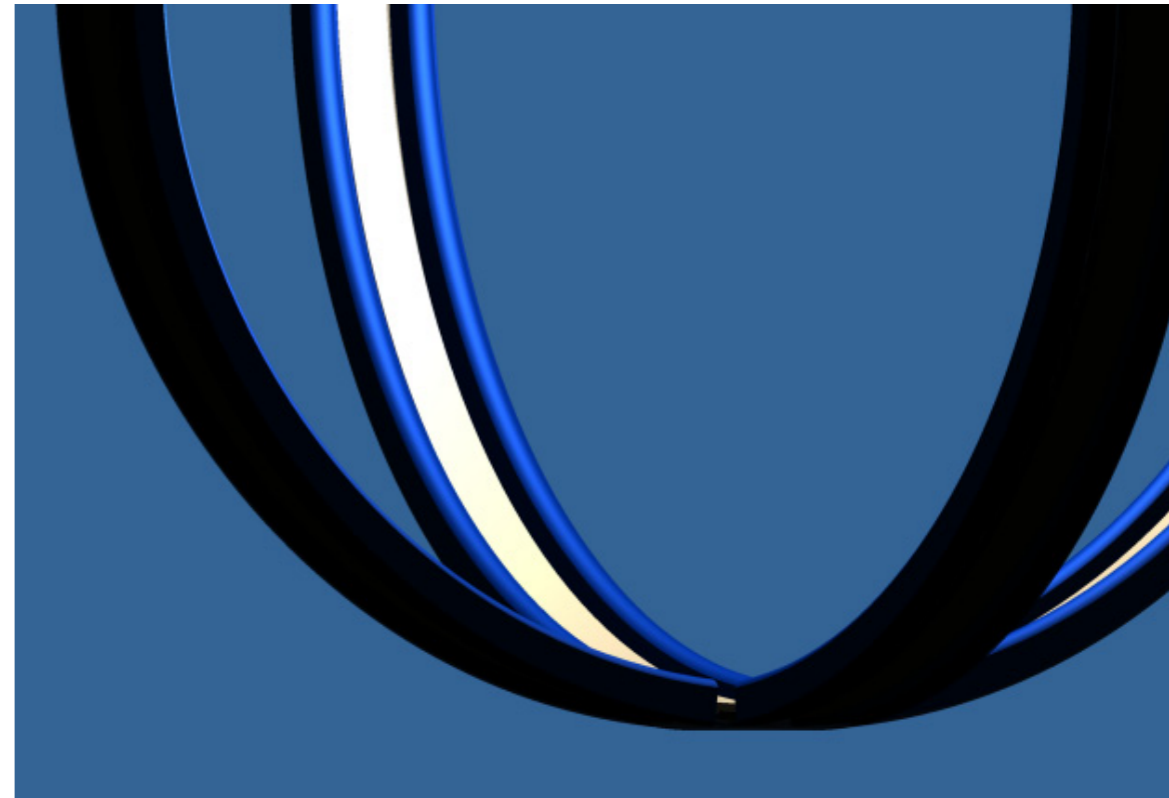
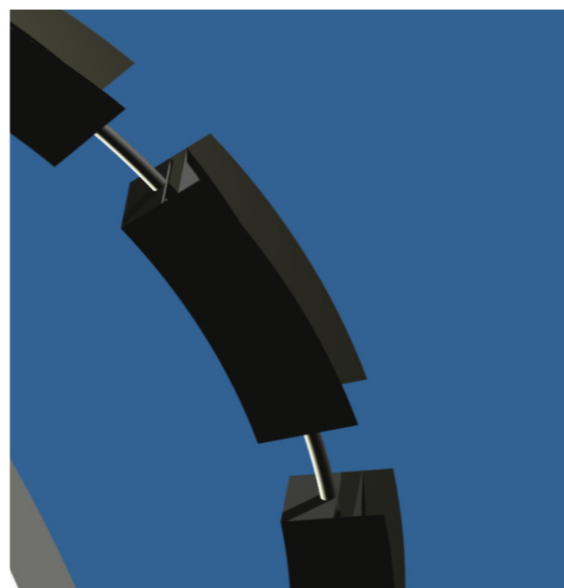
## LUFTKAMRENE

Kamrene utviklet seg fra enkle funksjonelle kamre, til en mer integrert form som gikk i ett med mæstruktur. De fikk også avrundede hjørner, slik at ingen skarpe kanter kunne skade skinnene.



## SKINNER

Det var opprinnelig tenkt at de luftfylte skinnene skulle være nesten helt inntil mæren. På grunn av at det kan bli friksjon mellom delene under rotasjonen, ble det valgt å øke bredden mellom skinnene til 5 meter, slik at det blir et slingringsmonn på en meter på hver side av luftlommene. Oppdriftskraften utkonkurrerer nok uansett friksjonskreftene, slik at rotasjon kan skje. Allikvel vil et slingringsmonn på hver side av hulrommene være med å lette rotasjonen. Ettersom skinnene er luftfylte, vil mæren sprette litt tilbake ved kontakt. Mæren beveger seg/spretter fritt innenfor dette området når det blir sterke strømninger i sjøen. Avstanden er tilpasset slik at lufta som blåses ut rammen, alltid treffer kamrene, uavhengig av hvordan mæra ligger i



## TIDSSTYRING

Luften blåses ned i strukturen ved hjelp av en kompressor. På det dypeste blåses lufta ned til 38 meter, så det kreves en kompressor som kan pumpe 3, 8 bar.

Kompressoren er koblet til en programmeringsenhet som styrer utblåsningen av luft til både skinnene og mæra.

og denne programmeringsenheten kontrollerer både frekvensen på lufta som blåses inn i kamrene og når lufta skal fylles inn i de oppblåsbare skinnene.

Lufta fylles opp i kamrene med et gitt tidsintervall. For å få effektiv fjerning av alger, må som sagt hvert område av mæren være eksponert for luft i 2 dager. Dette tilsvarer at lufta må slippes ut med ca 5 timers mellomrom.

Hvor ofte lufta slippes ut kan varieres. Hvis man f.eks har problemer med kalksteinsrur, som tåler betydelig mer luft enn det alger gjør, kan man velge å blåse ut luft med en lavere frekvens slik at kula roterer saktere. Om sommeren trengs hyppigere algefjerning, og man kan da programmere inn at rotasjonen skal skje oftere.

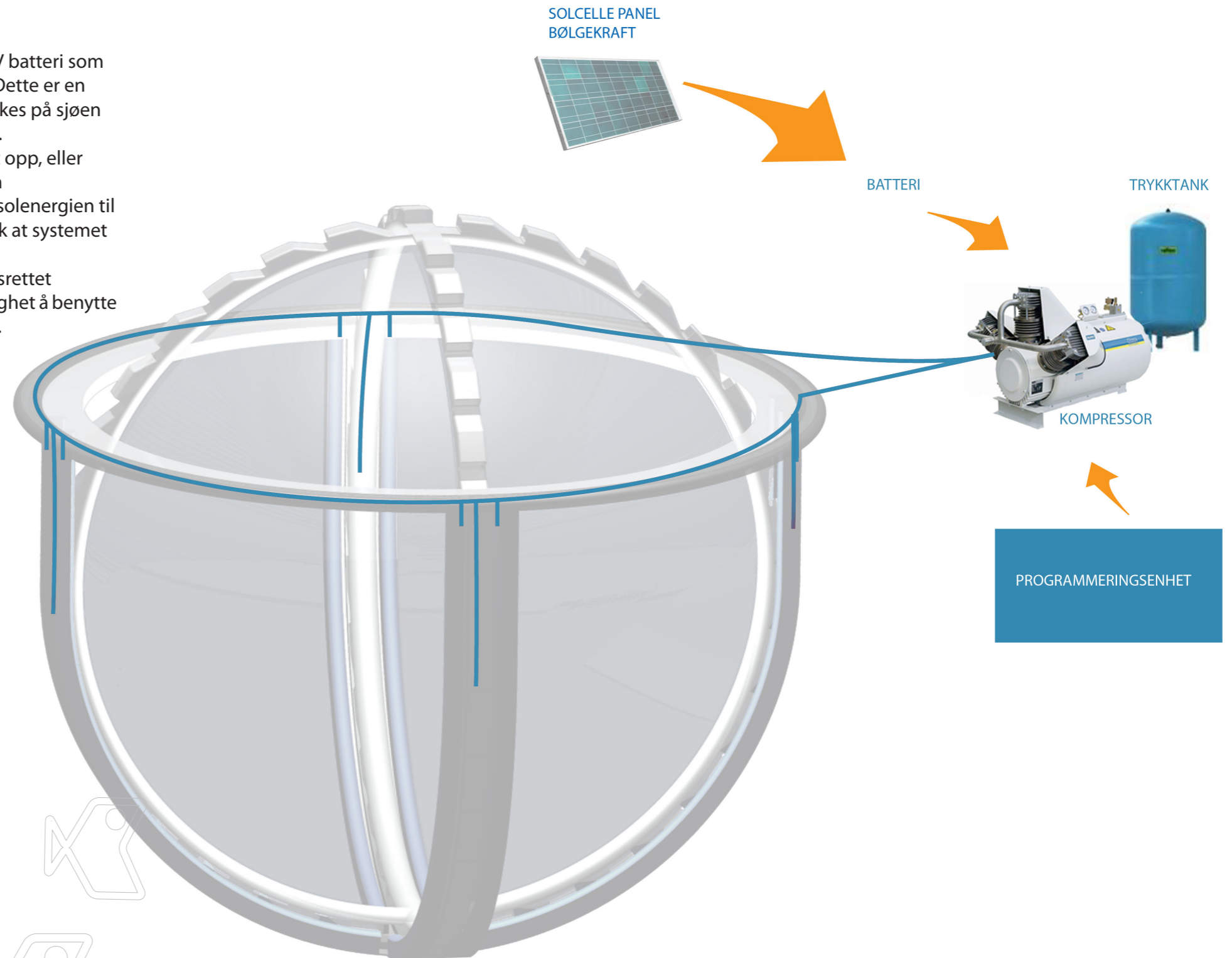
Systemet kan dermed tilpasses forskjellig type groing, og de ulike årstidene. Man kan også velge å la rotasjonen gå kontinuerlig og veldig sakte, slik at man hele tiden bekjemper groing.

## ENERGI

Kompressoren går på et 24 V batteri som lades opp av solcellepanel. Dette er en spenning som helst foretrekkes på sjøen fordi det er mer driftssikkert.

Når det er sol lades batteriet opp, eller dersom batteriet er fullt, kan kompressoren ta i bruk solenergien til å lagre luft i en trykktank, slik at systemet har luft til enhver tid.

Ettersom dette er et fremtidsrettet prosjekt, er det også en mulighet å benytte seg av bølge- eller vindkraft.







## FORBEDRINGSPOTENSIALE OG REFLEKSJON

Rammestrukturen dekker nå ca 10 % av kulearealet under vann, så dette vil kunne påvirke gjennomstrømningen til en viss grad. Ved å gjøre kamrene smalere og heller bredere innover kan dette arealet forminskes. Det er likevel viktig å ha rammen såpass bred og solid nok, til at den kan tåle et miljø med sterk strøm og vind.

Begroing av rammestrukturen kan bli et problem, hvis dette hindrer rotasjonsbevegelsen. Det går an å belegge rammestrukturen med et materiale som gjør at algene fester seg dårligere eller ikke klarer å vokse seg store, som for eksempel teflon eller silikon. Det har blitt gjort forsøk med silikon, og det viser seg at algene fester seg, men at de lett lar seg riste av. Problemet med silikon er at det lett kan sprekke opp.

Grunnen til at jeg ikke har valgt å belegge hele mæren med et slikt materiale, var at jeg hadde lyst til å utvikle en metode for å fjerne 100 % av groingen på merden, og per idag er det inget materiale som har den effekten.

Et materiale som teflon eller silikon kan brukes på rammestrukturen, der det kan vokse litt alger, ettersom den dekker så lite av overflatearealet av merden. På merden er målet å få nota helt algefri, så her benyttes rotasjon slik at alle organismer tørkes ut. For å få optimal gjennomstrømning og fiskehelse er det best å ha en helt ren merd.





## ET BÆREKRAFTIG OG AUTOMATISERT SYSTEM

Resultatet er et automatisert system som kun går på lufttrykk. Det produseres ingen giftige avfallstoffer og det er fleksibelt slik at det kan tilpasses alle typer groing. Ettersom rotasjonsbevegelsen skjer såpass sakte, vil det heller ikke forstyrre fisken. Systemet har likevel et par forbedringspotensialer som må løses i årene som kommer.