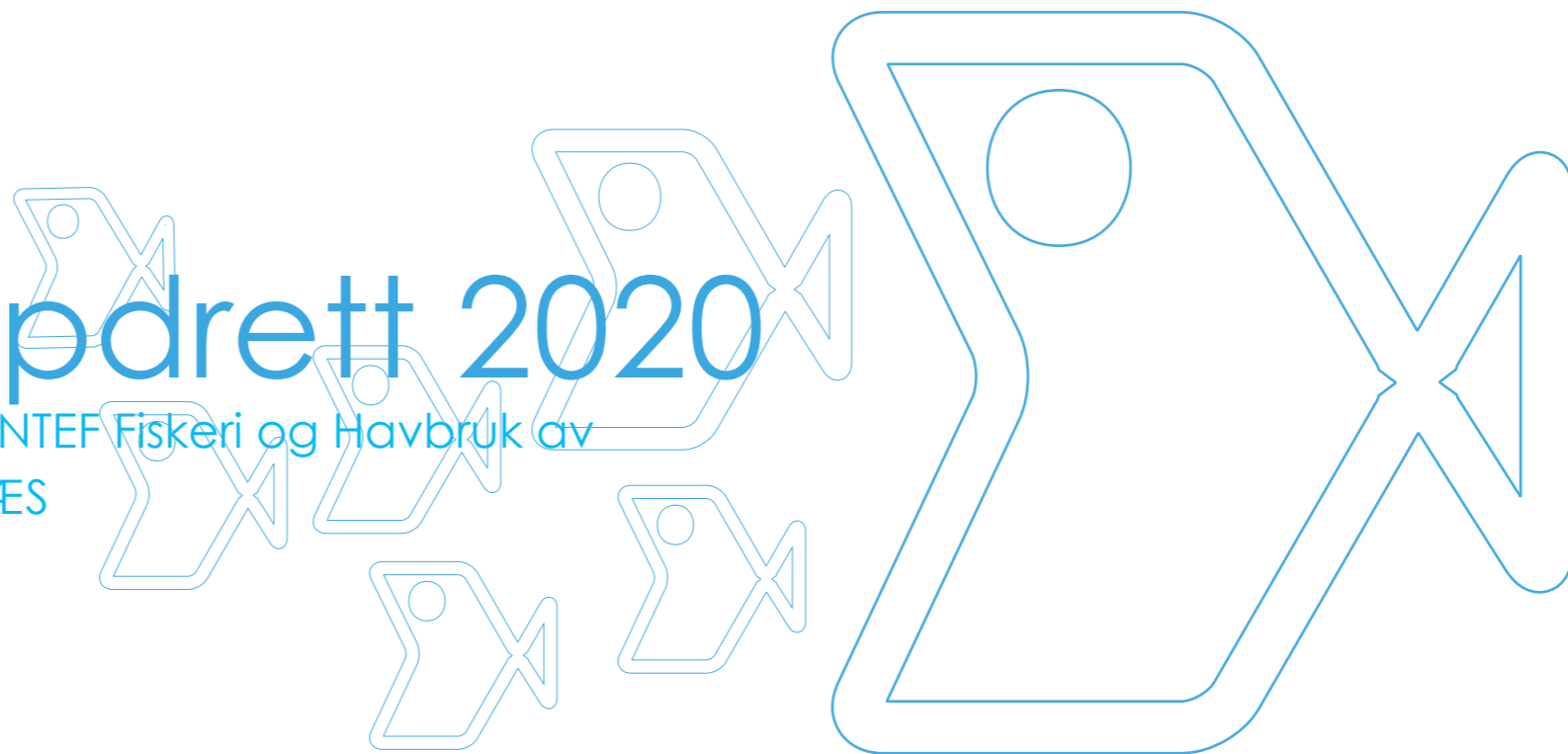


# lakseoppdrett 2020

PD4-prosjekt 2010 for SINTEF Fiskeri og Havbruk av  
LARS HELLAND BJERTNÆS



# FORORD

Denne rapporten tar for seg den individuelle delen av prosjektet i Produktdesign 4 ved Institutt for Produktdesign ved Norges Tekniske og Naturvitenskapelige Universitet (NTNU), våren 2010.

Prosjektet er blitt gjennomført for SINTEF Fiskeri og Havbruk med tema "Fremtidens havbruksnæring", hvor fokuset har blitt lagt på lakseoppdrett og bærekraftig vekst av denne. Selv om lakseoppdrett er en forholdsvis ung næring, nasjonalt og internasjonalt, har denne sett en formidabel vekst de senere år.

Denne veksten, som hovedsakelig består av eksport, krever flere og bedre lokaliteter. Lokalitet er et fagbegrep innenfor lakseoppdrett som beskriver en plasserings egnethet for lakseoppdrett ved flere variabler. Faktorer som strøm, dybde og nærhet til andre anlegg er med på å bestemme hvor mange tonn en lokalitet kan gis i konsesjon, og ettersom fiskeoppdrettsanleggene blir flere og større har presset på de naturlige lokalitetene blitt større. Dette medfører at oppdrettsanleggene søker seg lengre og lengre ut til havs med dertil større utfordringer med hensyn på de klimatiske forhold og påfølgende belastning på produksjonsutstyr og fasiliteter.

Dette ble utgangspunktet for systemet til "SINTEF GRUPPE 2", mens jeg i denne individuelle delen har forsøkt å løse utfordringen med groe innenfor det samme rammeverket.

Dette har vært et lærerikt prosjekt - på flere måter, og jeg vil spesielt takke mine medstudenter i prosjektgruppa for å være skikkelig bra og fine folk!



# INNHOILDSFORTEGNELSE

4	PROSESSEN
5	SYSTEMET
6	PROBLEMDEFENISJON & KRAV
7	BAKRUNN & EKSISTERENDE LØSNINGER
9	IDEGENERERING
10	PRINSIPIELL LØSNING
11	KONSEPT 1
12	KONSEPT 2
13	KONSEPT 3
15	DELEVALUERING AV KONSEPTER
16	KONSEPT A
18	KONSEPT B
20	KONSEPTEVALUERING
21	VIDEREUTVIKLING
22	DETALJERING: KOMPONENTER & MATERIALER
24	DETALJERING: MÅL OG DELELISTE
26	SLUTTPRODUKT

*APPENDIKS LIGGER VEDLAGT*



# PROSESSEN

Fremtidens havbruk! I januar 2010 gjøv vi på problemstillingen. Fra dag én samlet vi oss rundt skissebordet og begynte å drolle helt ut i det fri, samtidig begynte prosessen med å snevre inn oppgaven og forsøke å nærme oss en problemdefenisjon.

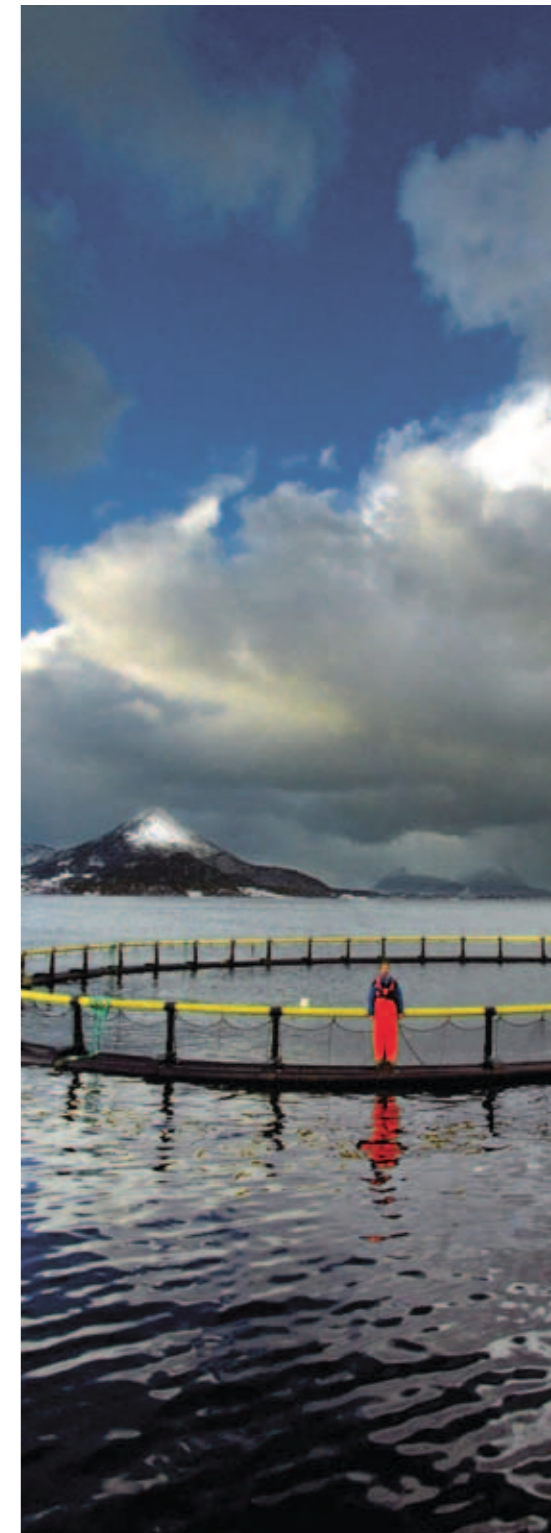
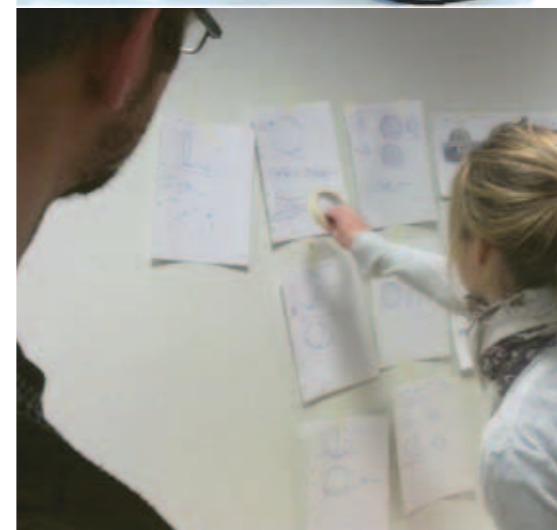
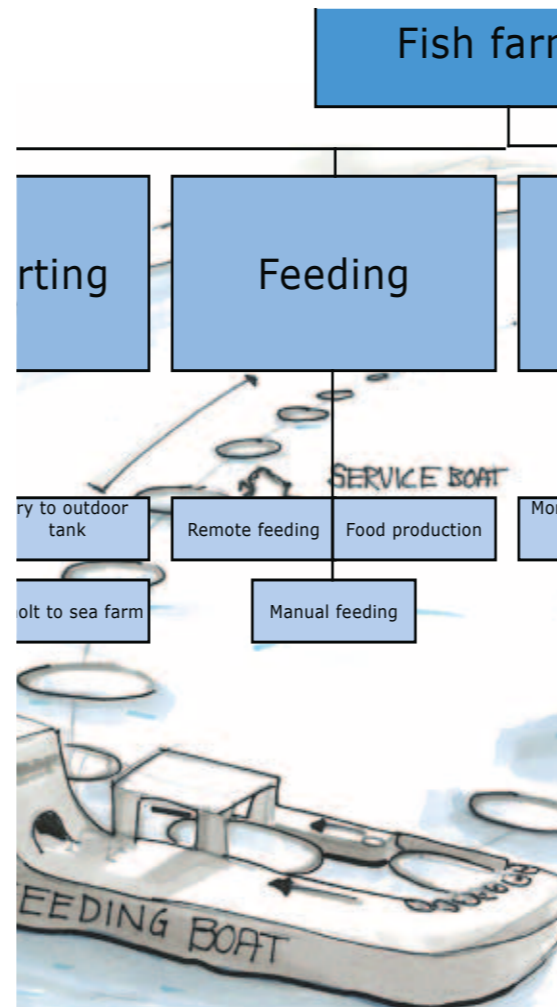
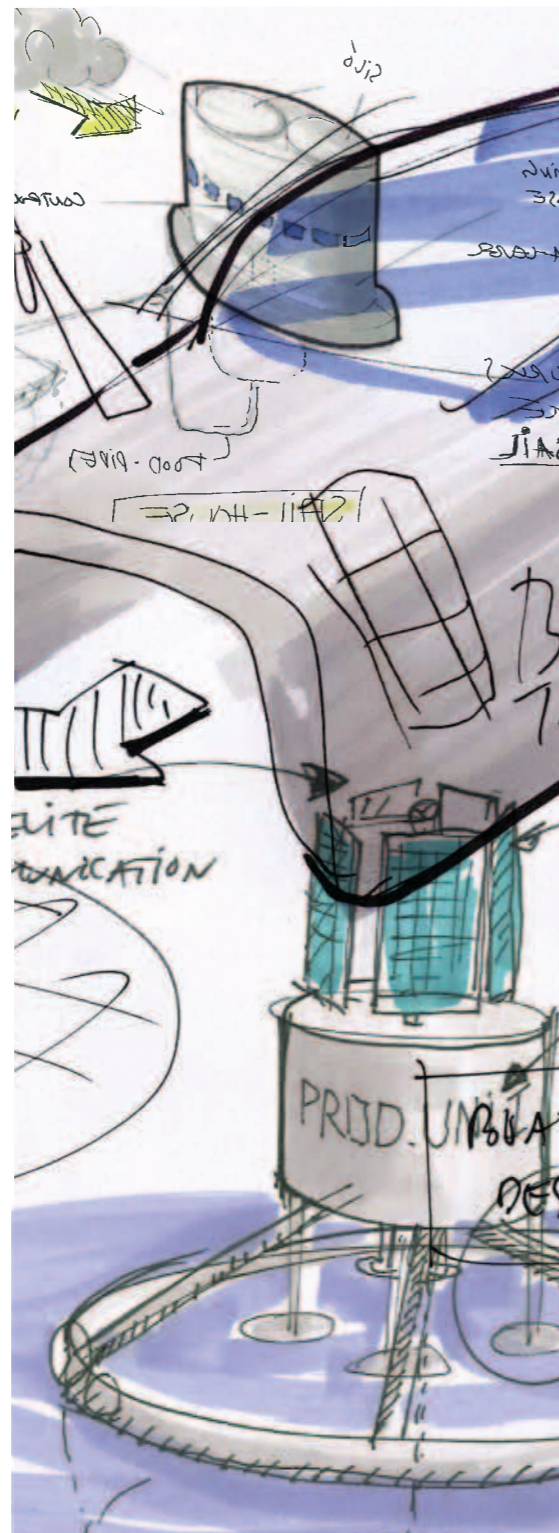
Potensielle fokusområder og muligheter dukket opp ustanselig og innspillene var mange på hva det var vi som gruppe skulle konsentrere oss om.

Arbeidet har vært tredelt. Den skissebaserte idegenereringen, det kontinuerlige researcharbeidet og til slutt de gjevnlige samlingen i gruppa hvor vi evaluerte, diskuterte og søkte videre.

Dette gruppearbeidet har vært kjernen i prosjektet og den desidert største delen av det. Dette lærte oss mye, både om gruppedynamikk, prosess og om å ta avgjørelser.

Siden gruppearbeidet, og utviklingen av systemet tok så mye tid ble det mindre igjen til produktdesign. Dette medførte at vi på mange måter har gjort en "kortversjon" av produktdesignprosessen. Mye av researchen vi gjorde de tre første månedene var ikke lenger like relevant, og nytt arbeid fulgte.

Prosesen har lært oss veldig mye om havbruksnæringen og dens utfordringer - samt de enorme ressursene og muligheten som finnes ute på havet!



# SYSTEMET

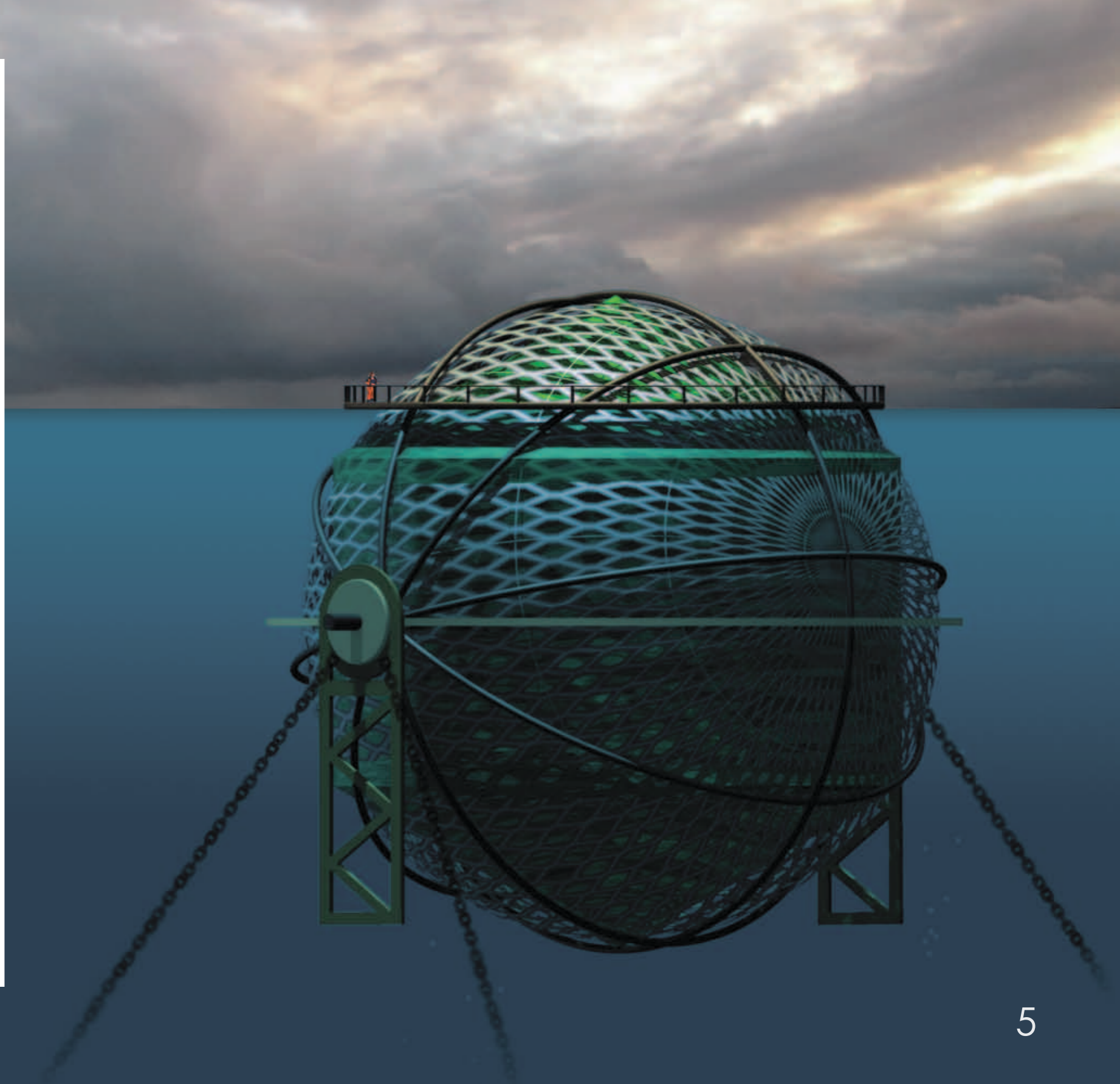
Systemet som vi utviklet under gruppearbeidet baserer seg på en sfærisk konstruksjon. Motivasjonen for utviklingen lå i behovet for nye og bedre lokaliteter, lenger og lenger ut til havs, med påfølgende strukturelle og logistiske problemer knyttet til bl.a. vanskeligere klimatiske forhold.

Valget av den sfæriske grunnformen baserte seg bl.a. annet på formens strukturelle styrke og det opplagte rotasjonsprinsippet den muliggjør.

Vårt system baserer seg på den naturlige modularitet og funksjonalitet man har i en sfære med sentralakse og flere av løsningene i gruppa baserer seg på dette.

For den videre utviklingen av systemet delte vi opp systemet i oppgaver basert på dagens primærbehov knyttet til produksjonsfasiliteten. Min oppgave ble å se på hvordan bekjempelse av groe skal foregå.

Les mer om systemutviklingen i grupperapporten.



# PROBLEM- DEFENISJON

Bekjempelse av groe på merd er en av de viktige suksesskriteriene knyttet til lakseoppdrett i dag, og vil også være det i morgen. Alger og groe fester seg til det meste som befinner seg i sjøen, og vil være en utfordring også for nye merd-systemer. Fordi god groe-bekjempelse har så mye å si for kvaliteten på fisken, kan man rettferdigjøre tid og ressurser på problematikken.

Innenfor konteksten av dagens-, og vårt utviklede merdsystem er dette prosjektes mål å finne en bedre og automatisert måte å bekjempe groe på. Løsningen skal være fremtidsrettet, men realiserbar innenfor en tidshorison på 20 år.

## KRAV

- holde notposen fri for groe
- motstandsdyktig mot slitasje i forhold til det marine miljø.
- minimal slitasje på notposen
- helautomatisk
- være fremtidsrettet - innenfor hva man kan anta som realiserbart i et 20 års perspektiv.
- løsningen skal være overførbar til andre notlin-baserte merdsystemer.



# BAKGRUNN OG EKSISTERENDE LØSNINGER

## BAKGRUNN

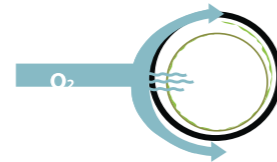
Rene nøter er en av de viktigste faktorene for vellykket lakseoppsett. En begrodd not kan føre til økt bakterievekst, mindre transport av avfallstoffer ut av merden og lavere oksygentilførsel inn. En begrodd notpose kan også medføre slitasje og skade som følge av den økte vektbelastningen.

Spesielt i sommermånedene har oppdrettsanleggene store utfordringer m.h.p. begroing av oppdrettsanleggene. Det jobbes etter flere strategier for å unngå samt motvirke algevekst på notposen. Felles for alle er at man, av miljømessige årsaker, ønsker å minimere bruken av kobberimpregnert not, som har vært det vanligste og enkleste virkemiddelet så langt.

Anlegget vi besøkte vasket nøtene opp mot hver 2-3 uke i alge-perioder, gjerne i kombinasjon med opplining, hvor nota henges litt opp av vannet for å tørke av algene.

## ØKONOMI

Tall fra SINTEF Fiskeri og Havbruk estimerer at kostnader knyttet til bekjempelse av groe ligger på 2-4% av de totale kostnadene ved produksjon av 1 kilo laks.



**Begrodd not**  
Oksygenrikt vann strømmer forbi merden.



**Rengjort not**  
Oksygenrikt vann strømmer gjennom merden.

## STRATEGIER

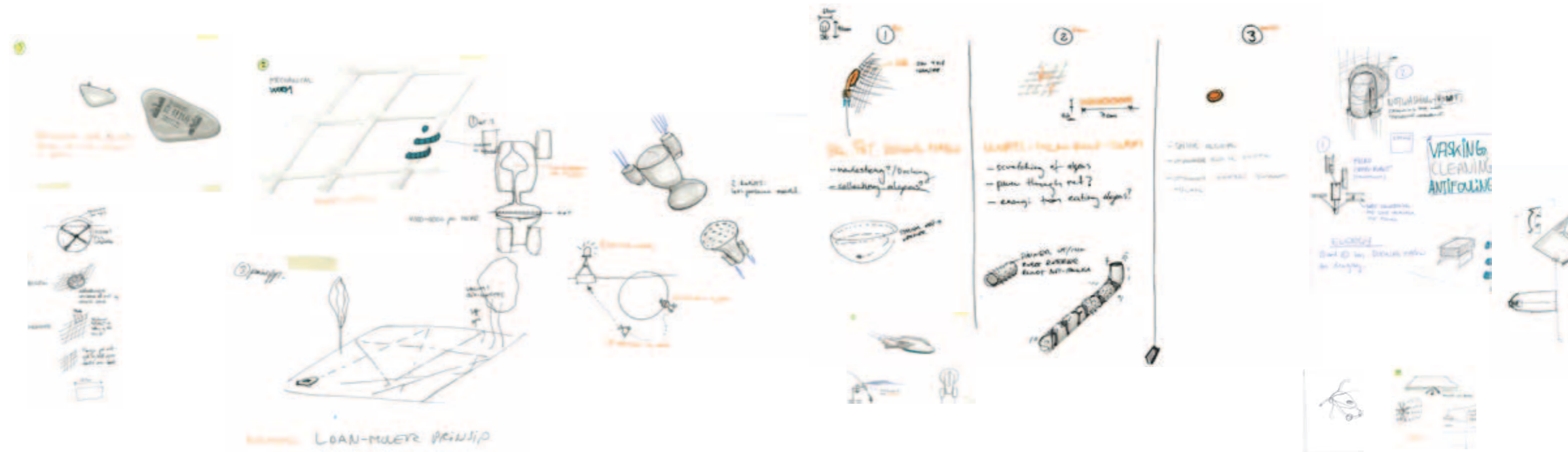
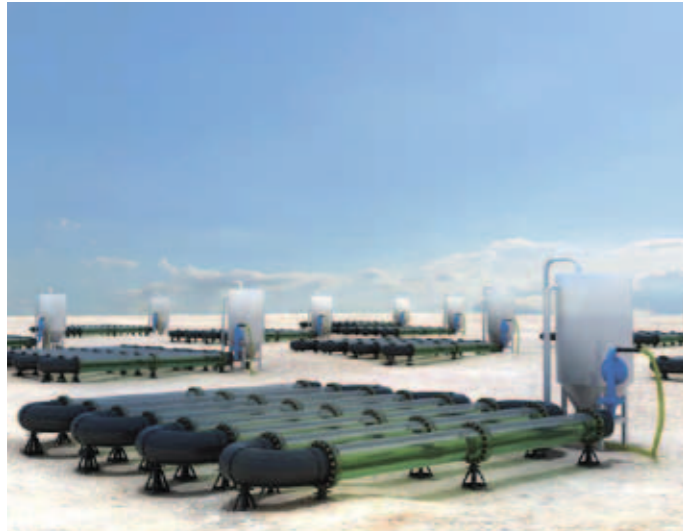
Den vanligste måten å bekjempe groe på i dag er ved vasking. Man firer ned en rigg med vaskeskiver som spyer vann under høytrykk på notlinen. Vannpumpe og agregat er drevet hydraulisk, eller med bensin- eller dieselmotor.

Vaskingen gjøres gjerne i kombinasjon med opplining av nota (notposen heves litt og henger til tork på merdkanten) og med varierende hyppighet. I perioder med mye lys, kombinert med mye foring vil algeveksten øke, og vasking deretter.

I kvadratiske stålanlegg, er et system med doble notposer mer vanlig. Dette muliggjør skifting av notpose på en hensiktsmessig måte, etterfulgt av rengjøring av notpose ved spyling eller vaskemaskin.

Noen firmaer tilbyr også bruk av ROV (Remotely Operated Vehicle) med påmontert vaskeskive. Dette er forholdsvis lite utbredt, da kostnadene knyttet til bruk/leie er forholdsvis store.







# IDEGENE- RERING

I utviklingen av systemet jobbet vi lenge i felleskap med å se på ulike løsninger på groe-problematikken. Tidlig i prosessen så vi på store mekaniske strukturer som var integrert i kulemerden. Da det individuelle arbeidet startet la jeg denne retningen til siden, for å se etter lettere og smidigere løsninger - gjerne en løsning som kunne fungerer på tvers av merdsystemer.

Fra gruppearbeidet tok jeg også med en mer biologisk tankegang - kan man la kråkeboller spise alger? Research viste at det er mulig, men med mange nye problemer som f.eks kontroll av populasjonen.

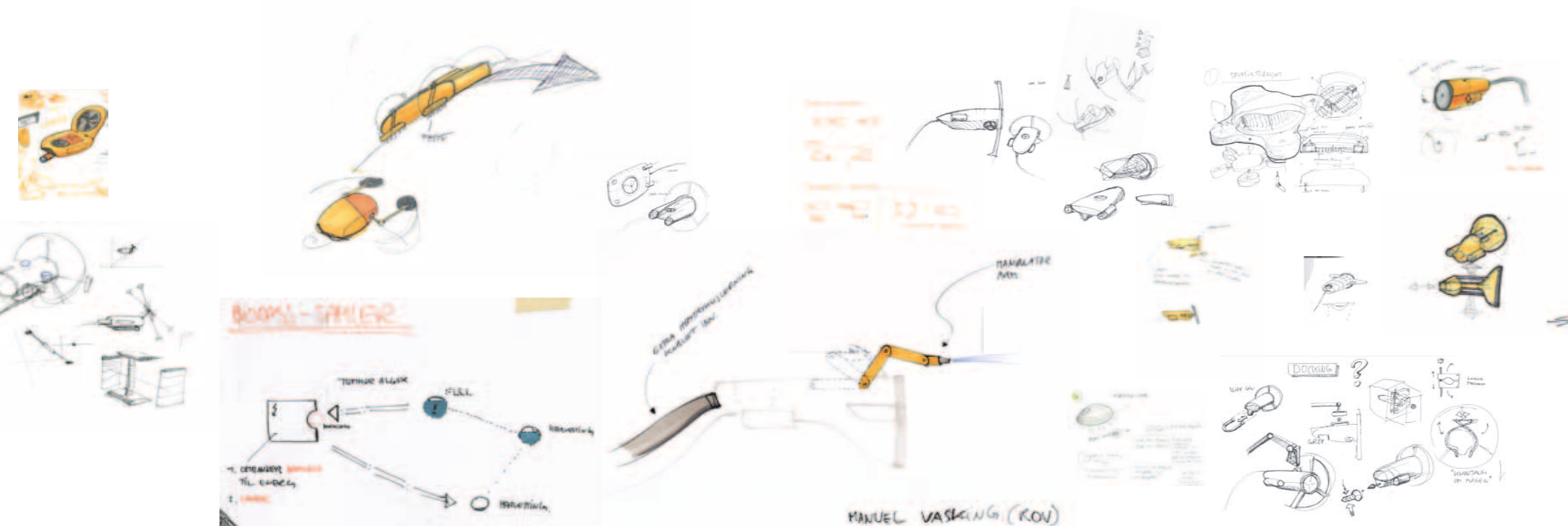
Et annet interessant spor var muligheten til å bruke alger som drivstoff til et vaskesystem. Bruk av alger som energikilde er godt i gang, og på laboratorienivå har man klart å manipulere alger til å produsere hydrogen.

Jeg beveget meg tidlig i prosessen i retning av en liten farkost/robot som kunne oppføre på egenhånd - inspirert av den økende bruken og utviklingen av fjernstyrt og autonome farkoster til havs.

Masse research ble også gjort på "robotsvermer", eksemplifisert i en tidlig ide om mekaniske marker i tusetall - som skraper vekk alger!

## STIKKORD FOR IDÈPROSESSEN:

- MEKANISK ("VINDUSVISKER")
- BIOLOGISK /POLYKULTUR (KRÅKEBOLLER)
- ALGER - ENERGIKILDE
- BEITING
- ROBOTER (SELVSTYRTE/SWARMS)



# PRINSIPIELL LØSNING

Alle de tre konseptene tar utgangspunkt i samme filosofi - "det beitende dyr". Dette er en ganske utbredt tilnærming i utvikling av roboter og har i de senere år nådd det kommersielle markedet eksemplisert ved utallige vaskeroboter og f.eks ved den mer seriøse gressklipperen til Husquarna.

Ser man på dagens ROV-løsninger for notvasking er disse tunge og dyre i drift og blir gjerne brukt i forbindelse med situasjoner der de vanlige rutinene for opprettholdelse av ren not har blitt forsømt.

Mindre energi, mindre materialbruk og mindre potensiell slitasje mot nota er argumenter for å bruke beiting, eller kontinuerlig bekjempelse av groe. Dessuten vil man være sikret en kontinuerlig ren not, noe som er høyst fordelaktig mhp. fiskevelferd og slakteprosent.

# KONSEPT 1

Dette konseptet baserer seg på bruk av UV-lys for å motvirke algevekst. Det baserer seg på samme prinsipp som man lenge har brukt i aquarium og fiskedammer, Ultra violett stråling med bølgelengder mellom 280-400 nm forringer organiske molekyler og dreper dermed alger og bakterier.

En selvstyrt undervansrobot (en såkalt AOV) er utstyrt med en UV-lyskilde og belyser over en perioden på ca. 36 timer notposen i det området som ligger i vekstsonen til groa.

Roboten er utstyrt med et batteri, og propelldriften er basert på børsteløse propeller/thrustere. Enheten lader seg selv opp ved behov, ved å navigere til en dockingstasjon hvor den blir forsynt med energi. Fullladet beveger den seg så til arbeidet der den slapp.

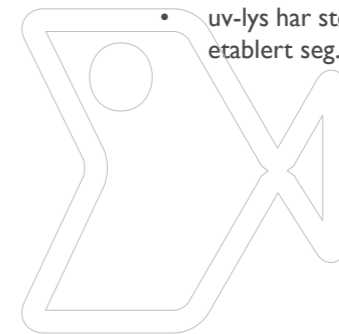
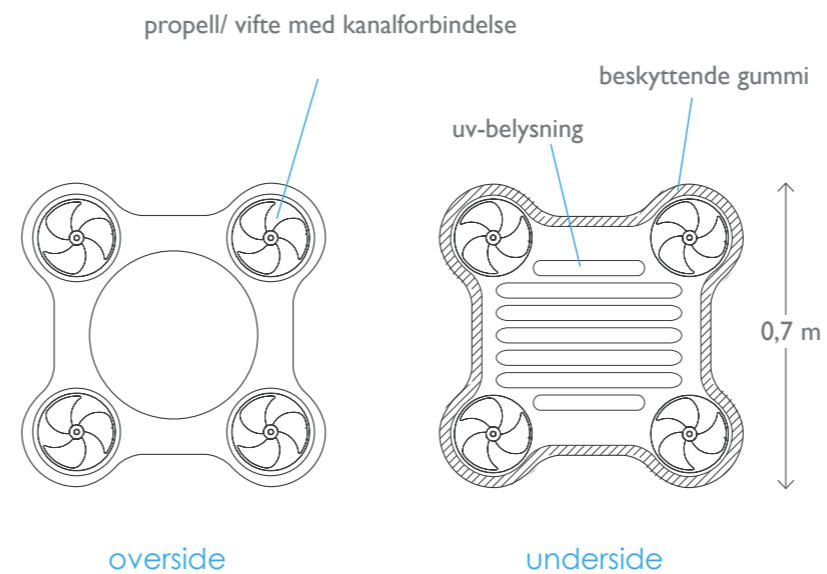
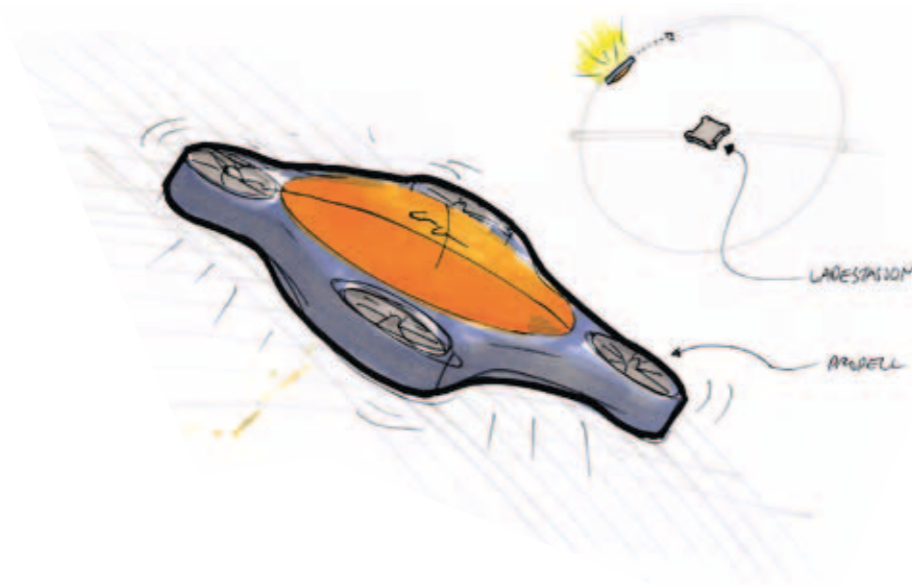
Vil for store merder måtte jobbe i sverm med for eksempel 10-20 roboter.

## FORDELER

- lite slitasje på notlinen
- få mekaniske deler - mindre fare for feil
- lett å lage forseglet enhet m.h.p vann

## ULEMPER

- uv-lys har størst virkning på alger som ikke har etablert seg på en fast struktur.



# KONSEPT 2

Denne roboten benytter seg av små børster som blir presset opp og ned mellom notens masker mens den "krabber" rundt på notposen. Når den skal lades opp svømmer den tilbake til dokkingstasjonen, lader, for så å fortsette der den slapp.

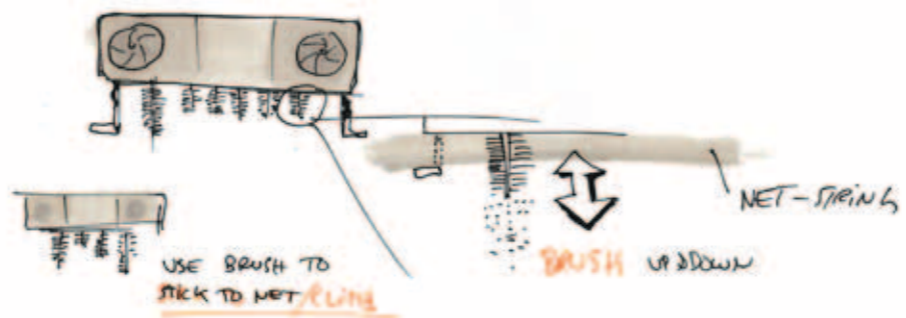
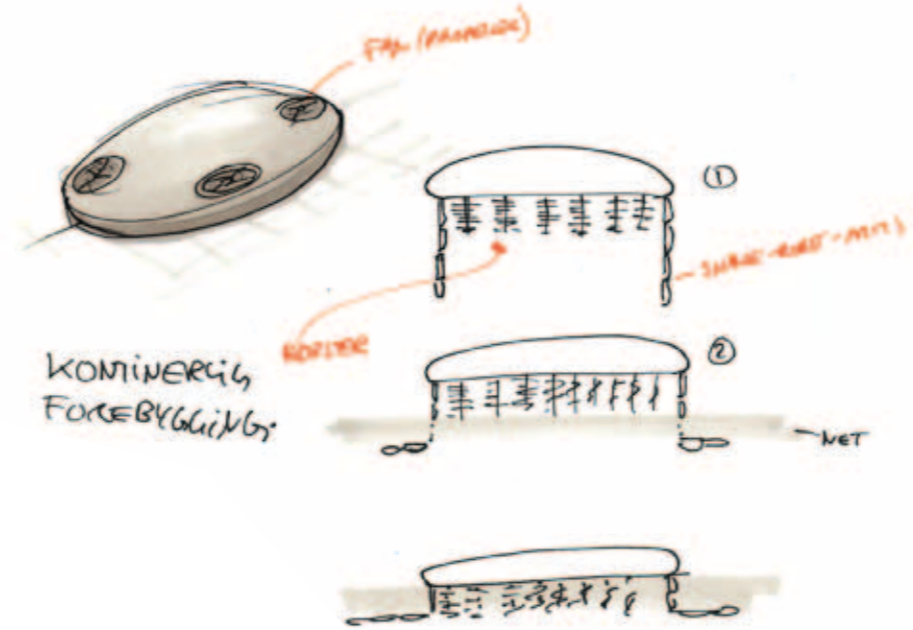
En mulig konfigurering kan være at børstene drar algeveksten inn i et kammer istedenfor kun å børste den vekk. Den oppsamlede biomassen kan så transporteres til ladestasjonen hvor den kan omdannes til energi som driver roboten.

## FORDELER

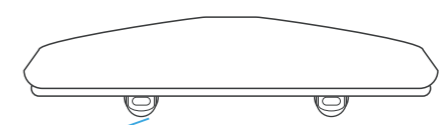
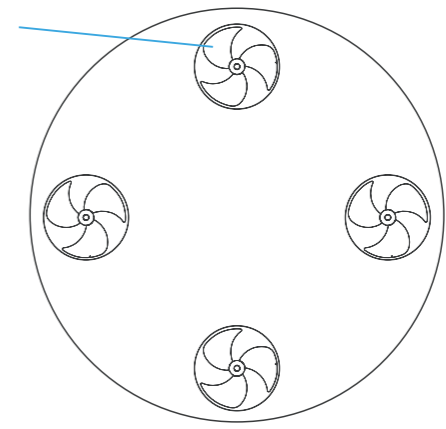
- Mekanisk løsning sikrer fjerning av groe
- Mulighet for utnyttelse av biomasse

## ULEMPER

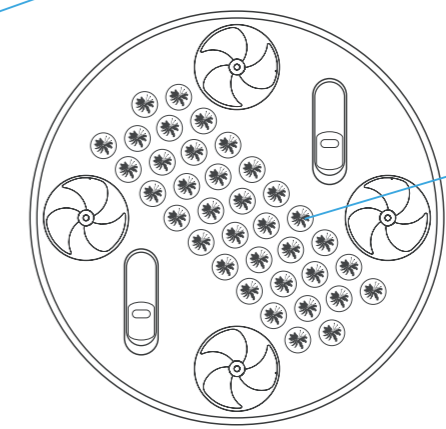
- Utfordrende mekanisk løsning
- Å konstruere v som holder vann ute (mange åpninger i skaller)



propell - kun til bruk v/ feil eller transport



manipulatorer til fremdrift langs notposen.



# KONSEPT 3

## AOV-robot

Roboten er utstyrt med en vaskeskive med samme prinsipp som dagens løsninger. Til forskjell er denne integrert i farkosten samtidig som den virker med et helt annet trykk. Roboten er heller ikke styrt men jobber på egenhånd utifra en dokkingstasjon. Dokkingstasjonen er plassert i merdens sentrum og er bl a. utstyrt med en kabeltrommel som automatisk mater ledning til roboten.

## POSISJONERING OG SYKLUS

Vaskeroboten bruker akustisk posisjonering relativ til merdstrukturen og dokkingstasjonen til å orientere seg. Den beveger seg sektorvis langs merdens meridianer og er stipulert til å bruke 2-3 døgn på en vaskesyklus.

## OPERASJONSMODUSER

Roboten kan tas ut av automatisert drift for å brukes til overvåkingsoppdrag eller inspeksjon. I tillegg kan man se for seg at den kan kobles til en høytrykkslange og brukes mer som en konvensjonell vaske-ROV. En utfellbar manipulator-arm kan da brukes i tillegg til det integrerte kameraet.

## SKALL /HUS

Roboten er forholdsvis liten og i motsetning til dagens AOV/ROV-er har den et lukket skall, noe som gir mindre overflate som kan begros, samt enkel rengjøring.

modus 1



AOV - normal modus.  
vasker på egenhånd

modus 2

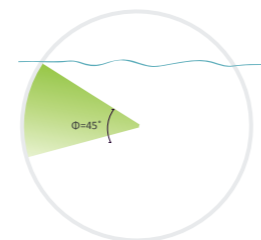
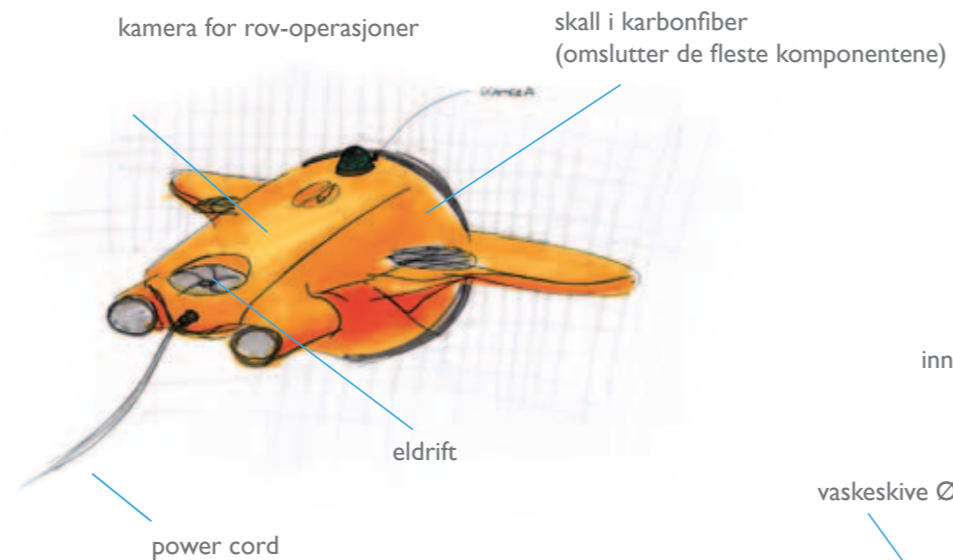


ROV - remote operated  
brukes til inspeksjon

modus 3



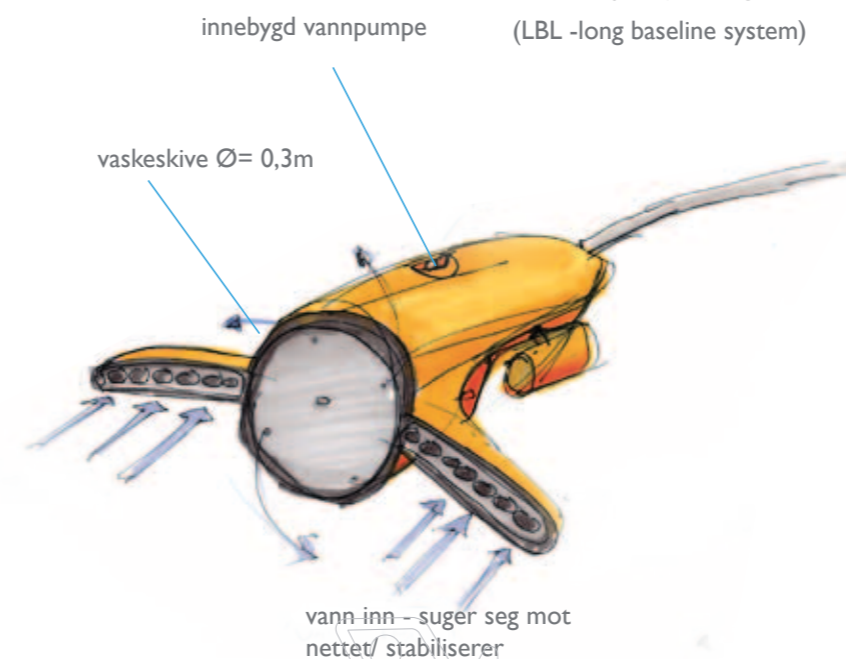
ROV + KRAFTVASK  
Kobler til ekstra slange for  
ekstern vannpumpe.

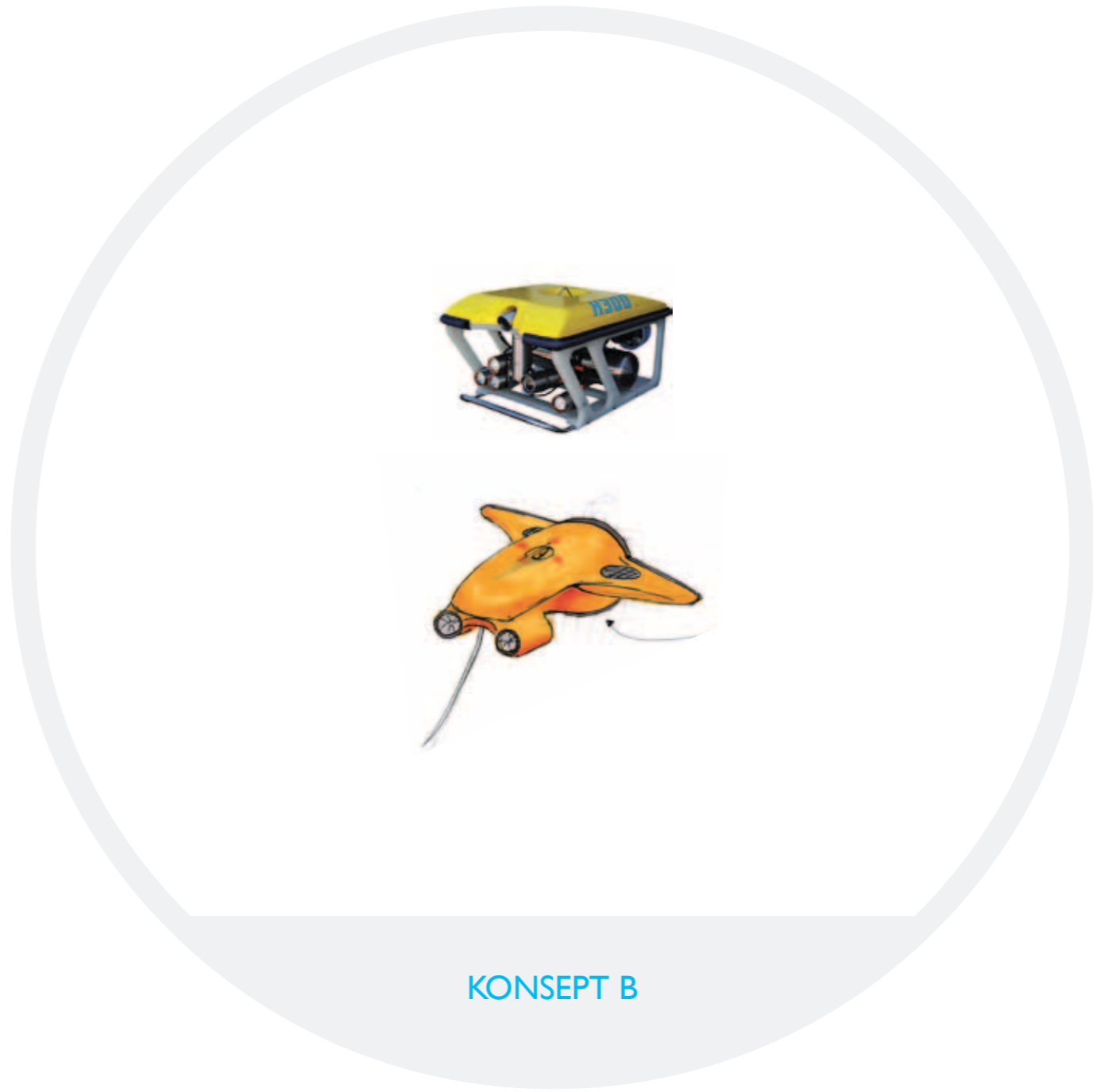


Groebelasted område er ned  
til 16-20m dybde. Gir for  
kulemerden en arbeidsvinkel  
på ca 45°



Akustisk posisjonering  
(LBL -long baseline system)





## DELEVALUERING AV KONSEPTER

I arbeidet med konseptene kom det frem at KONSEPT 1, basert på UV-lys, ikke er gjennomførbart. Algenes motstandsdyktighet etter etablering blir for stor til at lyset vil ha noen mulighet til å være effektivt nok. Ettersom tiden til produktutvikling har vært knapp i dette prosjektet besluttet jeg derfor å kombinere KONSEPT 1 og 2 i det videre arbeidet, og kun utvikle to konsepter.

KONSEPT 3 ville også trenge ytterligere detaljering.

# KONSEPT A

Dette konseptet er en videreføring av konsept 1 og 2 fra første konseptfase. Filosofien er den samme, og formspråk og noen av løsningene er videreført.

Dette er en liten robot som "krabber" langs notpøssen i et "vilkårlig", 'algoritmebasert mønster slik at den i løpet av et par dager har nådd over det aktuelle området i en merd. Fortsatt må den lade opp batteriene med v mellomrom, noe den kan gjøre på en av flere ladestajoner plassert inne i merdstrukturen. Antall ladestajoner vil måtte variere med merdens størrelse og dertil nødvendig antall vaskeroboter.

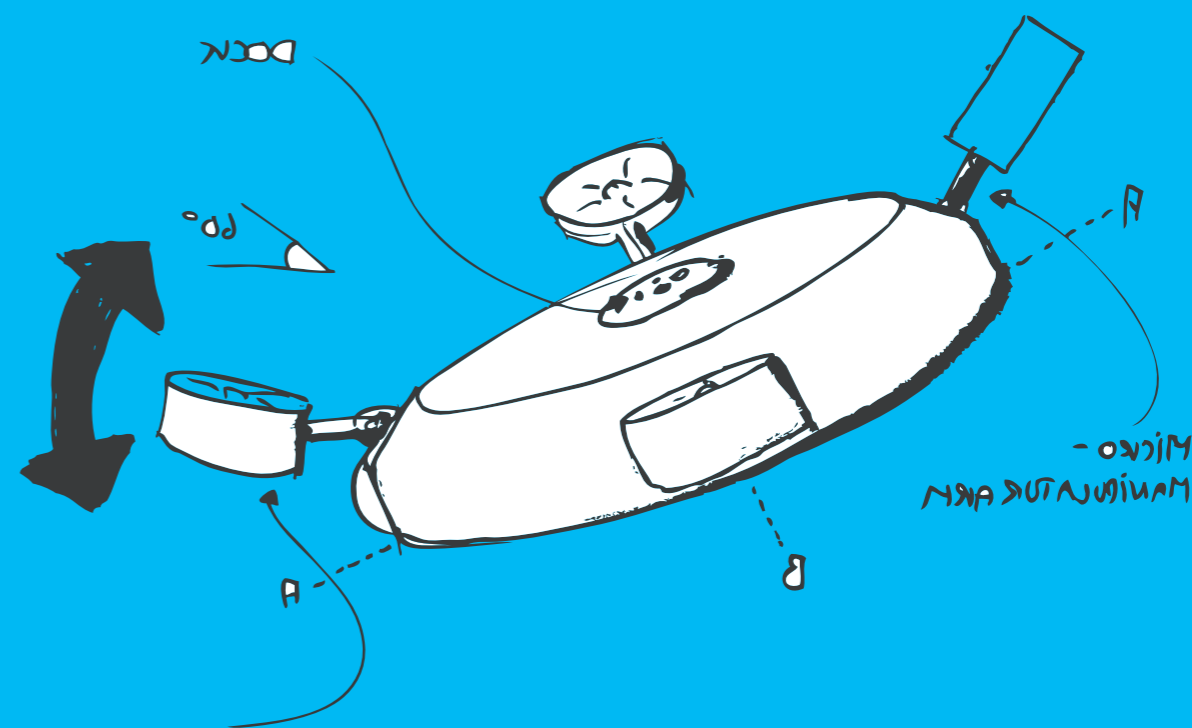


## POSITIVT

- Liten
- Bruker lite energi.
- Ved bruk av flere enheter minsker systemets sårbarhet m.h.p feil.
- 

## PROBLEMATISK

- Vanskelig å tilpasse forskjellige maskestørrelser.
- Mye mekanisk bevegelse ut av robohuset gjør den mer utsatt for fukt og vannlekkasje inn.
- En mekanisk løsning som er svært utsatt for slitasje.
- Børstene kan forårsake slitasje på notlinen.



# KONSEPT A



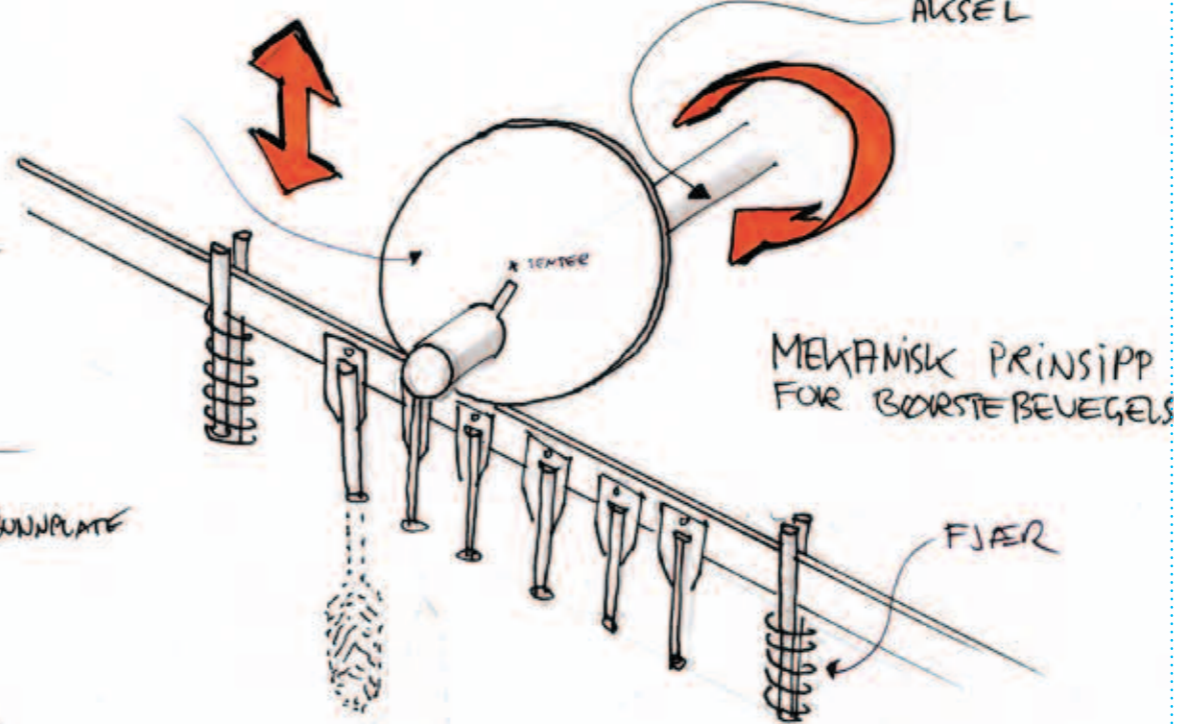
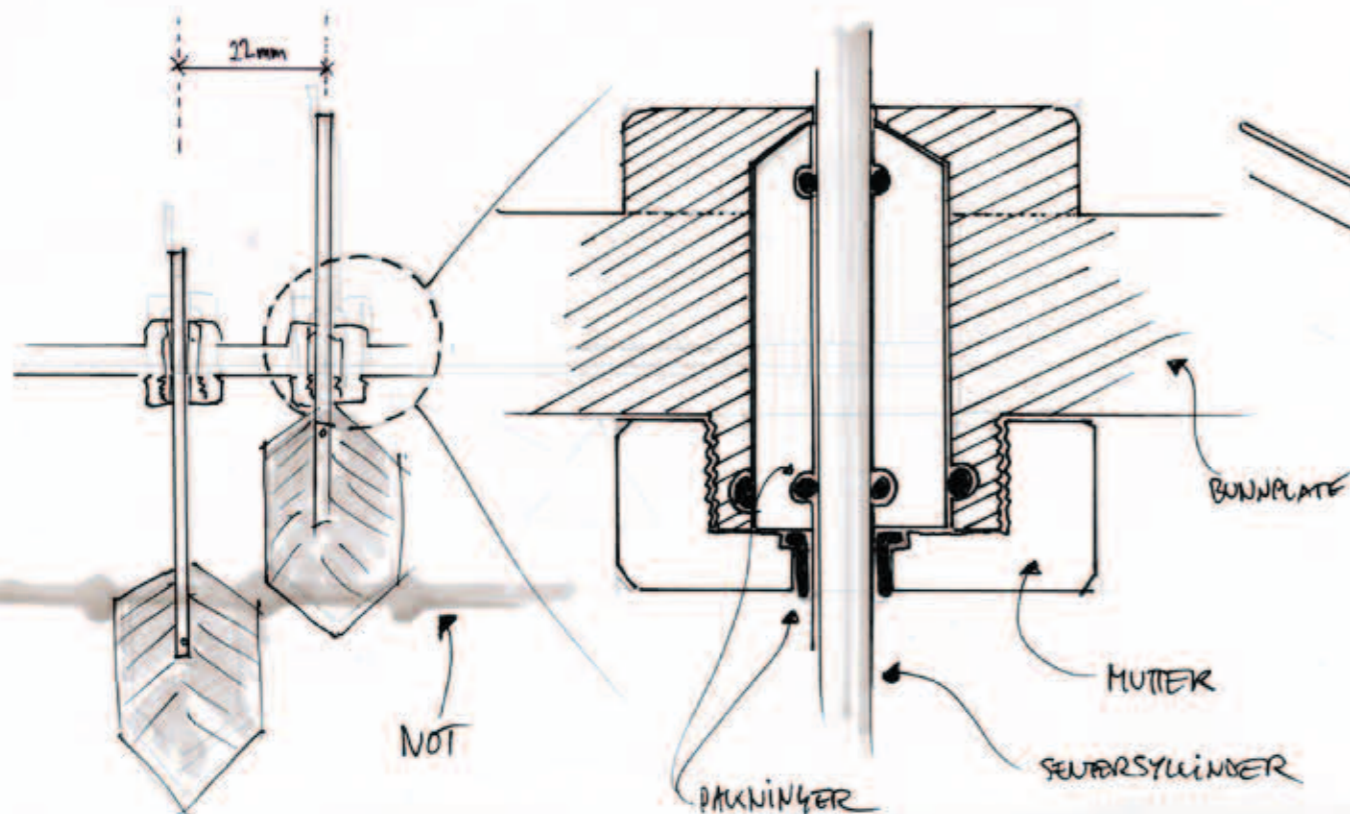
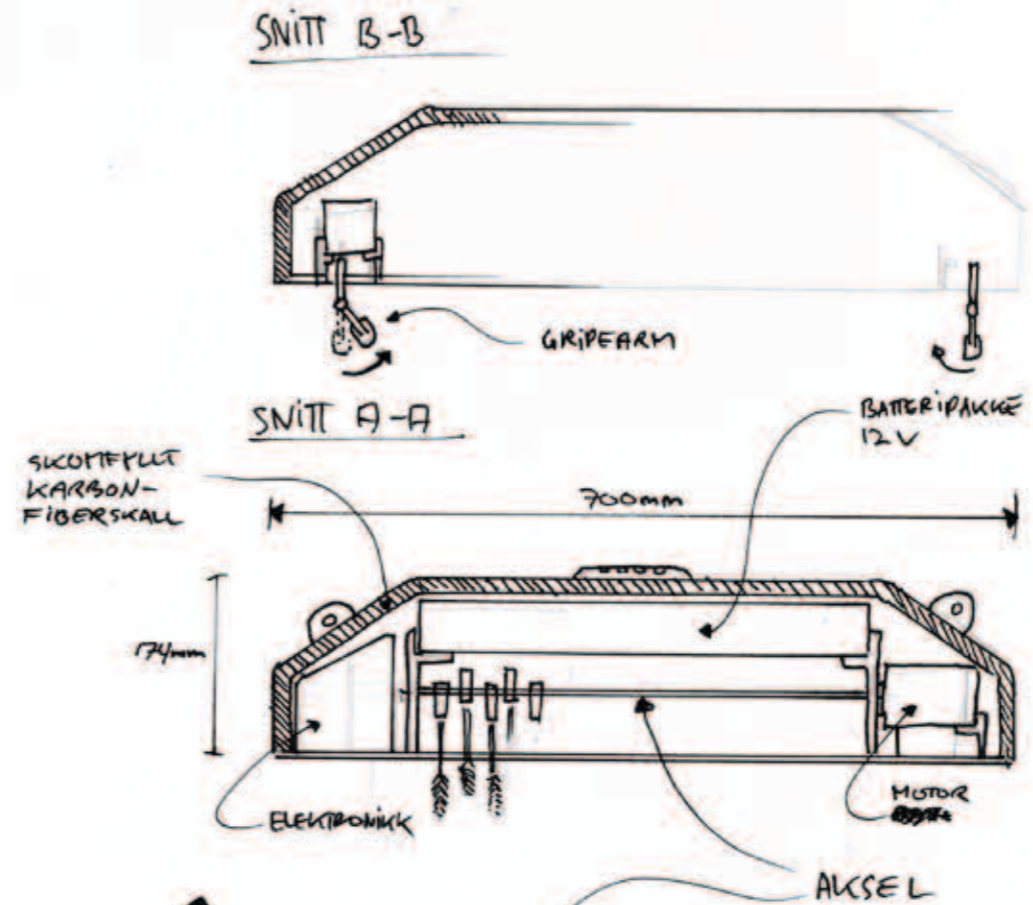
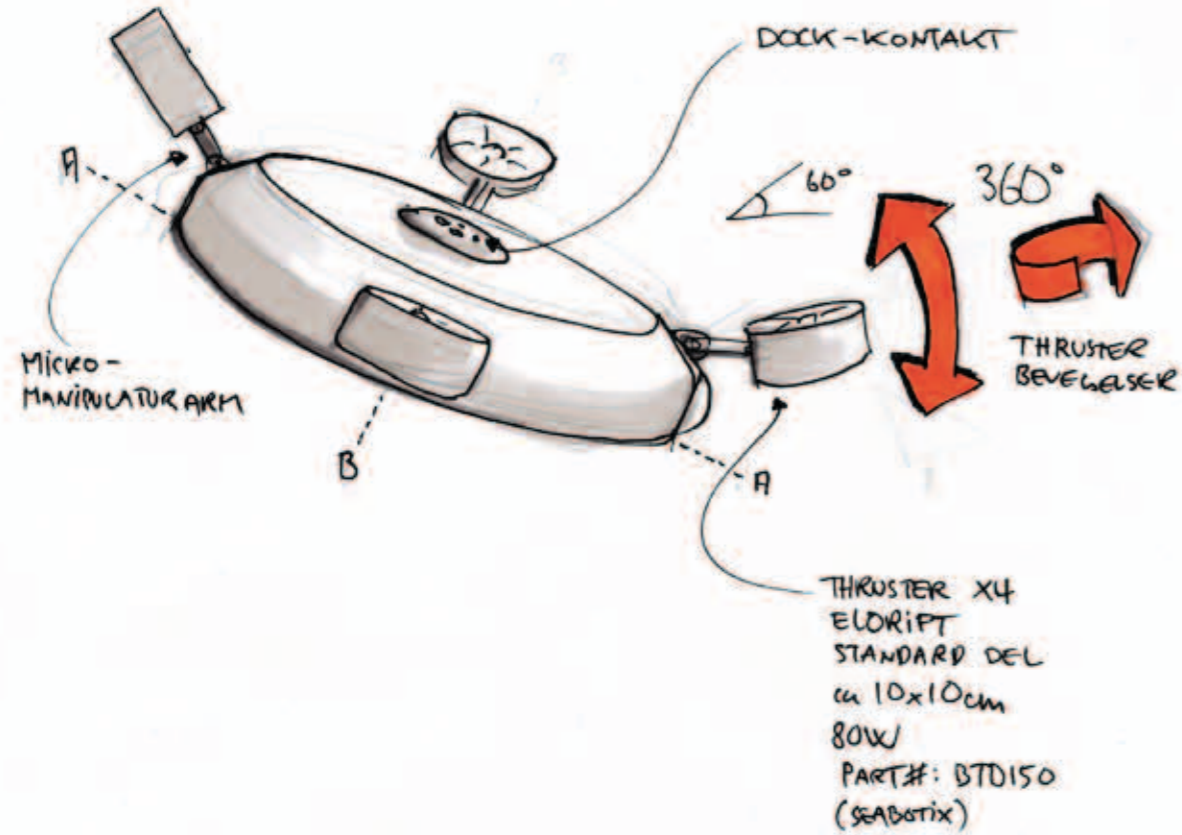
# KONSEPT A: DETALJERING

## TEKNISK PRINSIPP

Dette konseptet baserer seg på bruk av en kamaksling montert på en liten børsteløs elmoter. Kamakslingen sørger at fjærbelastede bommer med børster blir dyttet ned i en alternerende frekvens mellom børsteradene.

Robotten beveger seg langs notlinen ved hjelp fire thrustere og fire gripearmer som "låser roboten fast" til notveggen ved børsting.

Børstene, av PVC, skal passe til not med masker fra 15.5 - 22,5 mm. (Størrelser brukt i sammenheng med leppefisk)



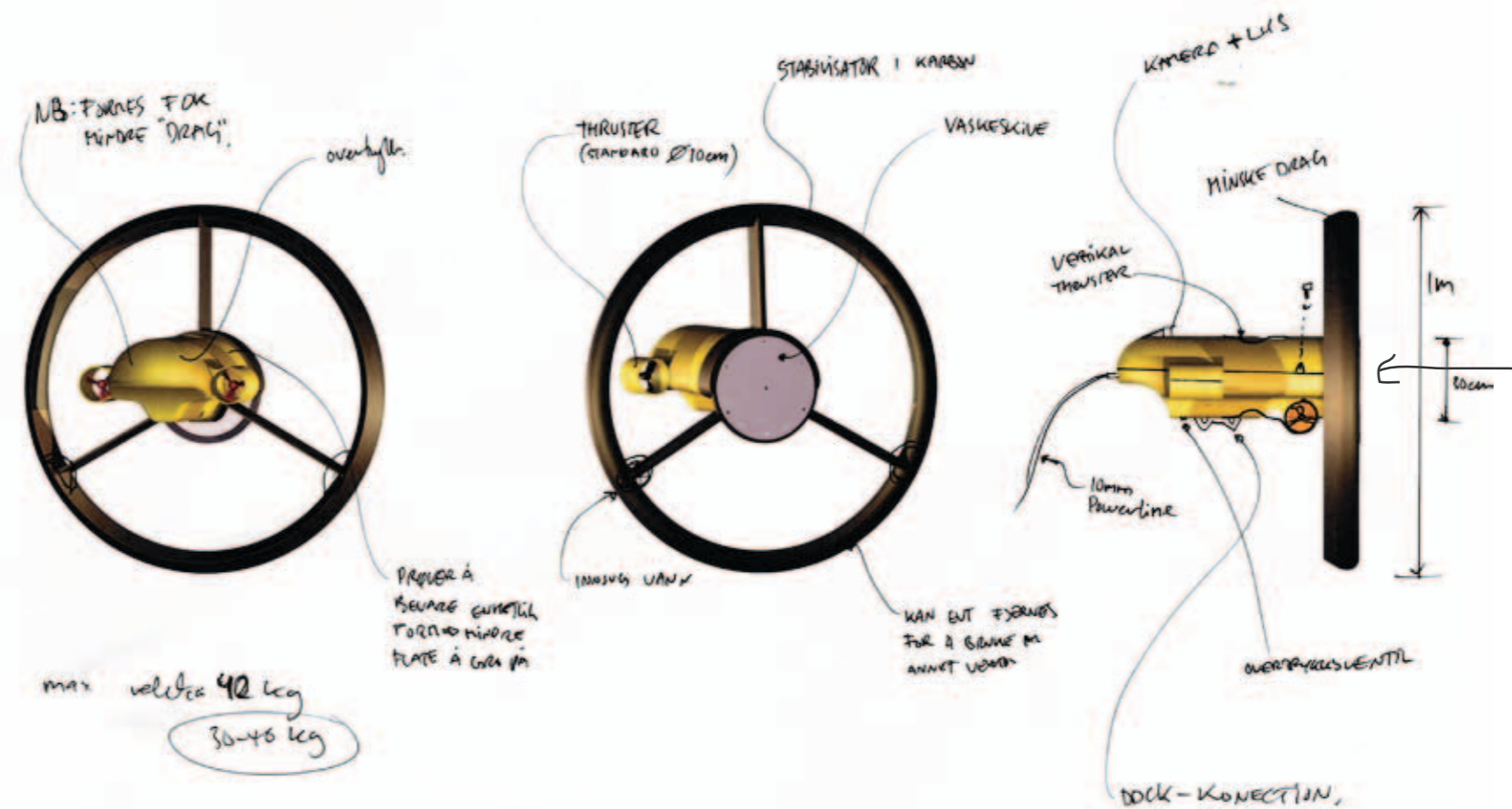
# KONSEPT B

Ideene fra konsept 3 er blitt videreført og utviklet i dette konseptet. Det overordede prinsippet, og hvordan den forholder seg til merden er det samme, mens noen elementer er blitt endret.

## STABILISATOR / ENDRINGER

Den tilsynelatende største endringen ligger i stabilisatorutformingen. Siden vaskeskiva er såpass liten (ca  $\varnothing$  300mm) anser jeg det som nødvendig med en stabilisator som kan sørge for god kontakt med notlinen. I første konseptrunde var denne basert på et overestimert av nødvendig vannmengde inn. I denne iterasjonen har vanninntakene blitt gjort vesentlig mindre og plassert nede i hver ende av de to nederste avstiverne. Dette med hensyn på vekt og stabilitet, samt at vannet som suges inn muligens vil bidra til å holde vaskeroboten inn mot nota ytterligere.

Stabilisatoren har også endret form for å minske "drag" og ha større effekt i det vertikale plan. I tillegg vil en sirkulær form være gunstig mhp. slitasje på notlinen, samt alltid plassere roboten normalt på nota uavhengig av møtevinkel.



## KONSEPT B: DETALJERING

### TEKNIK PRINSIPP

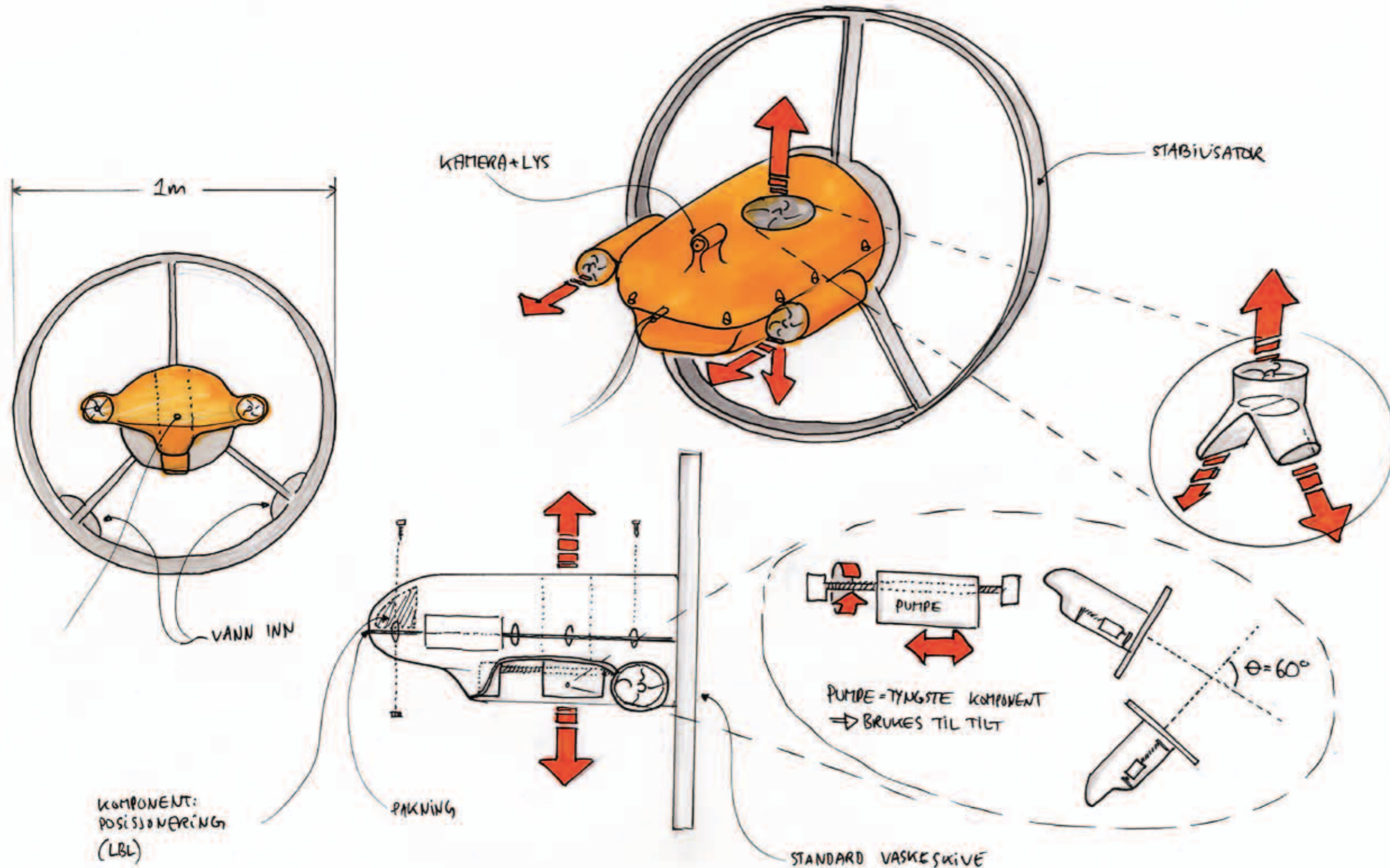
Konstruksjonene baserer seg på en ganske vanlig thruster-konfigurasjon med to horisontale, en vertikal og en sidelengs thruster (propell) for stabilisering, Huset

### OPDRIFT

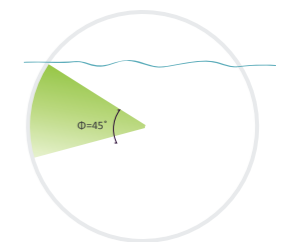
Basert på volumberegning av vakeroboten har den en tillat totalvekt på ca 38 kg. Dette er å anse som øvre en grense da det er ønskelig å ha litt positiv oppdrift i tilfelle driftstans.

### VASKESEKTOR

I standard driftsposisjon vil kulemerden rage ca. 10 meter over vannskorpa. Normalt er ikke algeveksten noe problem under 16-20 m dybde, noe som medfører at vakeroboten må kunne vaske notlinen i en vinkel opp mot ca. 45°.



KOMPONENT:  
POSISJONERING  
(LBL)



Groebelastet område er ned til 16-20m dybde. Gir for kulemerden en arbeidsvinkel på ca 45°

# KONSEPTEVALUERING

Ved en nærmere evaluering ble KONSEPT B valgt som det endelige. Dette med utgangspunkt i kravene, summert til høyre, samt en overordnet vurdering på gjennomførbarhet og gunleggende funksjonalitet.

Spesielt avgjørende for valget var kravet om minimal slitasje på notposen. Dette er noe som næring og myndigheter er svært opptatt av, da rømning av oppdrettslaks kan ha svært negative konsekvenser for villaksen. En sammenligning for å illustrere dette: i en standard plastmerd (Ø=157m) er det 20 ganger mer laks en i Trøndelags største lakseelv.

Et annet aspekt som ikke kommer frem av kravene er muligheten for flerfunksjonalitet. Her kommer KONSEPT B bra ut da denne kan tenkes å brukes til flere oppgaver, som for eksempel inspeksjon av merden, overvåkning og reprasjoner. Dette er tilleggsfunksjoner som ved økte volum og verdier antageligvis vil bli viktigere og viktigere.

KONSEPT	A	B	KOMMENTAR
<b>KRAV</b>			
Holde notposen fri for groe	5	5	begge tilfredstiller
motstandsdyktig mot slitasje i forhold til det marine miljø.	1	4	konsept A har for mange "hull i skroget". Kombinasjonen av mange hull i huset og mye gjentatt bevegelse er utfordrende med hensyn på dette kravet.
minimal slitasje på notposen	2	4	børstetilnærmingen øker risikoen med slitasje. konsekvensene av en ødelagt notpose kan være veldig store.
helautomatisk	5	5	begge tilfredstiller
være fremmtidsrettet - innenfor hva man kan anta som realiserbart i et 20 års perspektiv.	3	5	konsept har noen større teknologiske utfordringer
løsningen skal være overførbar til andre notlin-baserte merdsystemer.	5	5	begge tilfredstiller
<b>TOTALSCORE</b>	21/30	28/30	

# VIDEREUTVIKLING

Under siste møte med SINTEF kom det noen drøftingspunkter opp, som det var viktig å ta med i den videre utviklingen:

## MER INTELLIGENS

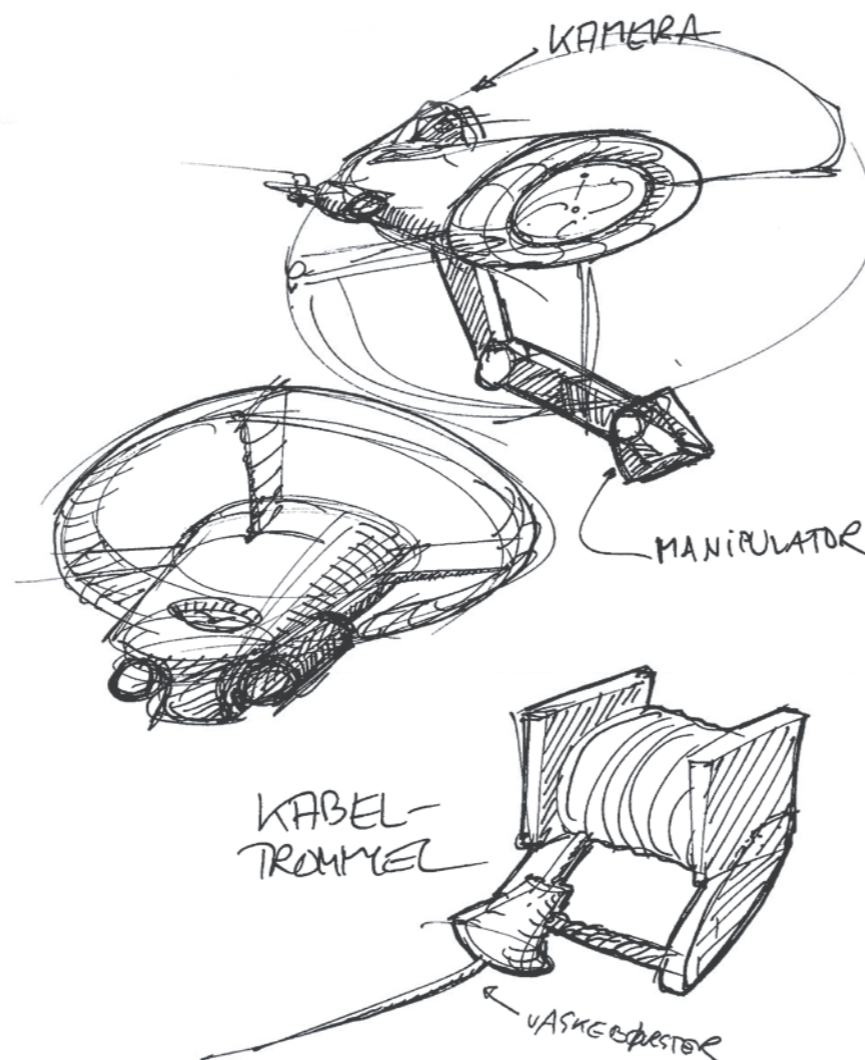
Kan AOVen gjøres enda mer intelligent? Kan f.eks stabilisatoren ha sensorer som kan bekrefte at det er blitt vasket helt rent. Det vil være viktig å kunne stole på roboten, samt være mer effektivt hvis den i forkant av vasking er klar over alger da dette kan variere.

## MOTSTANDSDYKTIGHET MOT STRØM

Et annet viktig innspill var vaskerobotens stabilitet mhp.. strømminger i sjøen, spesielt da den er så liten - vil den klare å holde seg kontrollert inntil notlinen? Det hydrodynamiske aspektet ved roboten vil ikke bare være viktig mhp.. energieffektivitet men må også tas ses på mhp... strømningskreftene utenfra.

## MER BESKRIVELSE AV SYSTEMET

På møtet ble det også etterspurt en mer detaljert beskrivelse av hele systemet. For det videre arbeidet vil fortsatt fokuset ligge på utvikling av selve vaskeheten, men supplert med en skissering av det resterende systemet. Dette være seg i hovedsak kommunikasjonsbiten og kabeltrommel som i all hovedsak består av eksisterende løsninger. I tillegg kommer dokkingen av roboten.



## HOUSING OG KOMPONENTLAYOUT

Videre gjenstår det en del konkretisering m.h.p. hvilke komponenter, samt organisering av disse, som skal med. I forhold til den tiden som gjenstår vil mye av fokuset innvendig ligge på de mest sentrale komponenter, men spesielt på selve housing-strukturen.

## FLERE FUNKSJONER?

Skal roboten være verktøybasert - kanskje den kan ha forskjellige verktøy tilgjengelig i dokken som kan byttes ut etter operasjon?

**Vakearmen? kan videreføres og tas m i evaluering**

## ..OG ENDA MER INTELLIGENS?

Mulig integrasjon av sensorer som kan oppdage hull eller slitasje på notlinen vil også bli vurdert i den videre utviklingen.

# DETALJERING: KOMPONENTER OG MATERIALER

## STABILISATOR

Karbonfiber., for stivet og lav vekt. Sørger for at vaskeskiven treffer normalt på notveggen.

## KAMERA

Høyoppløslig kamera for overvåkning/inspeksjon via video

## SENSORIKK

En kombinasjon av analyse av videobilder samt sensorikk i stabilatorrammen sørger for at roboten vet hvorvidt vaskinen er velykket. Alarmerer også ved skade på/hull i notposen.

## VASKESKIVE

Aluminium. Blir drevet rundt av vanntrykket. Opererer med lavere turtall og trykk en konvensjonelle vaskeskiver.

## HORISONTALE TRHUSTERE

standard del.  $\varnothing=95\text{mm}$ . Totalt 3 stk.

## STRØMLEDNING

$\varnothing=8\text{mm}$ . Det tynneste som er på markedet i dag, -for høy spenning og lite "drag".

## VANNINTAK

Karbonfiber. Er plassert slik for å bidra til å holde roboten inn mot nota, i tillegg til å hindre fisk i å sperre innsuget. Innsuget er utsyrt med et filter, samtidig som maskene i nopen fungerer som et grovfilter.

## "LOKK"

Sprøytstøpt ABS - plast. (Akrylnitril-Butadien-Styren).

## KRYBBE

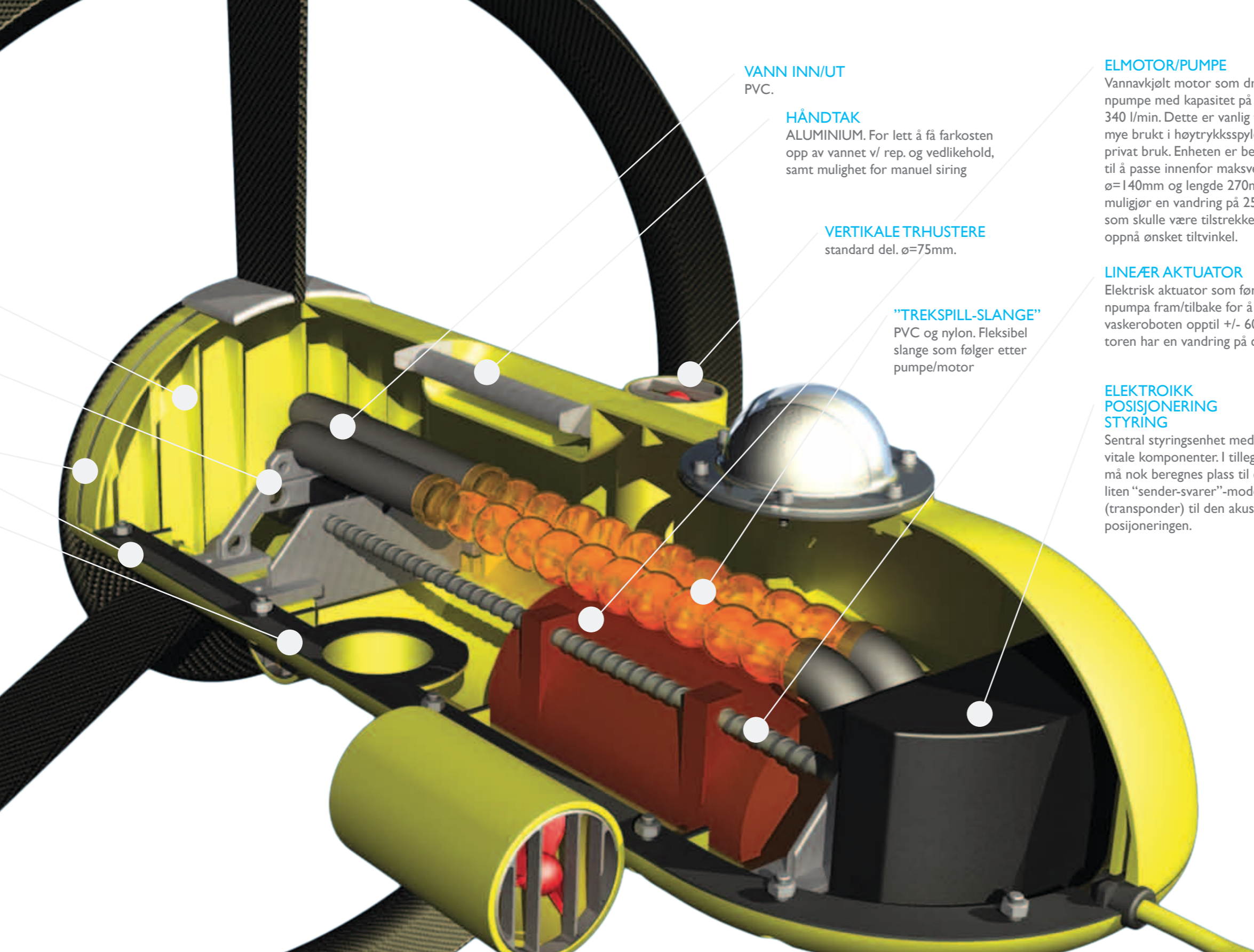
Aluminium. Feste/støtte for rør. Montert i ferdigstøpte hull i den nedre delen av housinga.

## BOLTER

Rustfritt stål ( AISI 300 ).

## PAKNINGER

gummi



**VANN INN/UT**  
PVC.

**HÅNDTAK**  
ALUMINIUM. For lett å få farkosten opp av vannet v/ rep. og vedlikehold, samt mulighet for manuel siring

**VERTIKALE TRHUSTERE**  
standard del.  $\varnothing=75\text{mm}$ .

**"TREKSPILL-SLANGE"**  
PVC og nylon. Fleksibel slange som følger etter pumpe/motor

**ELMOTOR/PUMPE**  
Vannavkjølt motor som driver vannpumpe med kapasitet på opp mot 340 l/min. Dette er vanlig teknologi, mye brukt i høytrykksspylere til privat bruk. Enheten er beregnet til å passe innenfor maksverdiene  $\varnothing=140\text{mm}$  og lengde 270mm. Dette muliggjør en vandring på 258mm, noe som skulle være tilstrekkelig til å oppnå ønsket tiltvinkel.

**LINEÆR AKTUATOR**  
Elektrisk aktuator som fører vannpumpa fram/tilbake for å tilte vaskeroboten opptil  $\pm 60^\circ$ . Aktuatoren har en vandring på ca. 258mm.

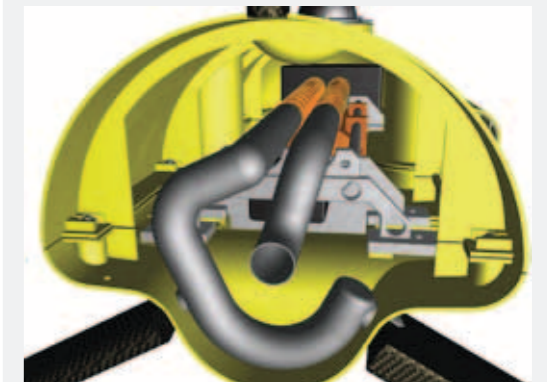
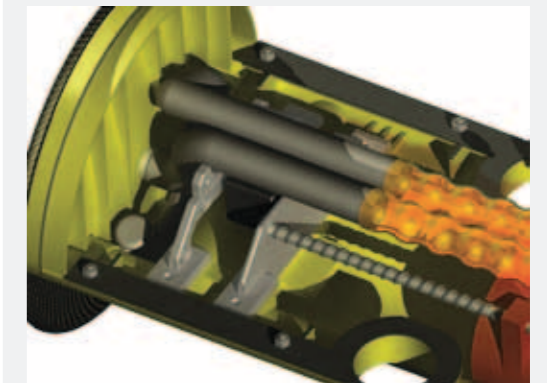
**ELEKTROIKK POSISJONERING STYRING**  
Sentral styringsenhet med alle vitale komponenter. I tillegg må nok beregnes plass til en liten "sender-svarer"-model (transponder) til den akustiske posisjoneringen.

## PRODUKSJON

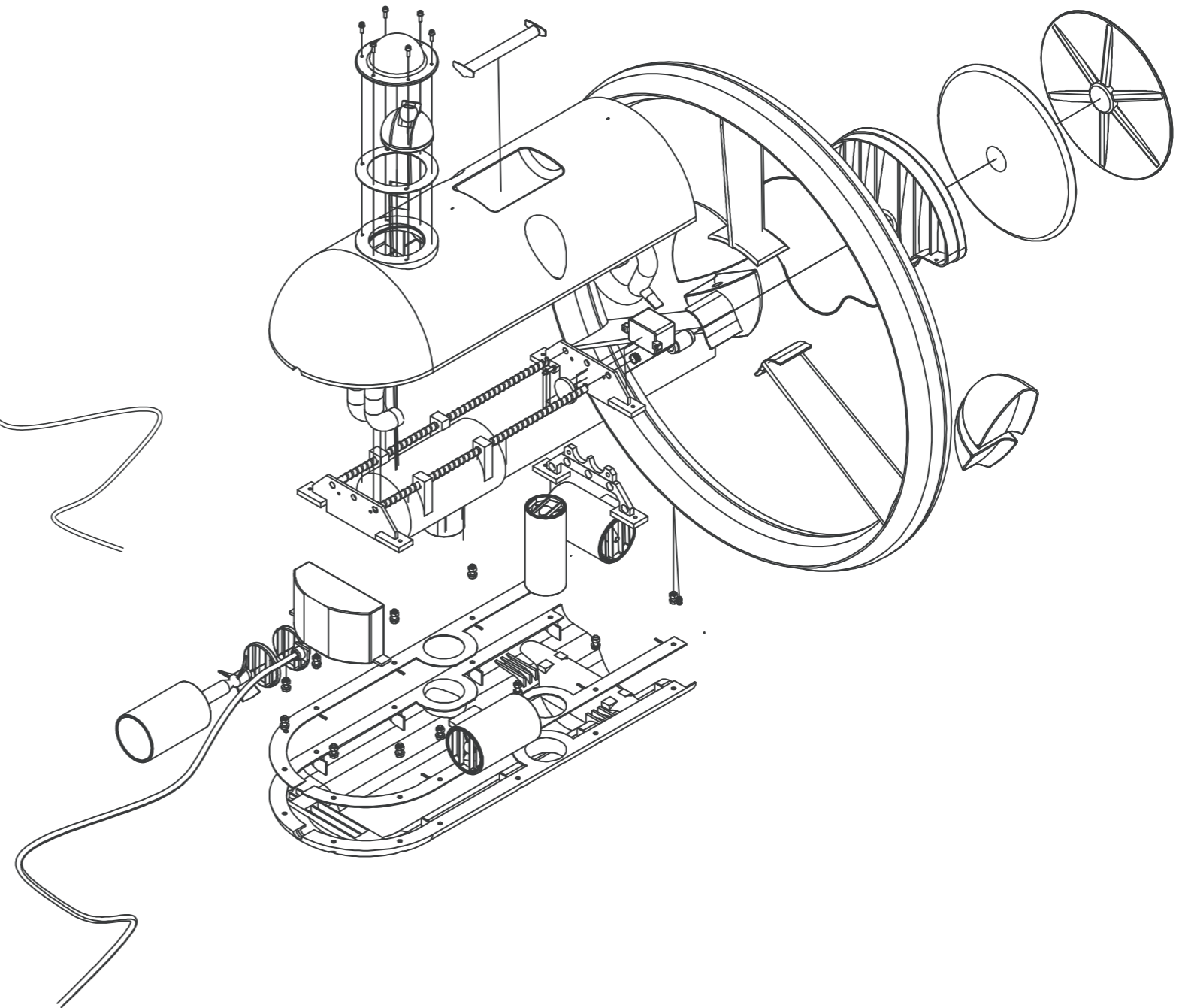
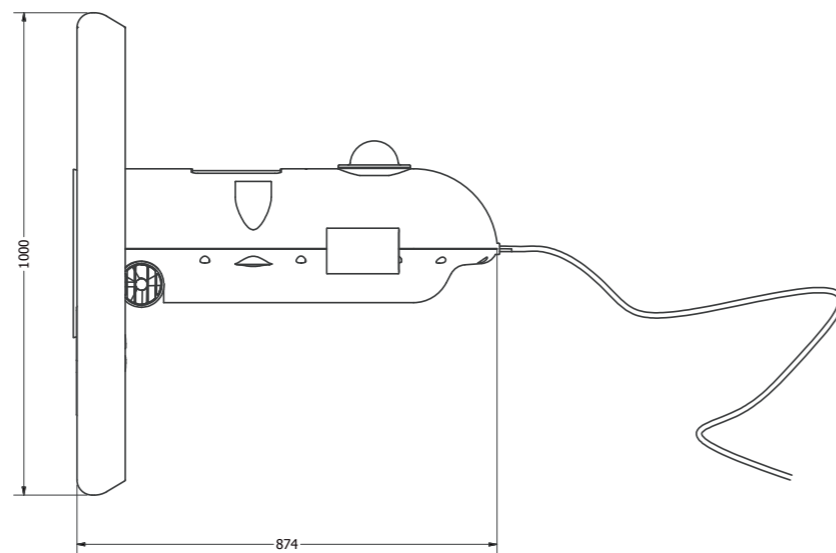
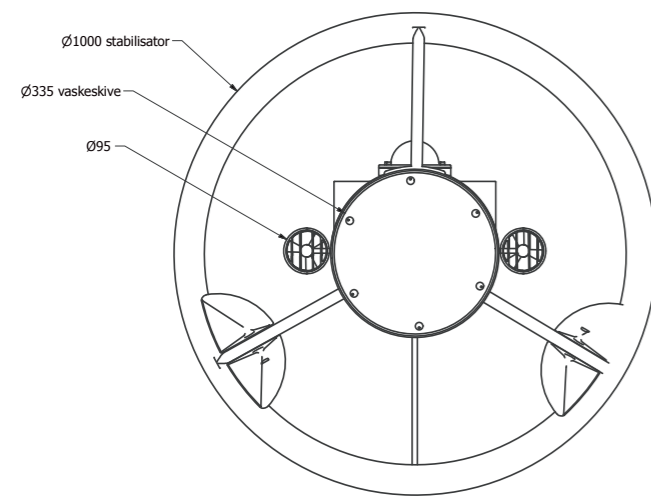
Flesteparten av komponentene er standarddeler som lar seg skaffe på markedet. Selve huset eller "skroget", samt stabilisatoren må det dermed utvikles verktøy til og produksjon for.

Stabilisatoren er laget av carbonfiber og benytter seg av den samme prosess som sykkelindustrien.

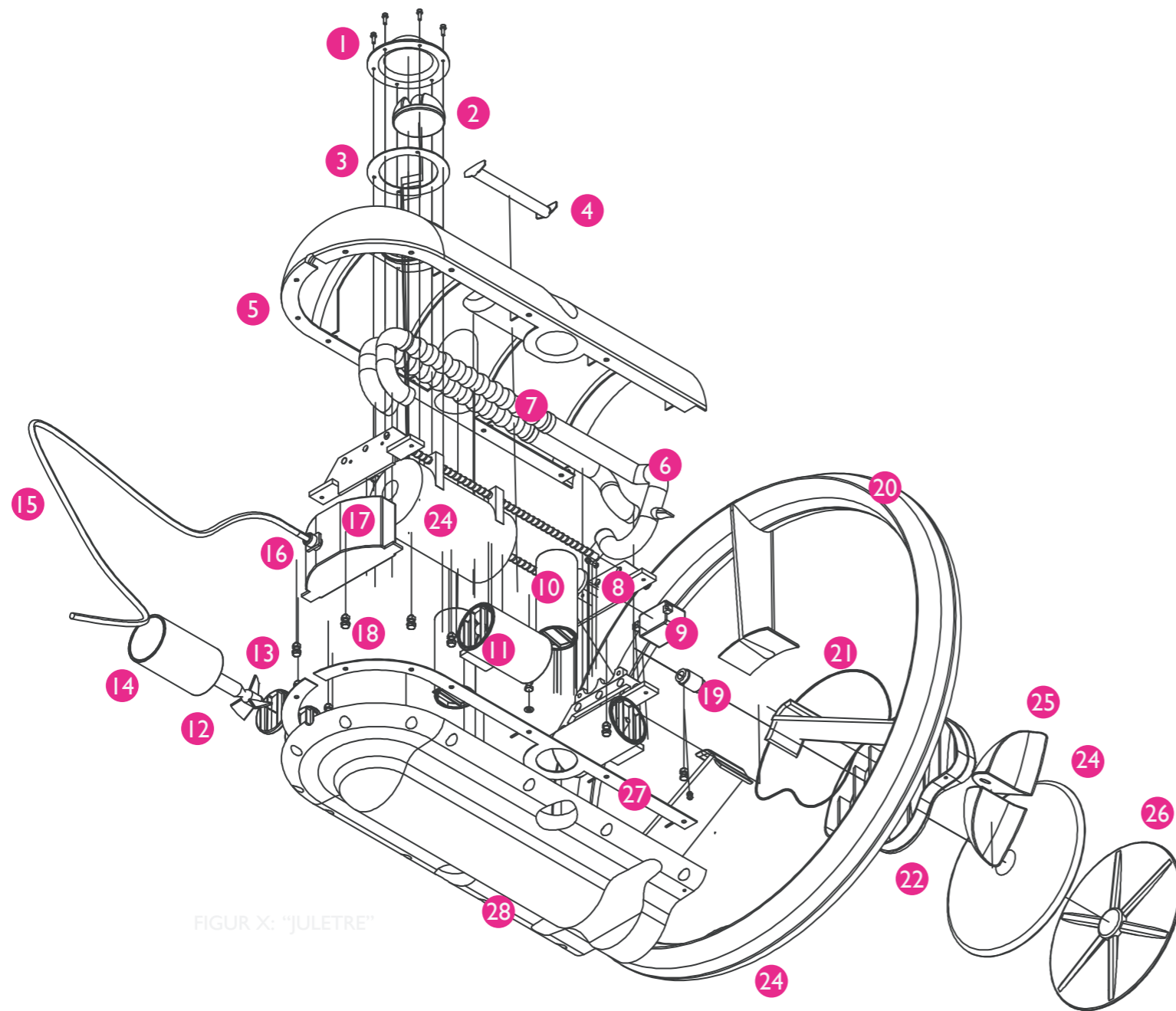
Skrøget skal sprøytstøpes i ABS-plast og er konstruert med tanke på å integrere flest mulige funksjoner rett i støpen. Dette være seg monteringsflater/krybber for de andre komponentene av vaskeroboten, samt monteringshull med integert mutterhode-stopper, for enkel motering av huset. En del tynne "spant" er også ilagt formen for å øke styrke med mindre vekt.



# DETALJERING: MÅL OG DELELISTE







FIGUR X: "JULETRE"

1. PLEKSIKLASS, BESKYTTELSE KAMERA
2. KAMERA
3. PAKNING
4. HÅNDTAK
5. TOPPDEL AV HUS
6. RØR TIL PUMPE
7. FLEKSIBEL SLANGE
8. LINEÆR AKTUATOR
9. ELMOTER AKTUATOR
10. THRUSTER 75MM
11. THRUSTER 95MM
12. PROPELL
13. BESKYTTELSESEKSEL, PROPELL
14. HUS, PROPELL
15. LEDNING
16. PAKNING/FESTE, LEDING
17. ELEKTRONIKK
18. BOLTER, M8
19. AKSEL, RØR
20. STABILISATOR
21. PAKNING, FRONTDEKSEL
22. FRONTDEKSEL
23. VANNINNSUG
24. BESKYTTELSESEKSEL
25. VANNINNSUG
26. VASKESKIVE
27. PAKNING, HUS
28. UNDERDEL, HUS

FERDIG PRODUKT:  
AUTOMERD



## OM RESULTATET

Vaskeroboten, AUTOMERD møter et uttalt behov fra oppdrettsnæringen, - muligheten for en automatisert vaskeløsning. Rene nøter er påviselig essensielt for å produsere fisk på en etisk og økonomisk måte, derfor er filosofien om kontinuerlig bekjempelse av groe gunstig, da man men mindre strev sikrer et kontinuerlig rent miljø i merden og god gjennomstrøming.

I tillegg skisserer den muligheten for å utvikle et nytt flerfunksjonelt verktøy som i tillegg til groebekjempelse kan brukes til oppgaver som f.eks inspeksjon, overvåkning og reparasjon. Den baserer seg på teknologi som er innen rekkevidde og tatt i betraktning de enorme verdiene som en merd allerede i dag representerer, er ikke nødvendigvis investeringen stor.

Fortsetter trenden med større anlegg, lenger ut til havs, med vanskeligere forhold er det naturlig å se på automatiserte løsninger som frigjør mennesket fra de verste påkjenningene. I stedet for å bruke servicebåten bort til merdkanten for å fjerne ned ekstra kontrollkamera, kan man se for seg at man tar vaskeroboten ut av drift en kortere periode for nettop et slikt oppdrag.

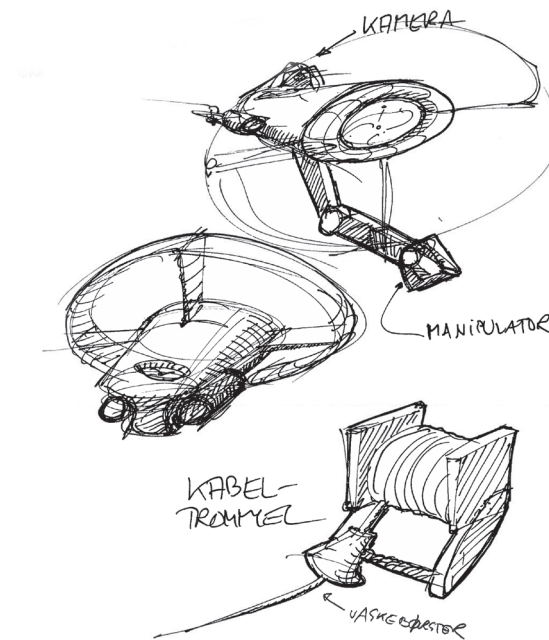
## VIDEREUTVIKLING

For en eventuell videreutvikling av roboten vil først og fremst en del testing være nødvendig. Spesielt med tanke på hvor stort trykk man trenger for å ta bort alger tidlig i etableringsfasen. Deretter må konseptets strukturelle prinsipper ytterligere utvikles og sist men ikke minst trenger hele roboten en formessig rafinering mtp. hydrodynamikk og funksjonalitet.



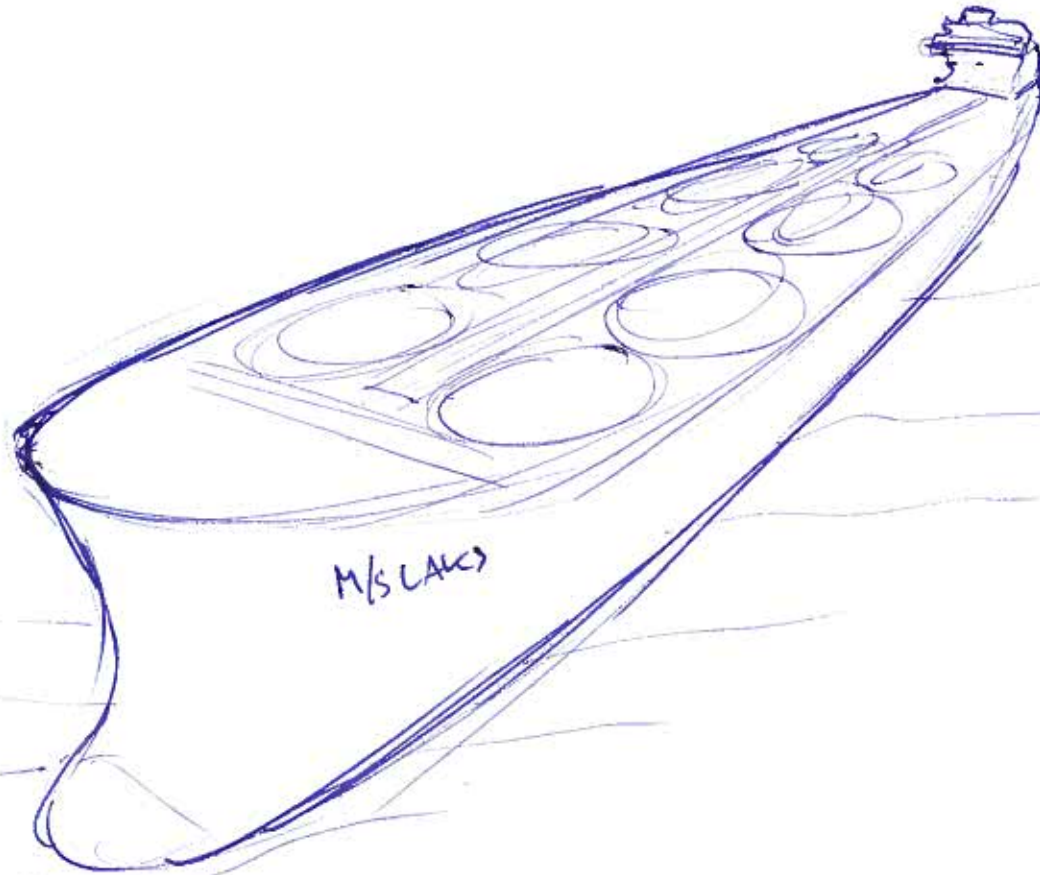
APPENDIKS  
lakseoppdrett 2020  
lars helland bjertnæs

Dette appendikset inneholder skisser fra hele prosjektprosessen. Skissing var en viktig del av arbeidet i gruppa. Noe materiale er desverre forsvunnet i prosessen.





71

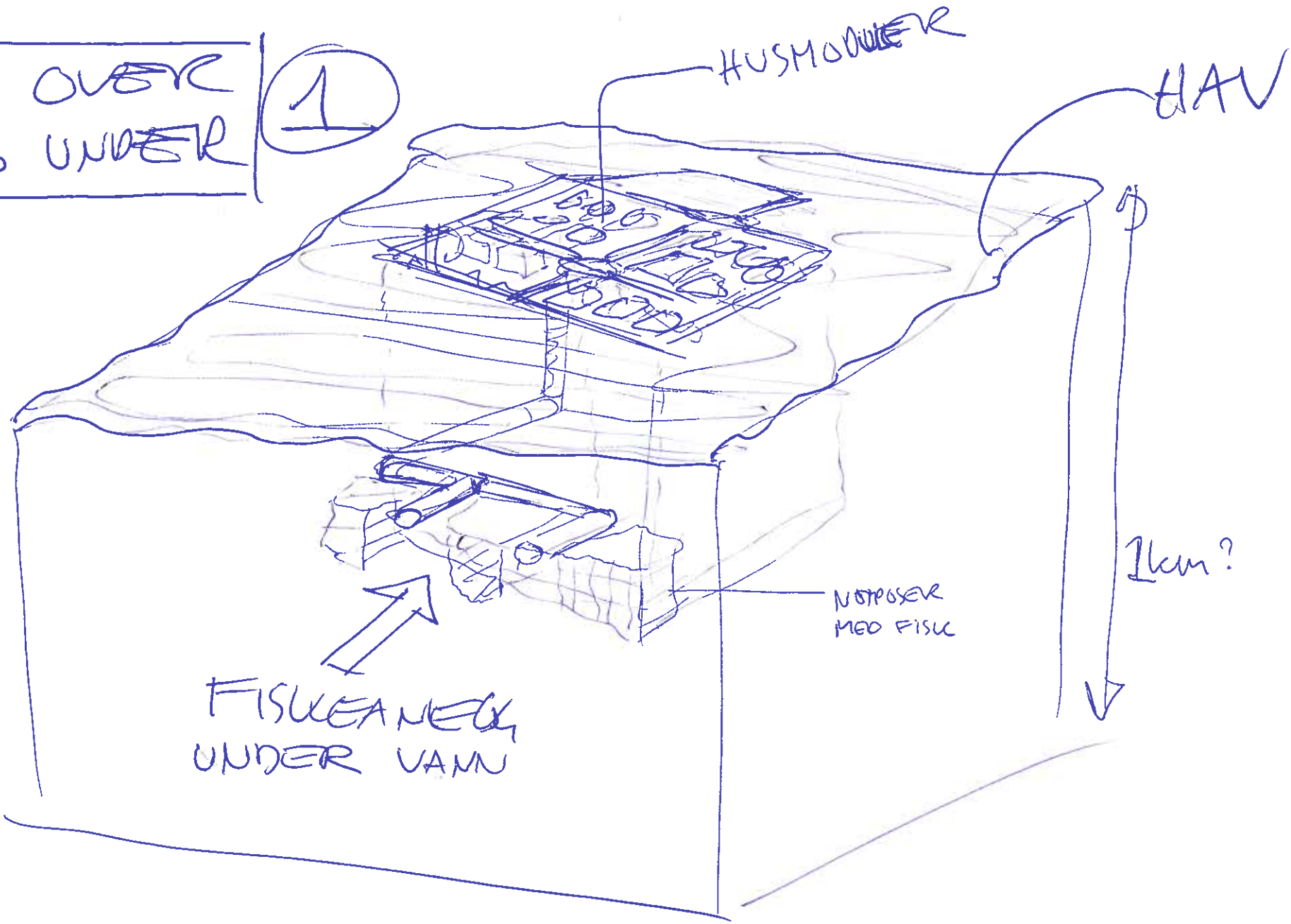


UTRANGSJEKTE  
OLJETANKERER  
SOM "OPPRETS-  
BASENGER"

LUKKET SYSTEM

BO OVER  
JABB UNDER

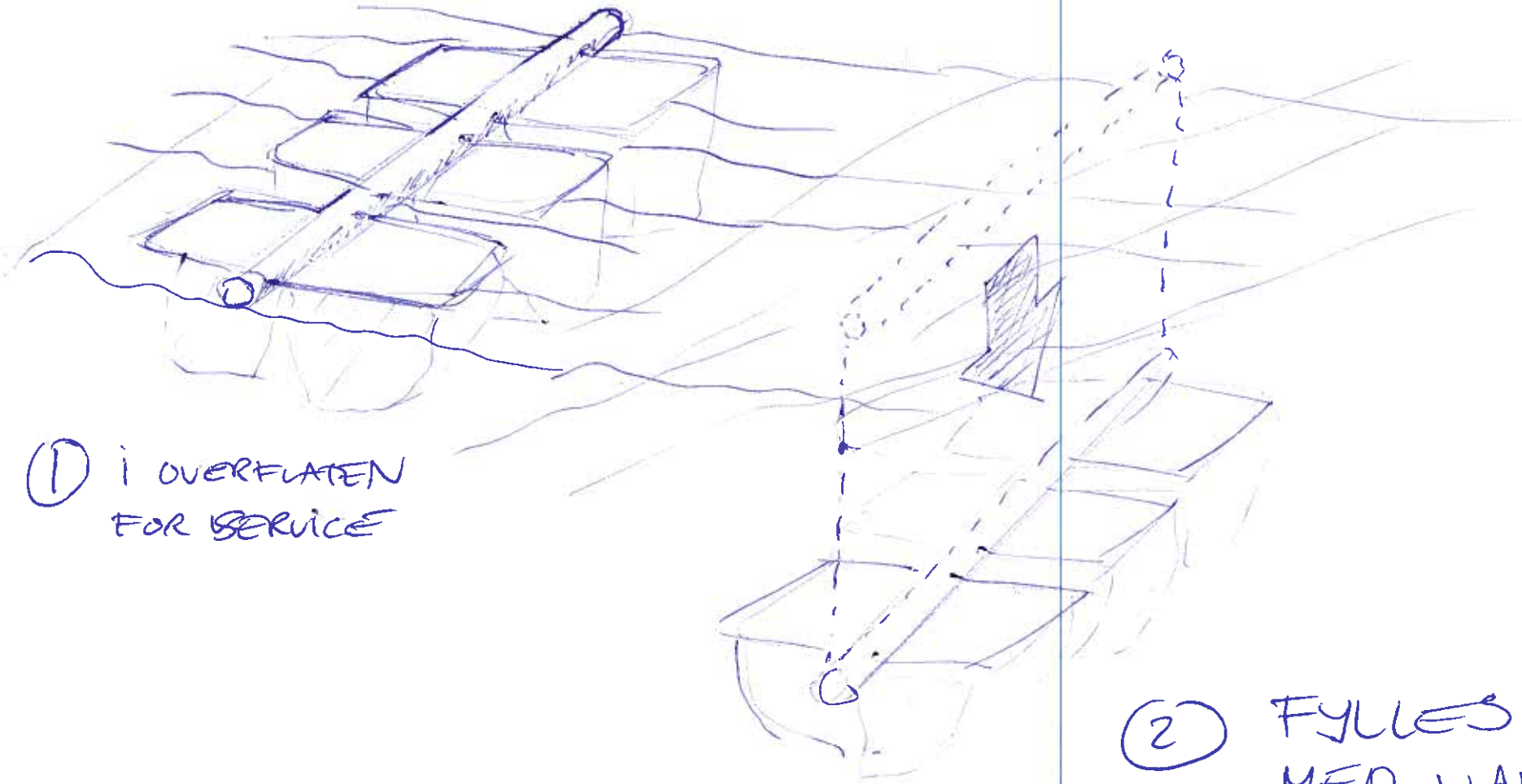
1



BO OVER / JABB UNDER

SE

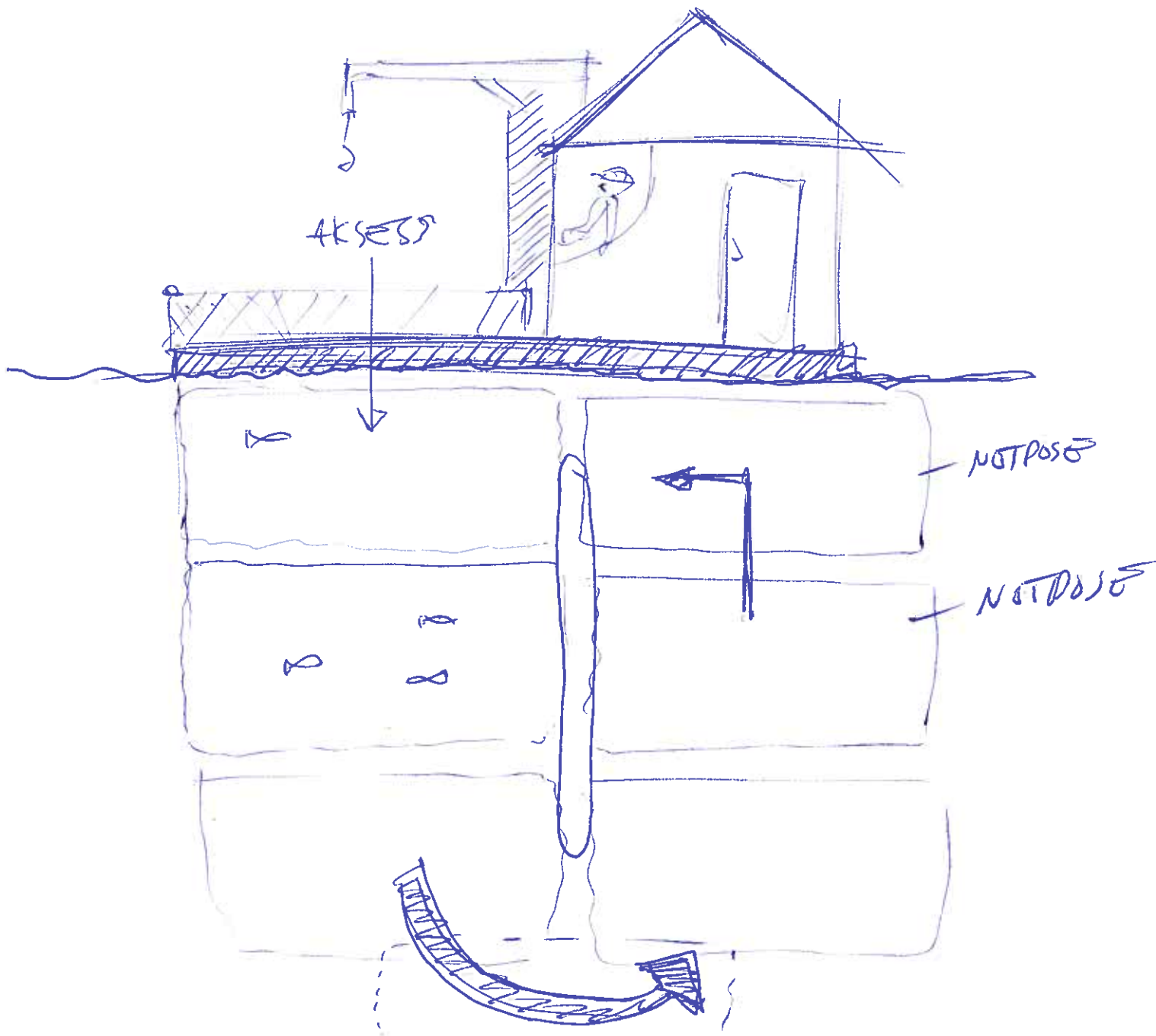
# SENKEMODUER AV 6 MÄRER



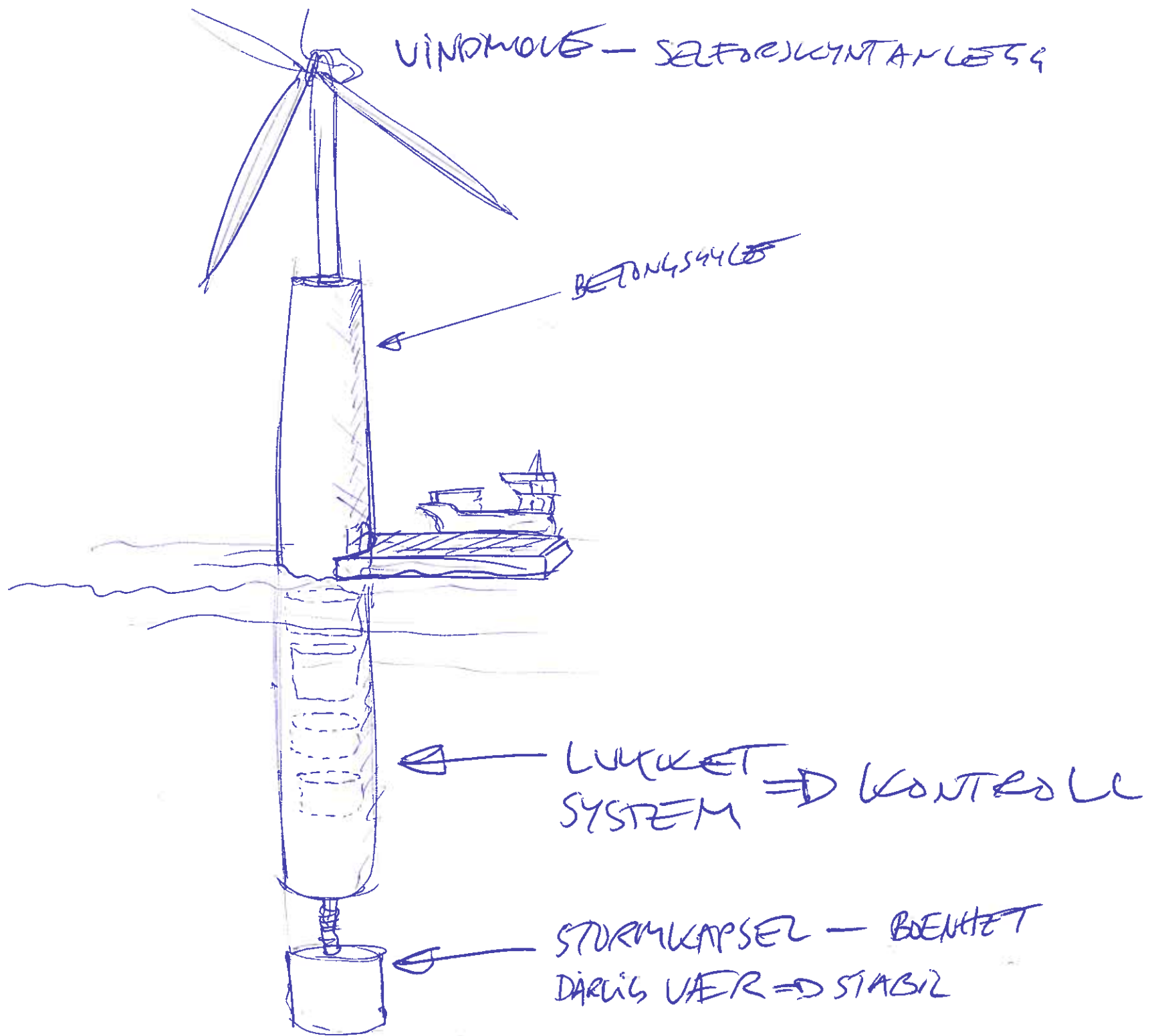
① i ÖVERFLATEN  
FÖR SERVICE

② FYLLES  
MED VANN  
FÖR "LAGRING"



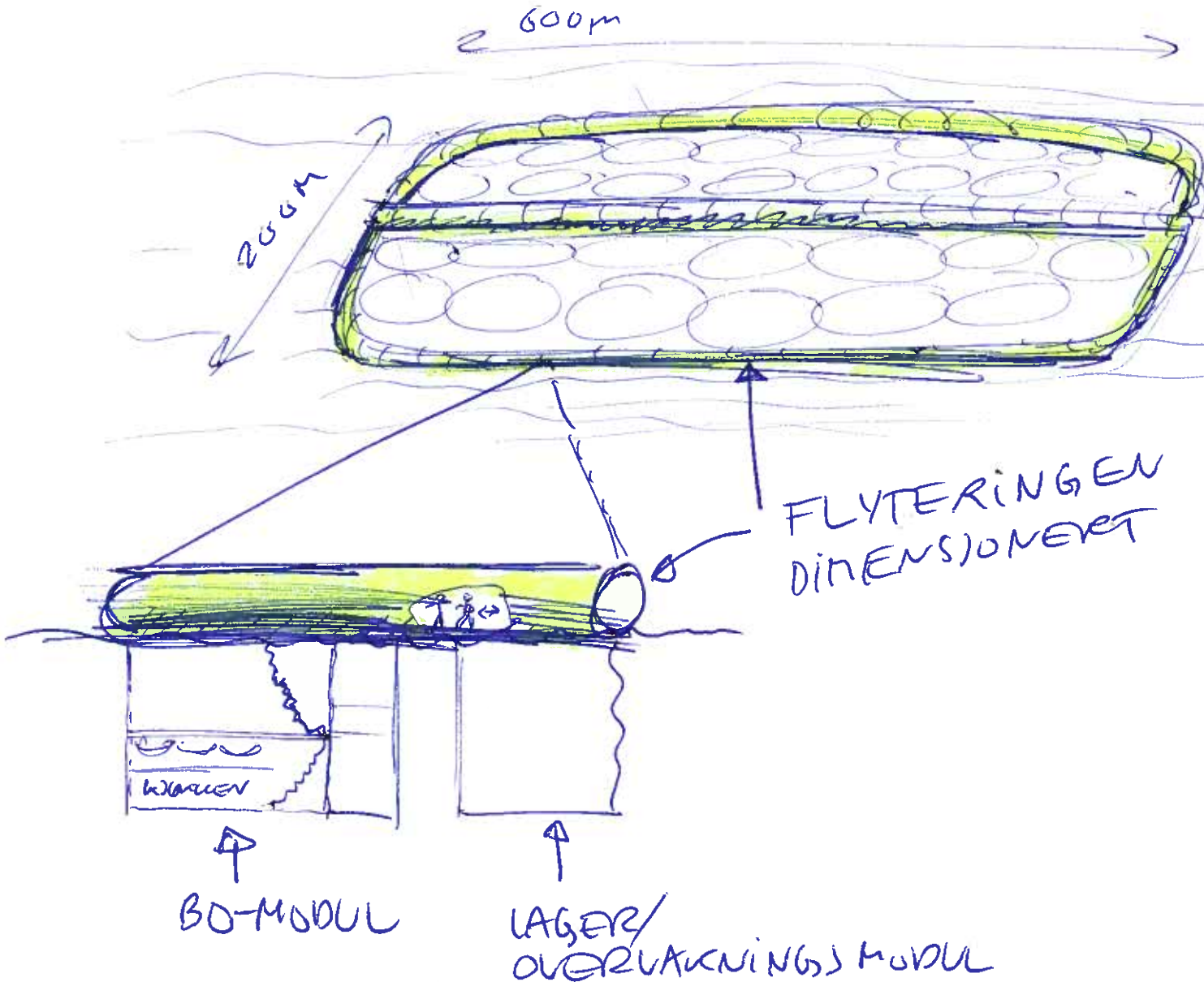


VINDMØL - SELFORSKYNTANLØS

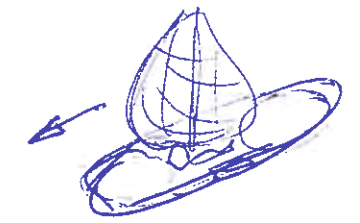
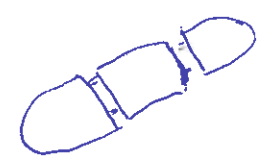
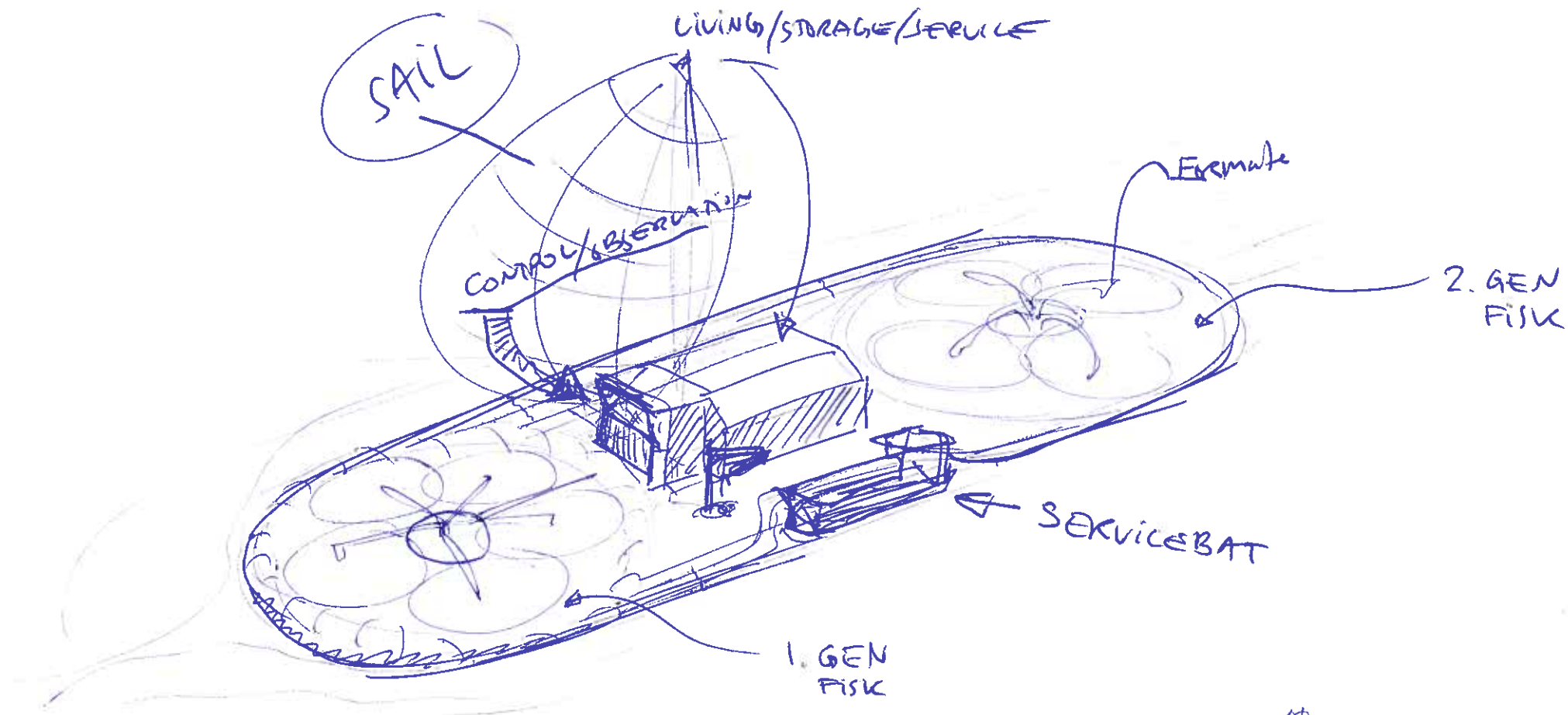


# UNDERVANNIS - ANLEGG

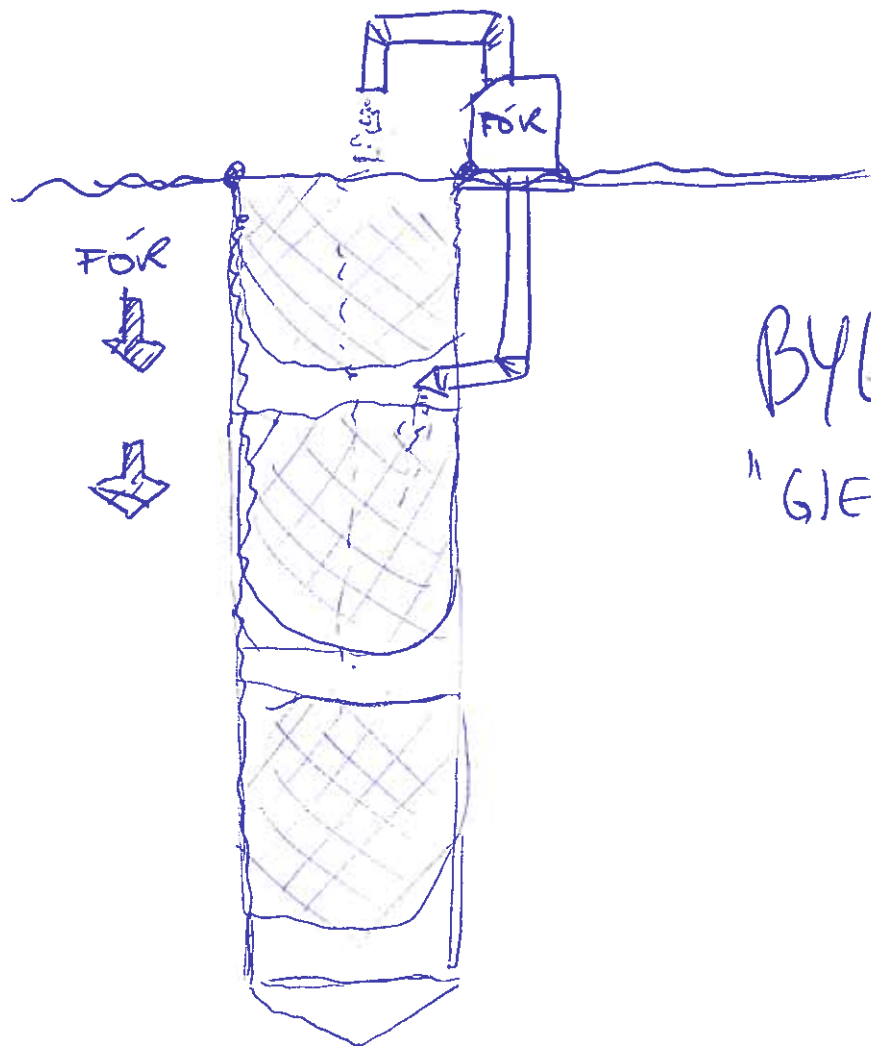
- PRO: VANN ISOLERER
- IKKE SJENEREMPE
  - DYNAMISK KONSTRUKSJON



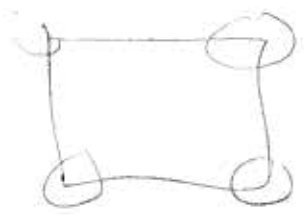
ER FUNGERER SOM  
BESKYTTELSE  
OG INFRASTRUKTUR.



SAILING TO  
OBTAIN CURRENTS  
IN WATER!

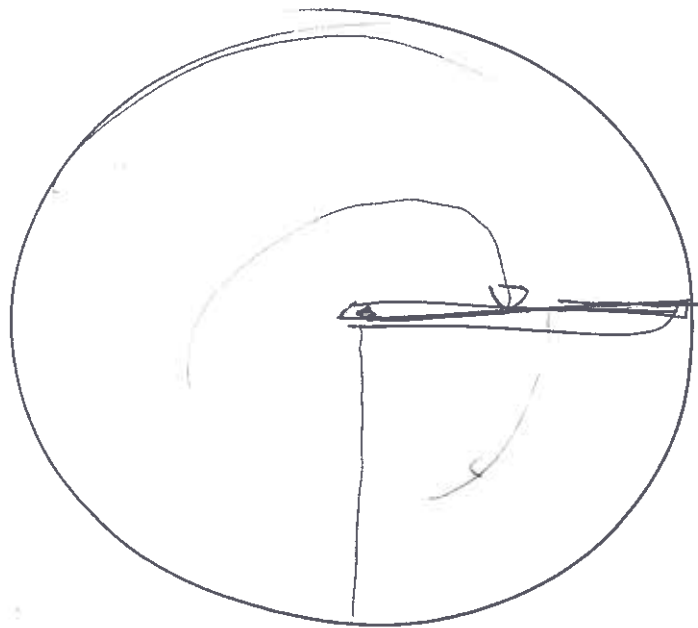


BYGGE I DYPET!  
"GJENNWINNER FORET"



ENERGI

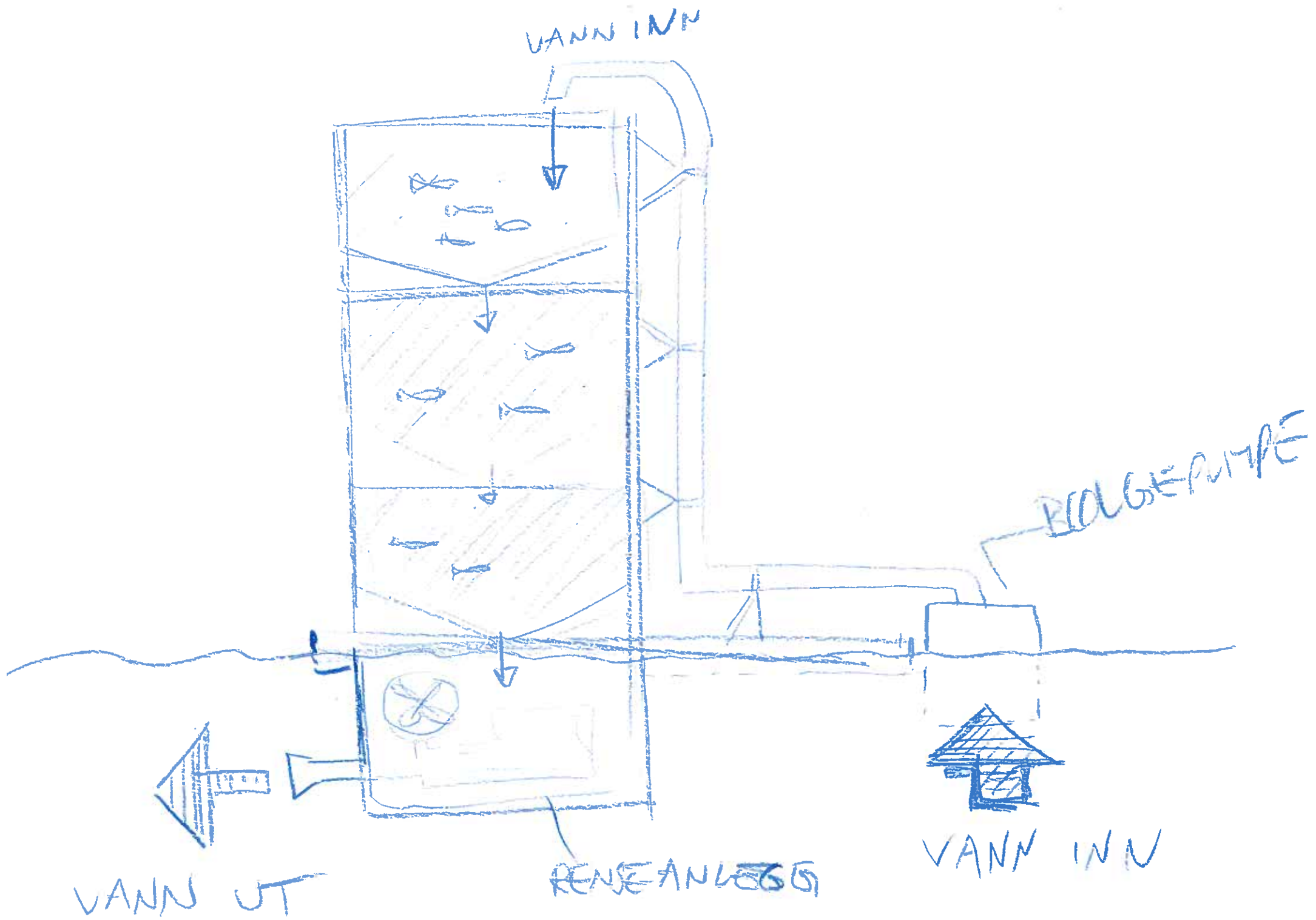
ENERGI

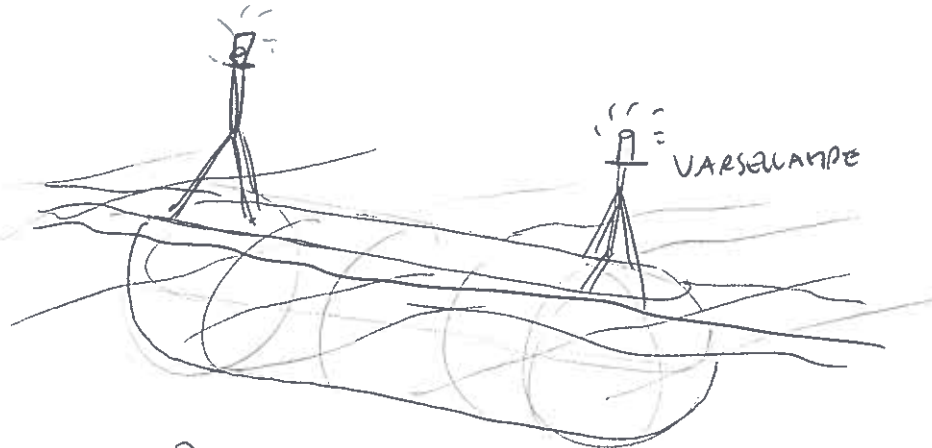
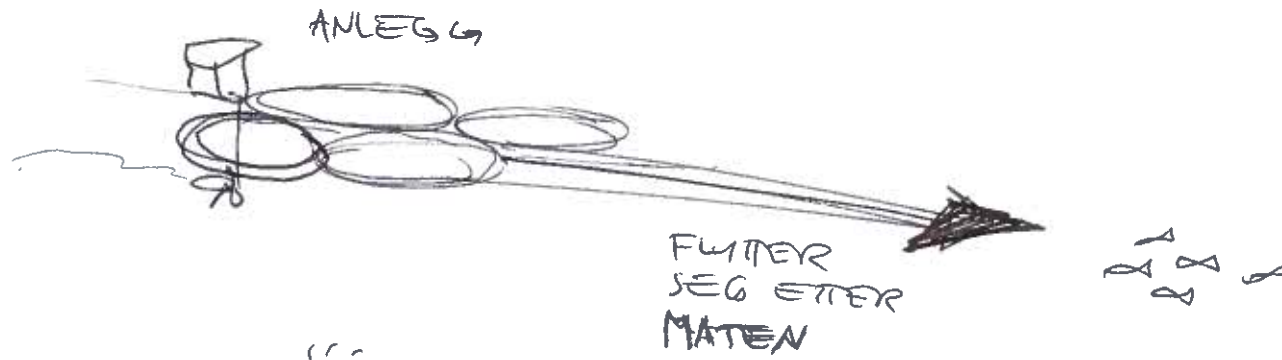


HVAL?  
(KUGLE TEST)

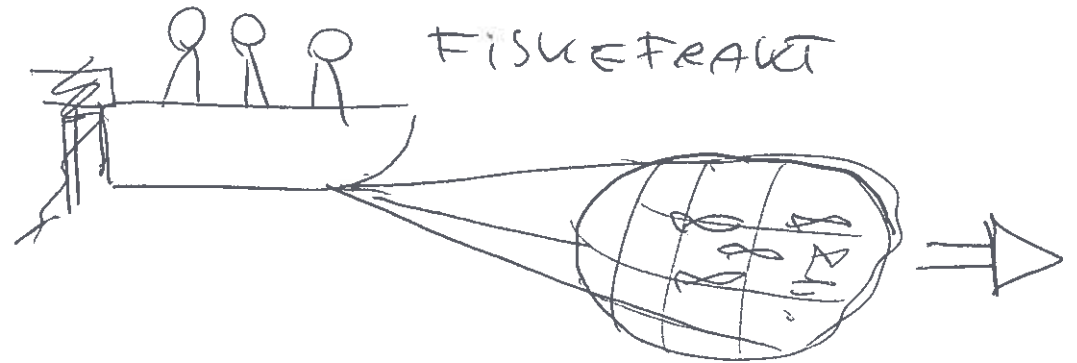


MAR POTERER  
MED HAUSTROM



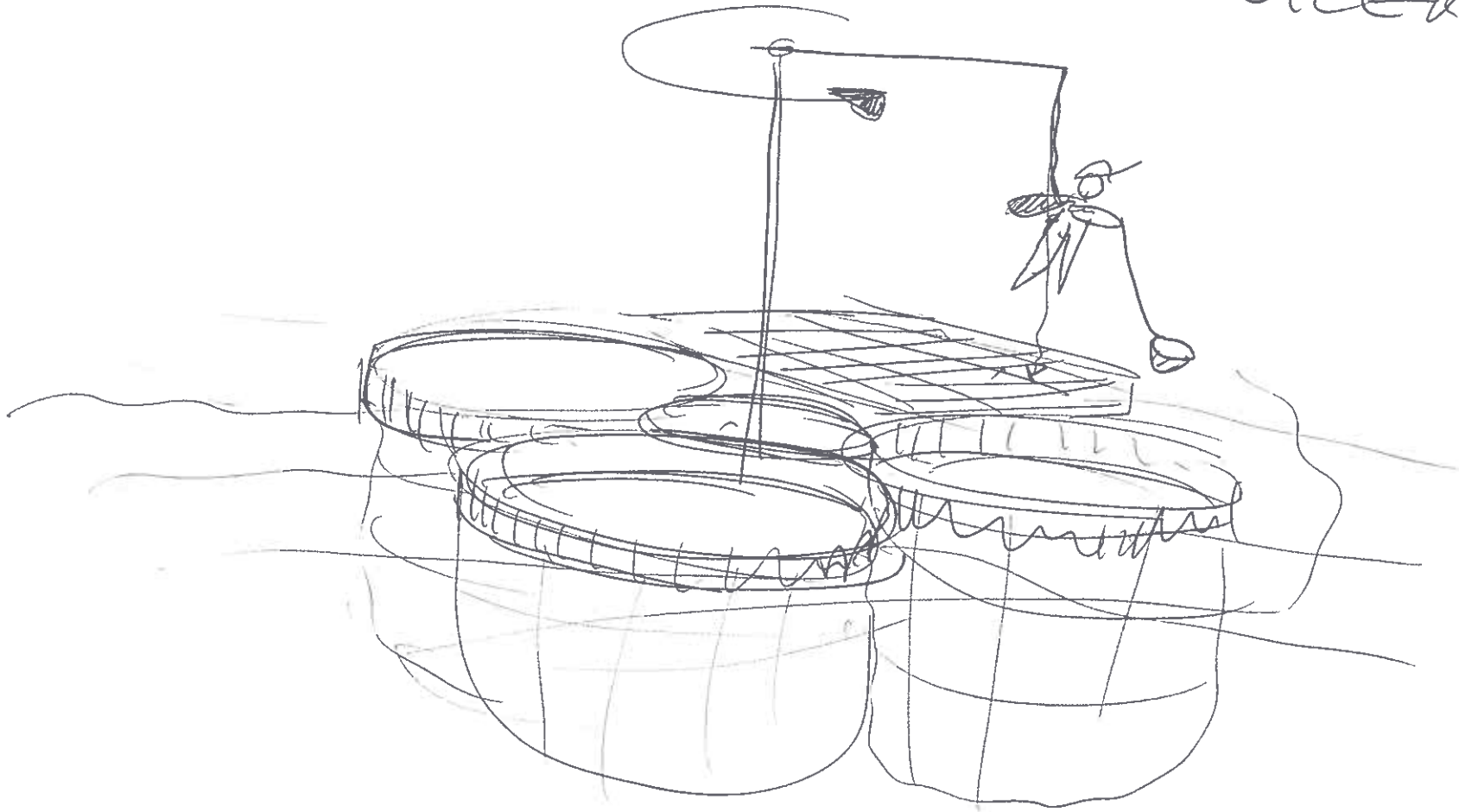


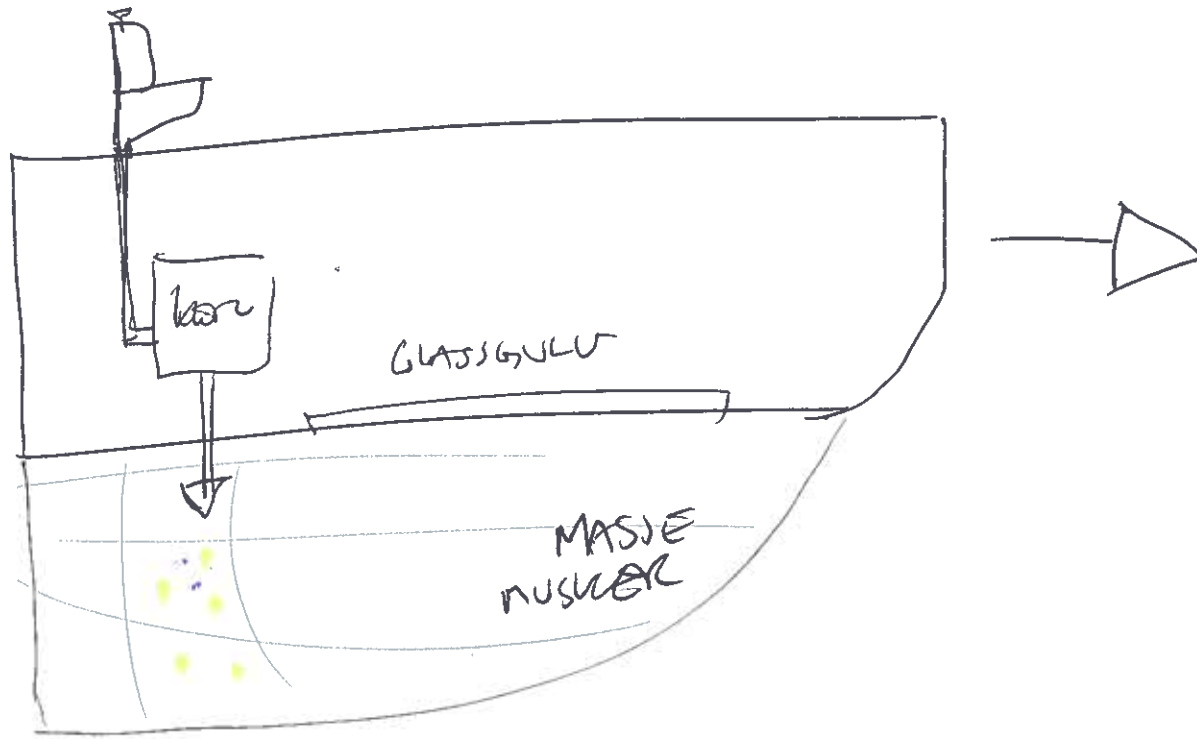
PROSEMYR/UBÅT

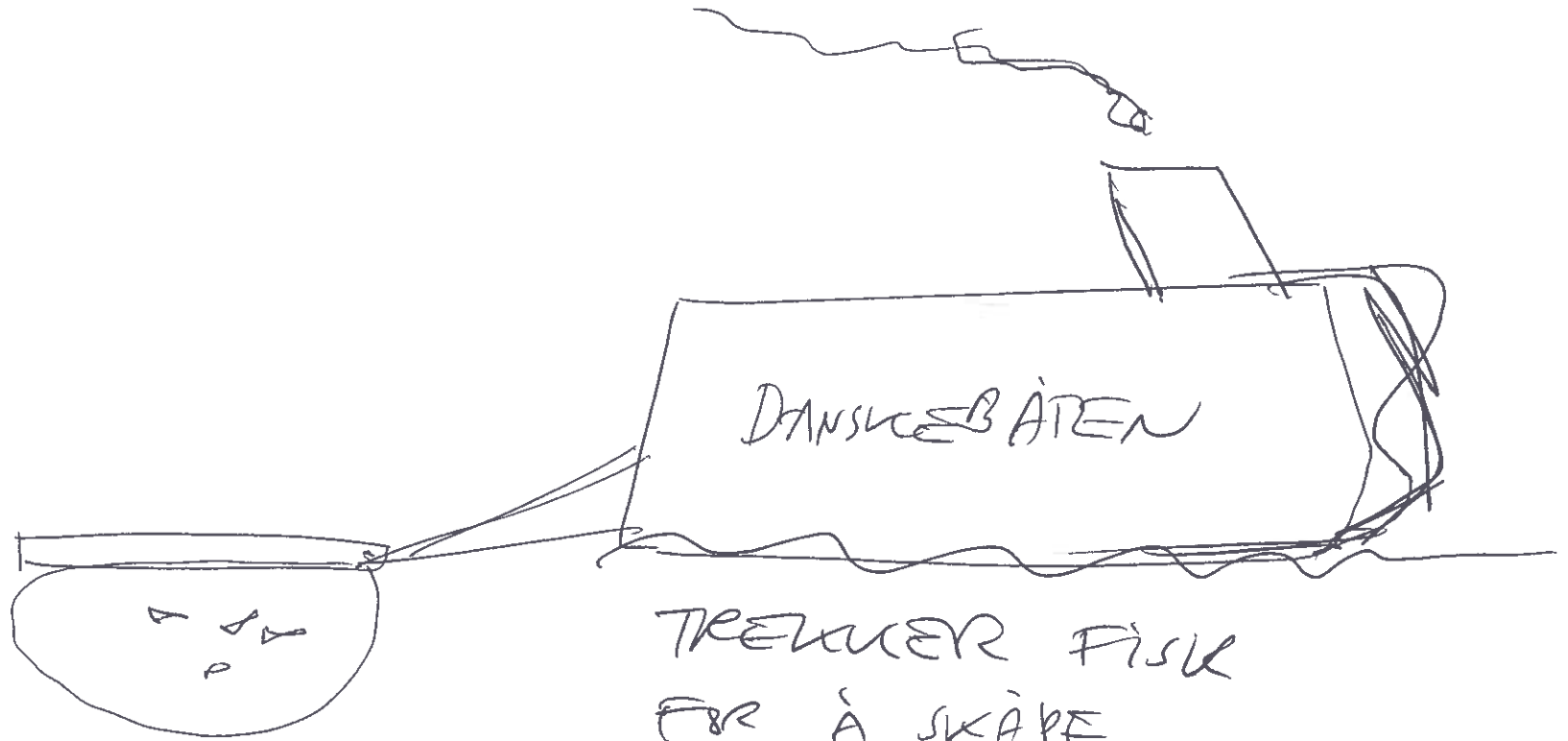




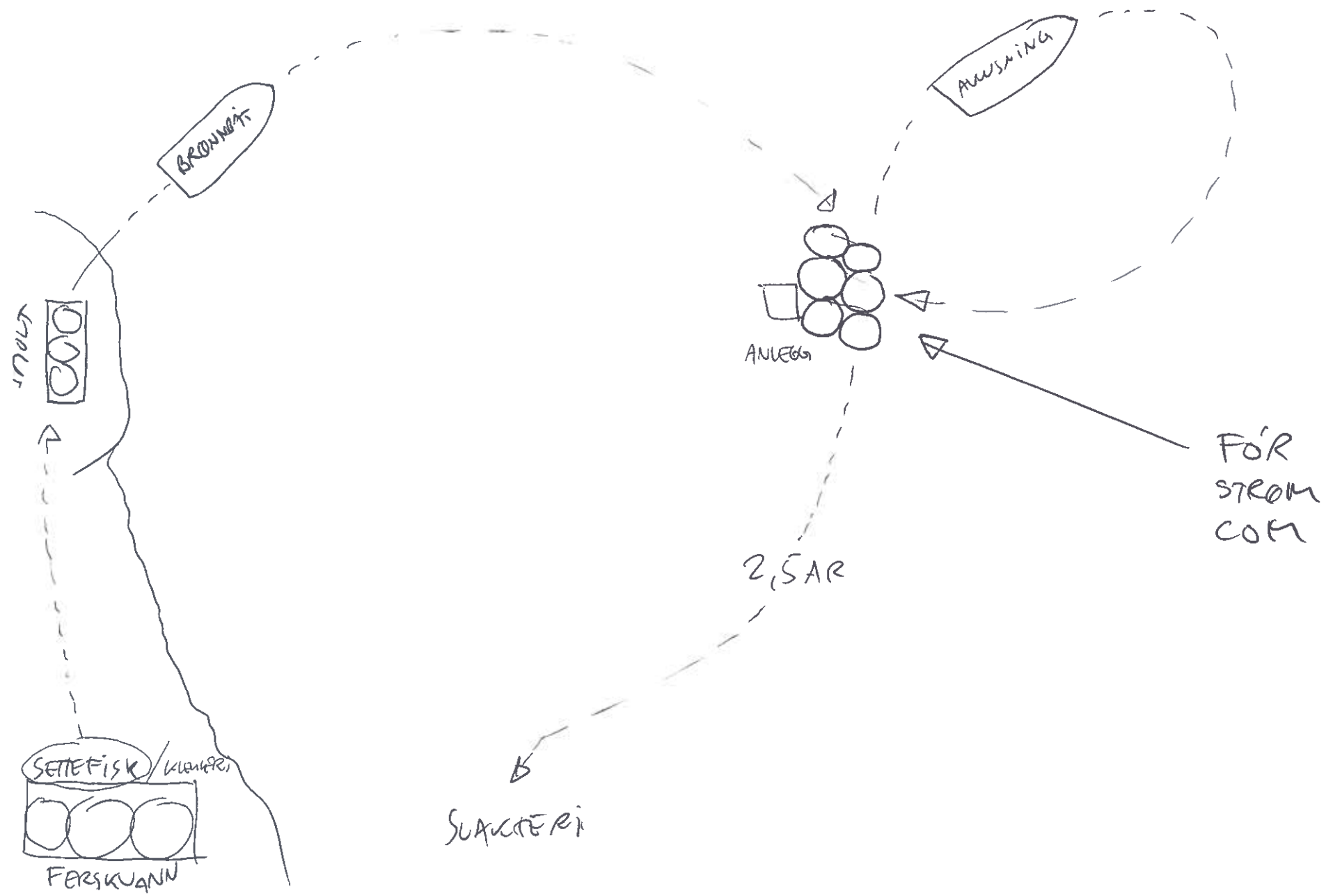
SERVICE KRAN / STRIKK







TREKKER FISK  
FOR Å SKÅPE  
STRØM TIL CAUSEN.

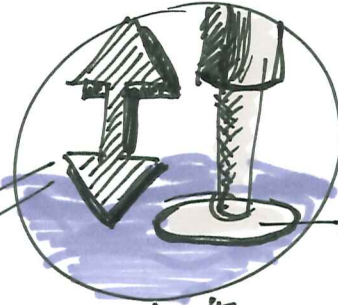


SATELLITE  
COMMUNICATION

SOLAR CELL

FÜR

PROJ. UNIT



FLUTTER

WAVE-POWER

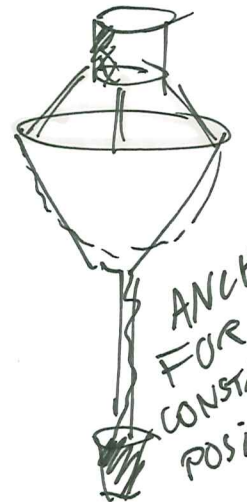
HARD-SAIL TO CONTROL  
POSITION

OR



ENGINE/PADPELLER

OR

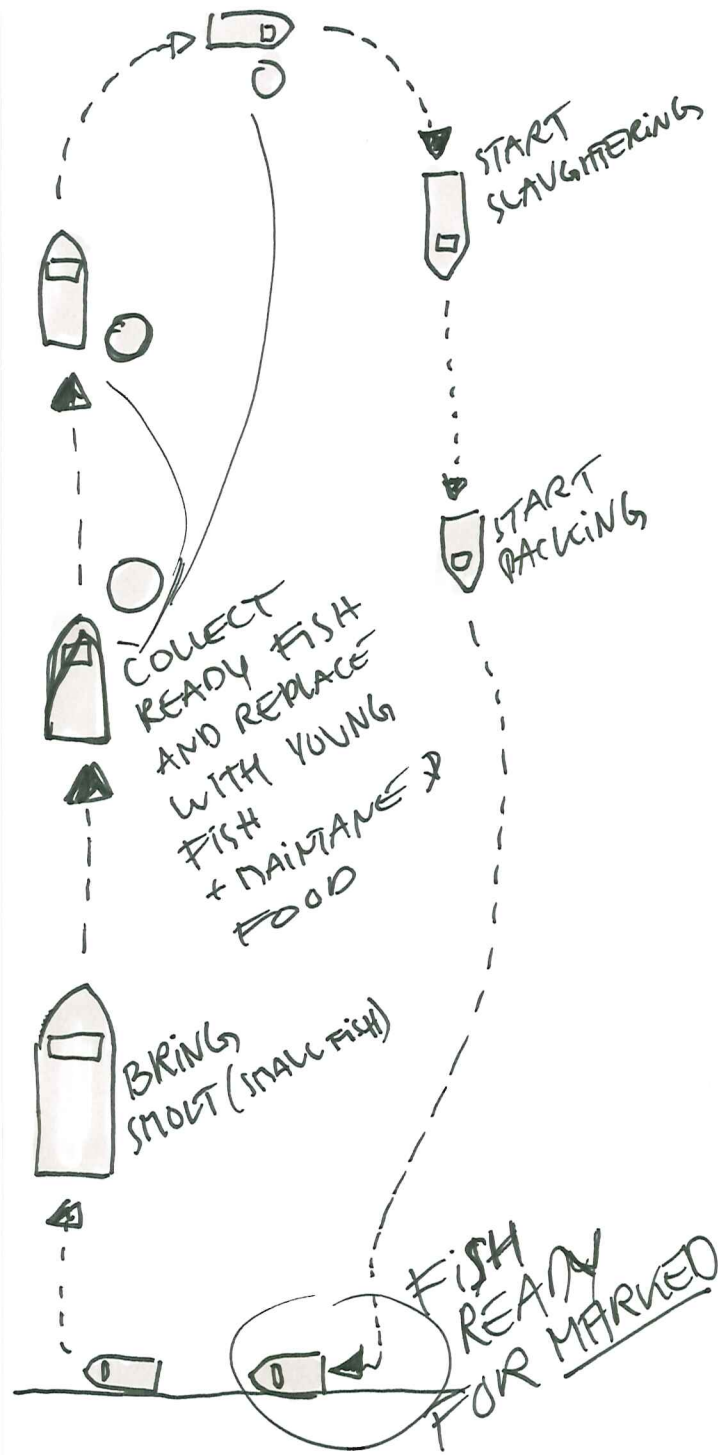


ANCHOR  
FOR SAME  
CONSTANT  
POSITION

• VIDEO SURVILLANCE

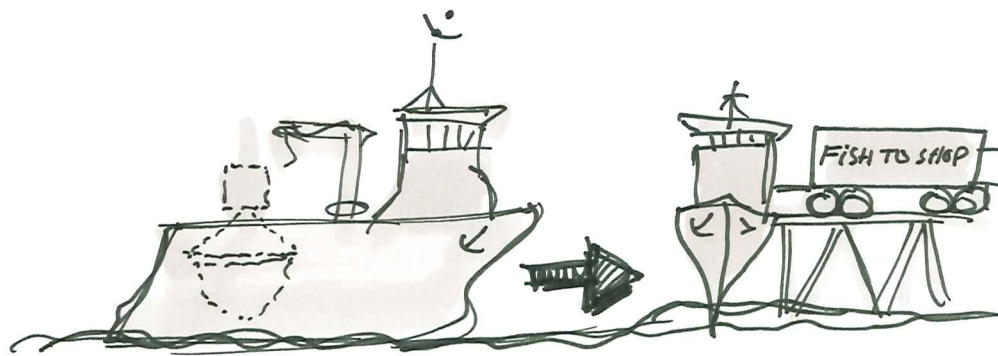
• "KILL-ALL" WHEN ESCAPE

**UNIT-SYSTEM**



### MERO-UNIT

- SELF PROVIDED WITH POWER AND FEED
- CAN MOVE AROUND TO OPTIMIZE ENVIRONMENT-IMPACT
- CONTROLLED FROM LAND
- PART OF "ECO-SYSTEM" WITH MANY OTHER UNITS.

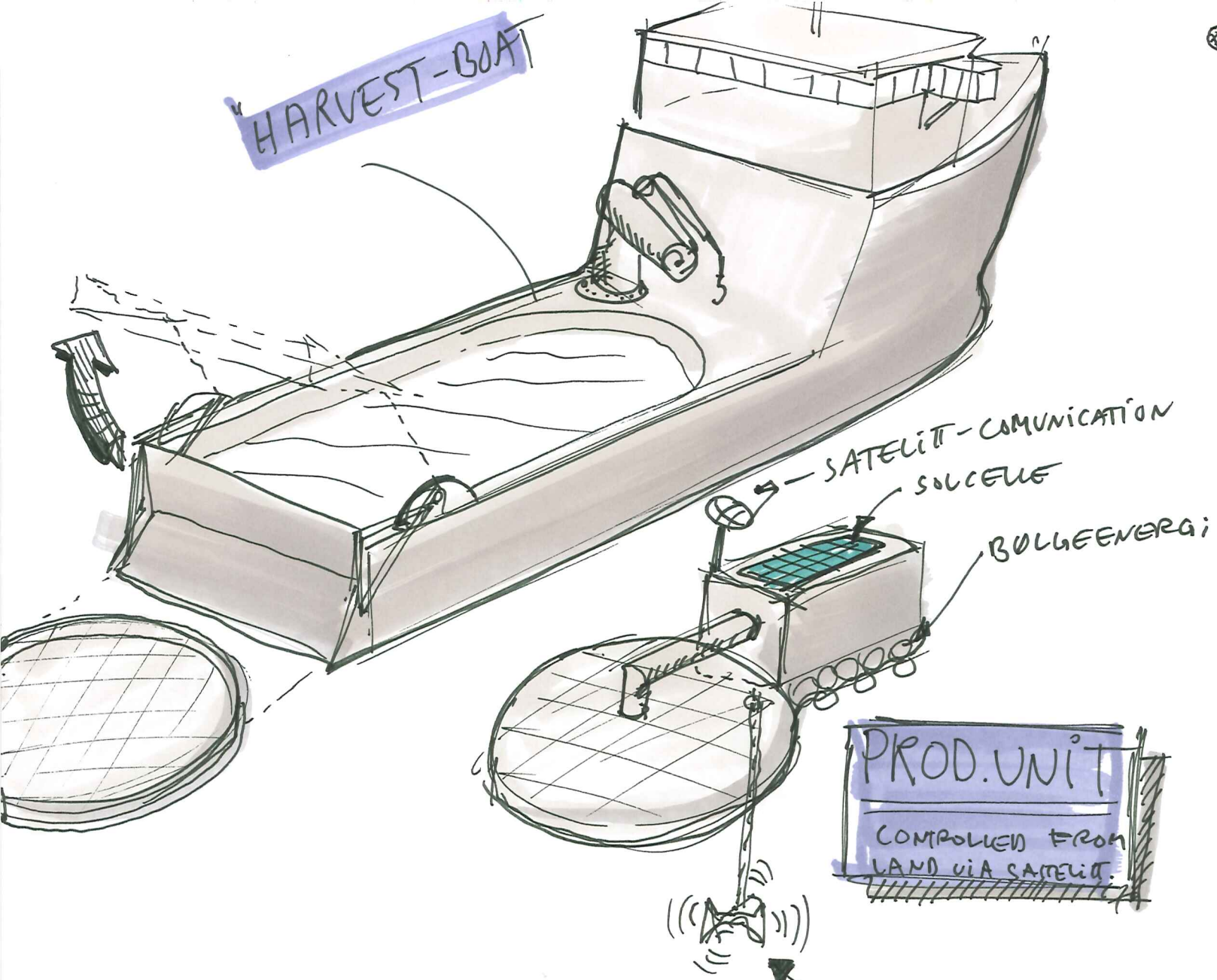


### TRANSPORT-PACKERY

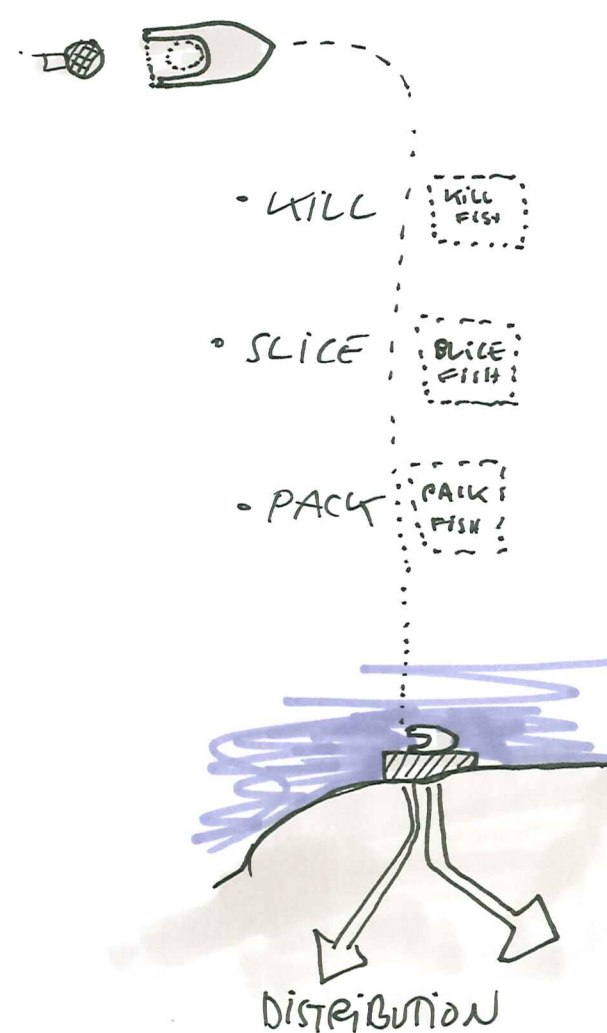
- ARRIVES WHEN FISH IS READY
- CHANGING PARTS FOR CLEANING/ MAINTAINANCE
- WHEN FULL OF FISH ⇒ PACKING FISH WHILE TURNING BACK TO HARBOUR

## UNIT-SYSTEM

# HARVEST-BOAT



SPREAD PROD-UNITS.



# UNIT-SYSTEM

V.1

ESCAPE-BACKUP WHEN HOLE IN MERE → HIGH-FREQUENCY KILLS ALL FISH WITHIN 100M.

DISPLACEMENT

- MOVES TO FIT WITHIN "ECO-SYSTEM" OF MERDS

EMPTY OF FEED

- MOVES TO CENTRAL FOR SUPPLIES

MERD-UNIT (AUTOMATED)

FISH READY

- MOVES TO CENTRAL FOR DELIVERY AND CHANGE OF "NOT POSE"

SYSTEM CENTRAL AT SEA

FISH FOR SLAUGHTER

FOOD ++

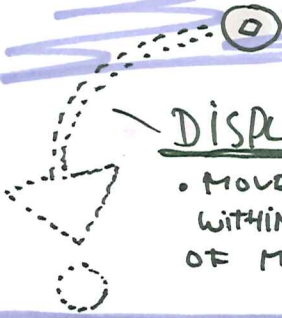
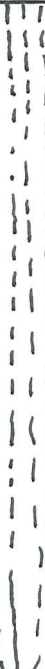
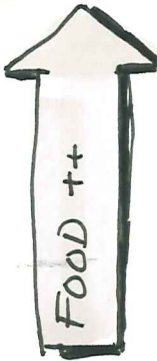
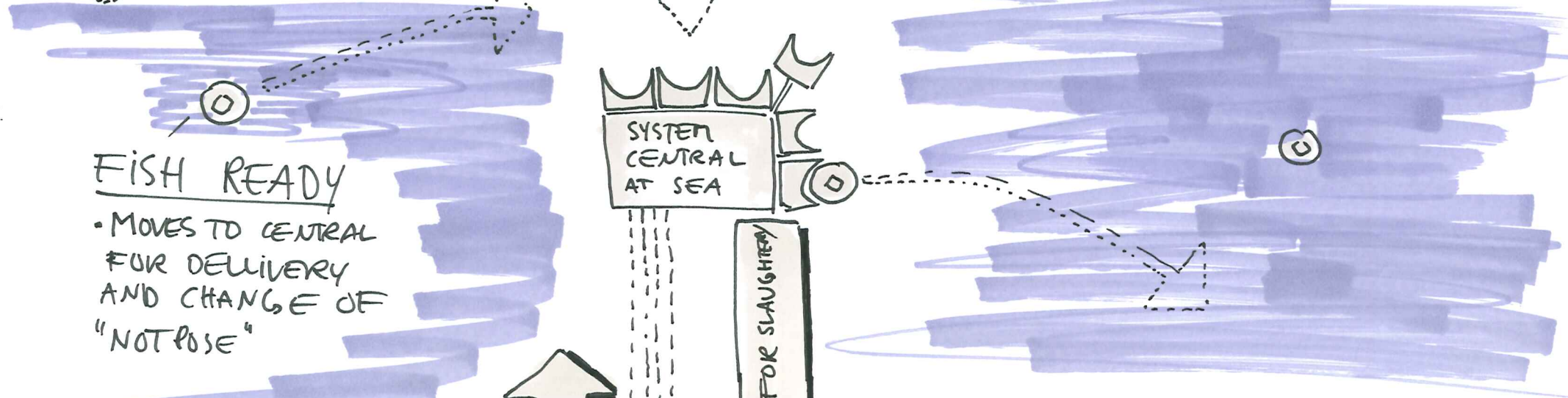
UNDERWATER PIPES

SLAUGHTER

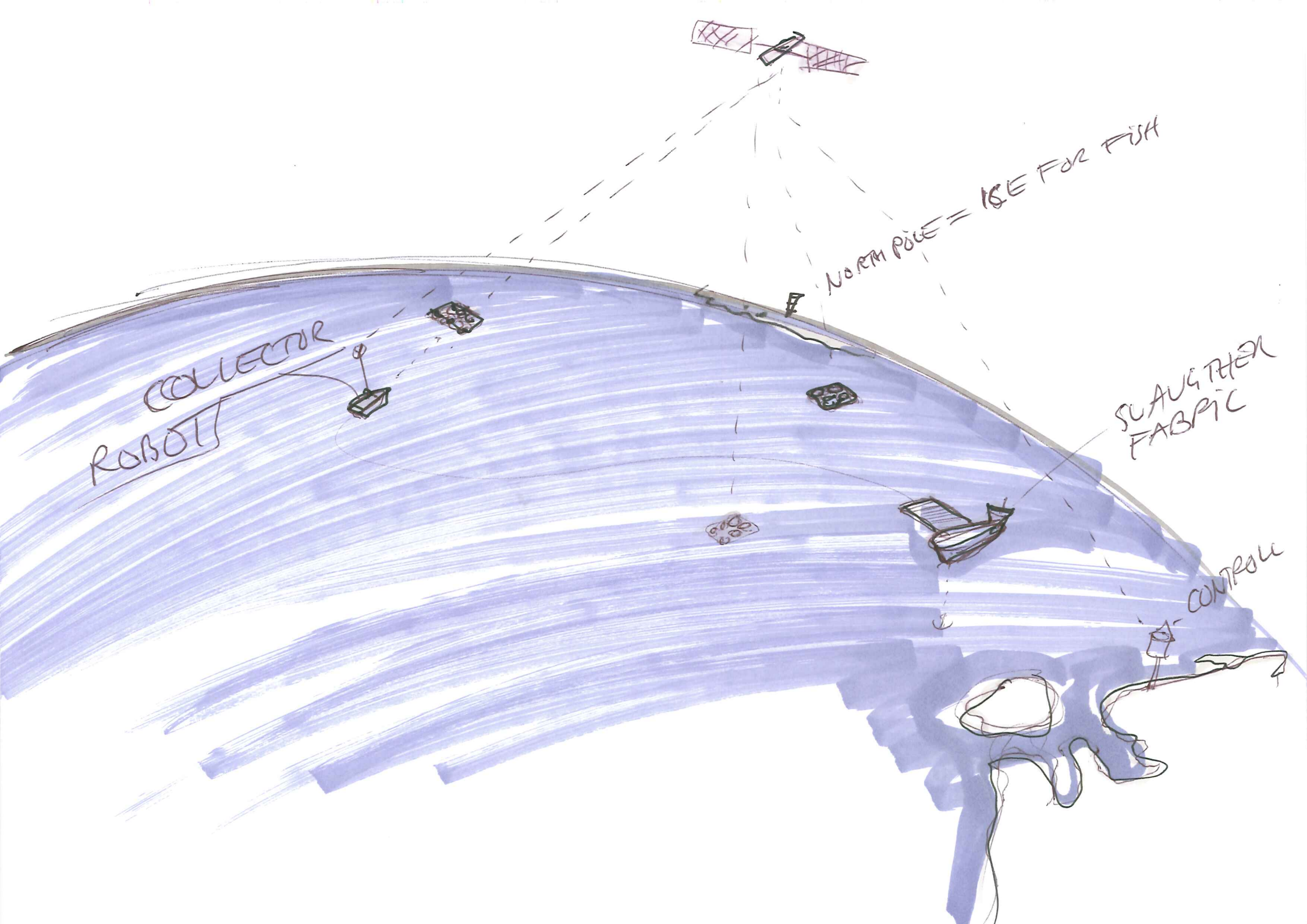
TO MARKED

UNIT SYSTEM WITH CENTRAL

- "ROBOT" MERDS
- MOVES AROUND TO GET BEST "POSITIONIN" WITHIN "ECO-SYSTEM" OF MEROS.







COLLECTOR  
ROBOT

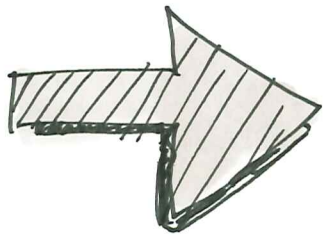
NORTH POLE = ICE FOR FISH

SUNGLASS  
FABRIC

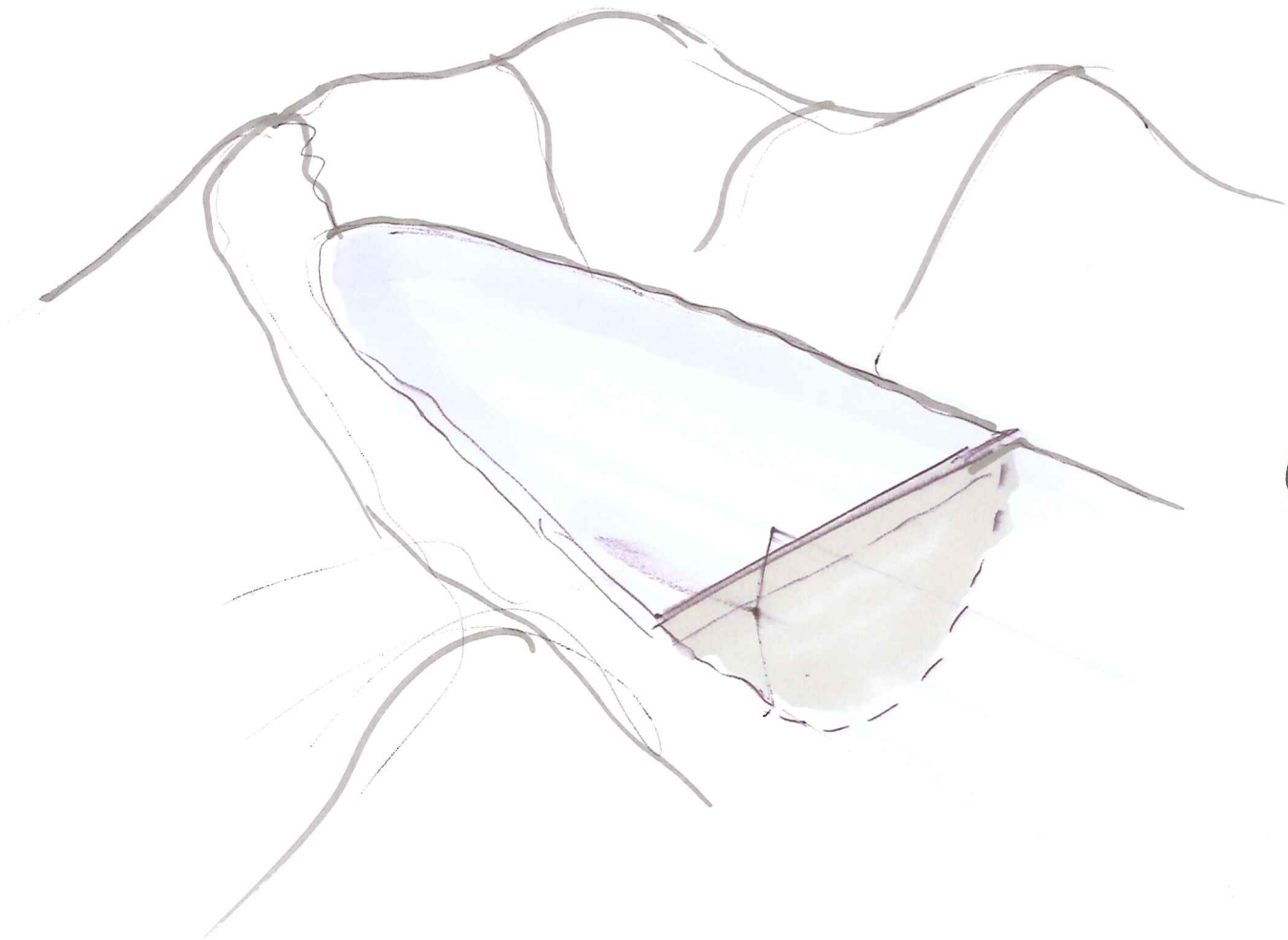
CONTROL



AS FISH  
GET BIGGER  
- TENDS TO  
MOVE FOR  
MORE SPACE



**TUBE-PRODUCTION**  
(UNDERWATER)



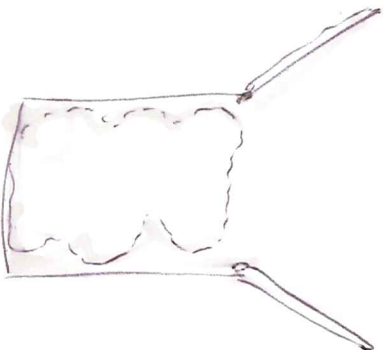
CLOSE TO  
FJORDS  
OF FISH



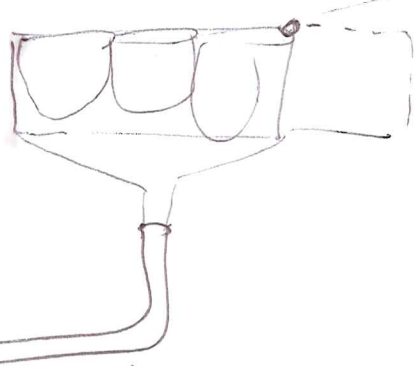
# FLOATING CLUSTERS

FLOATING CLUSTERS

COLLECTOR UNIT

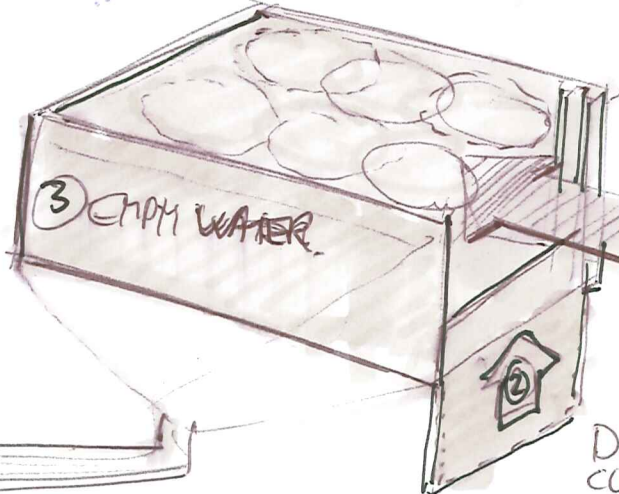
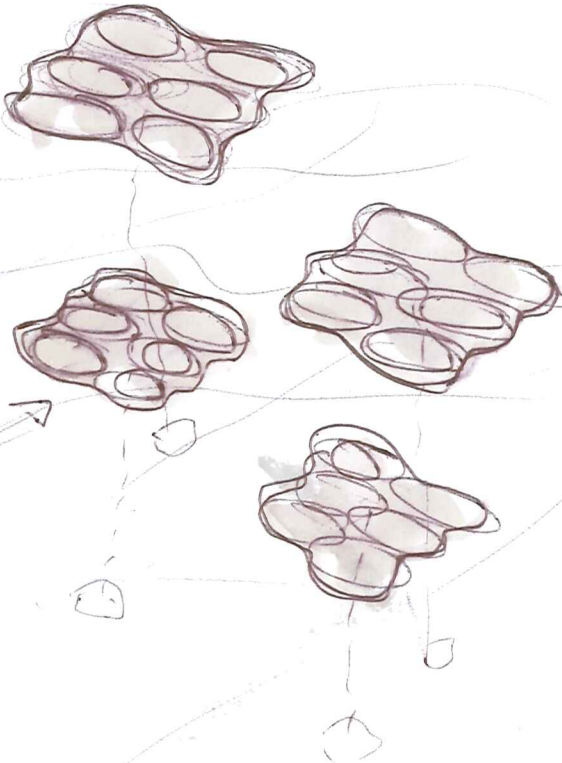
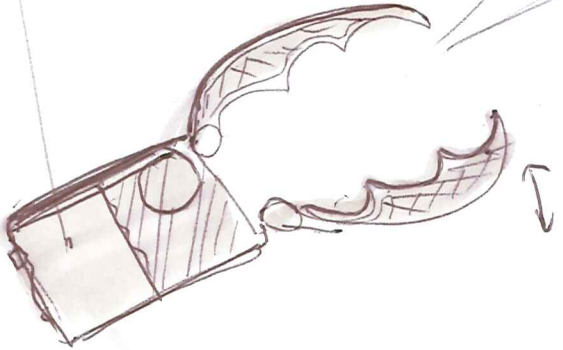


SWITCH

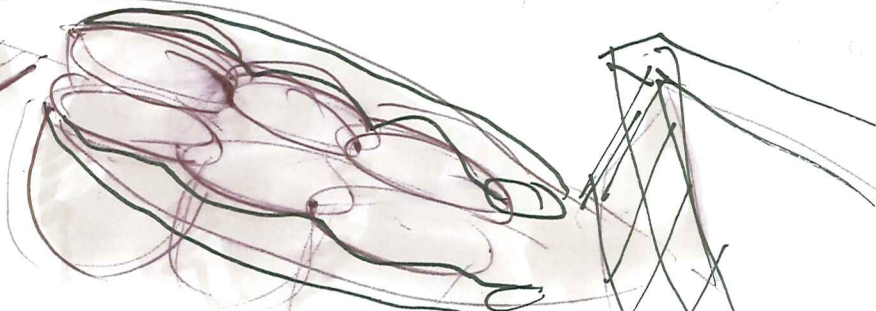


SUCKER

SUCKER

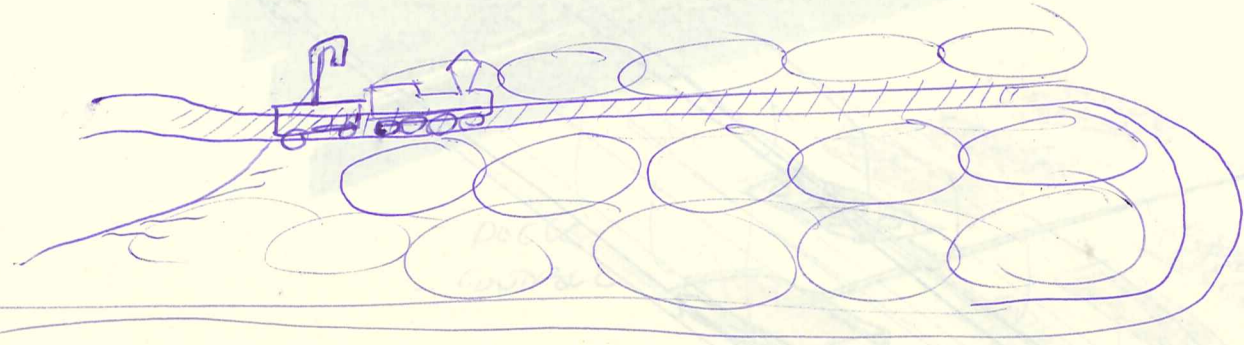
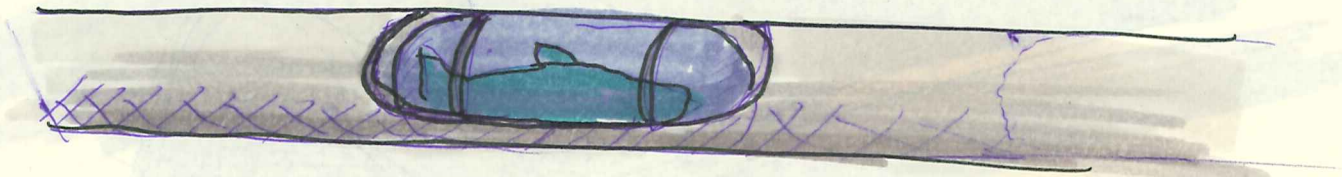


DOOR CLOSING



"FISH AS MONEY"

TRANSPORT FISH AS "MONEY"

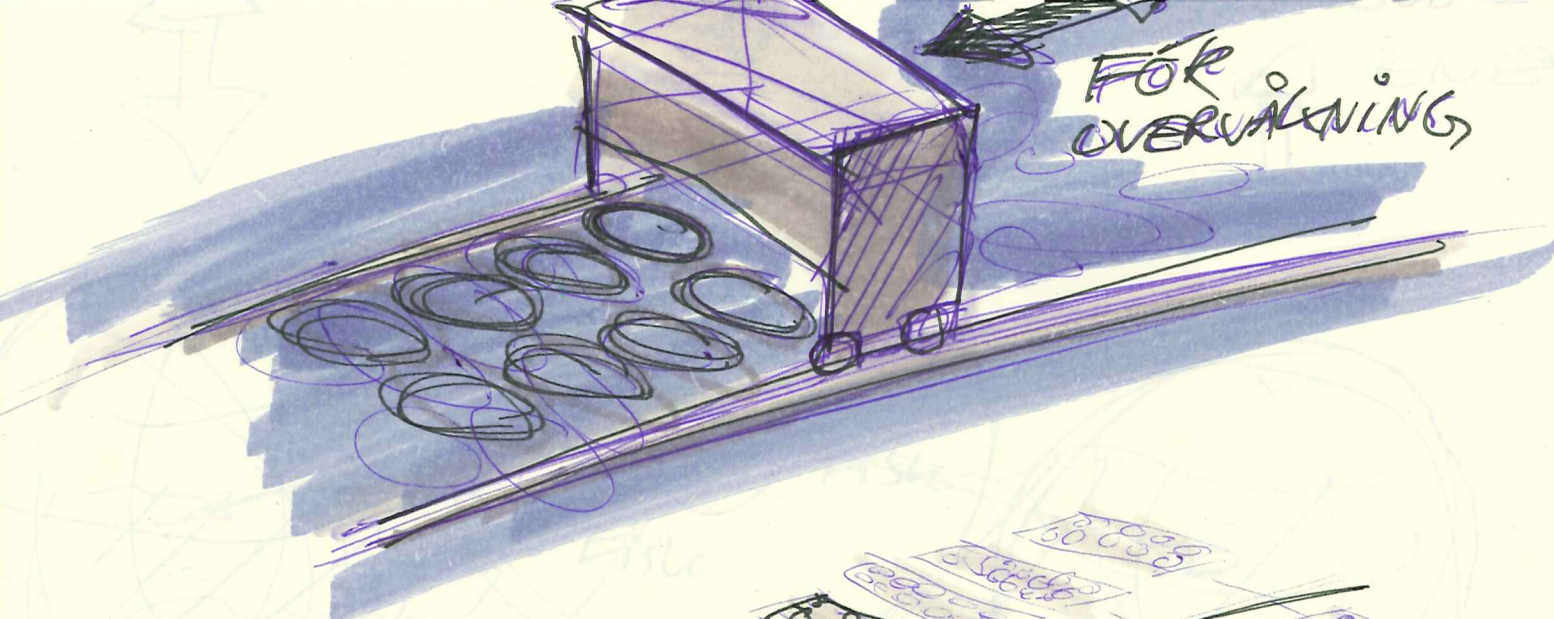


TRAIN LOGISTICS

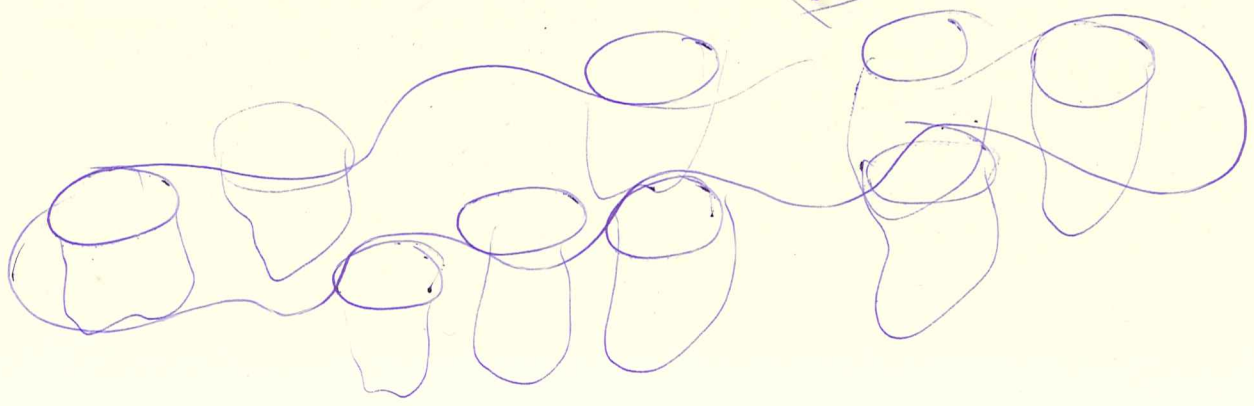
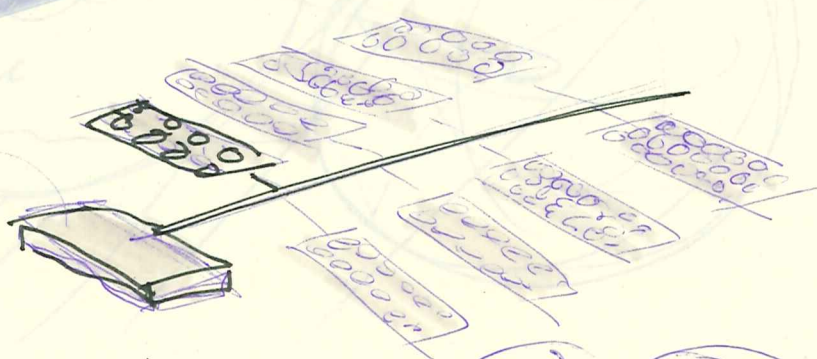
WAVE

NAWE

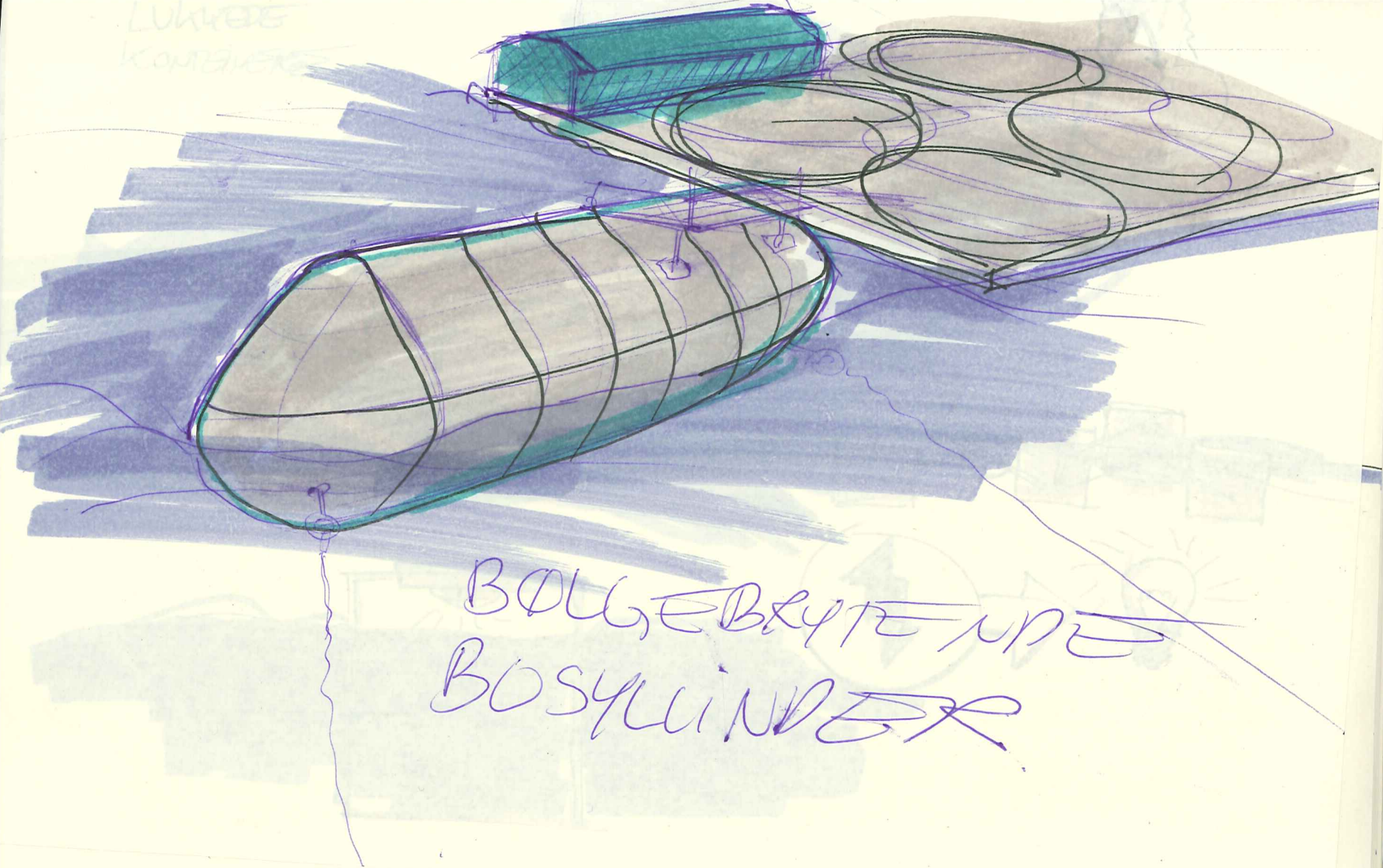
FÖR  
OVERVÄNING



- PÖCK  
- CONTROL

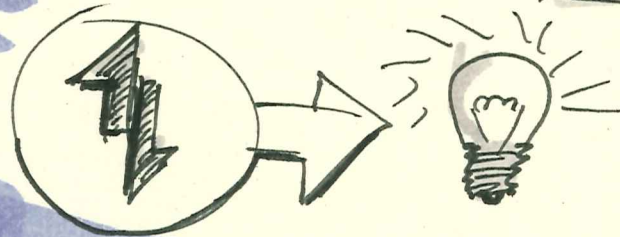
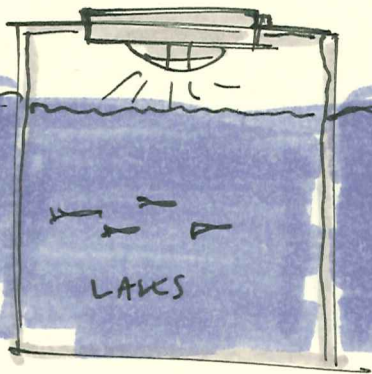
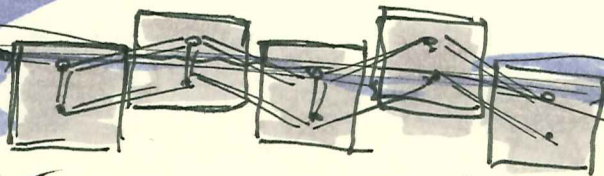
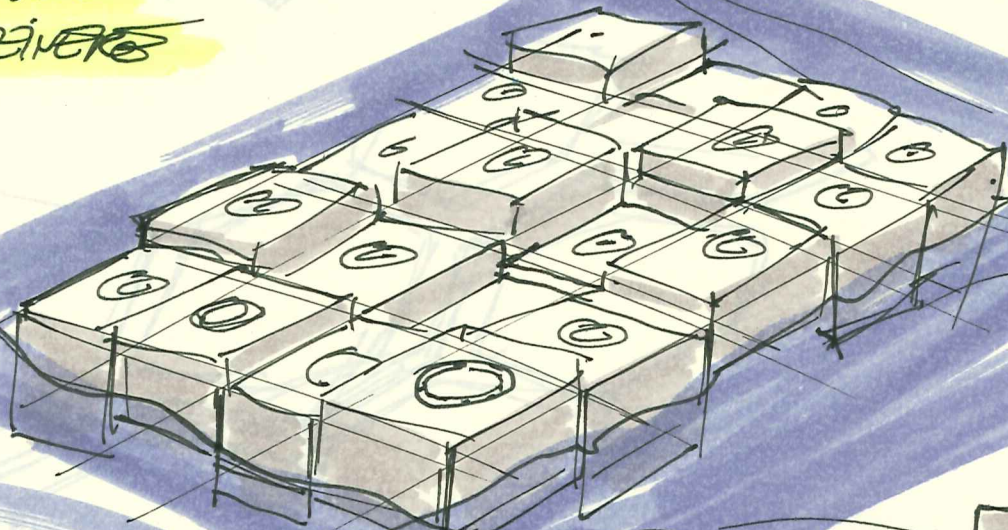


Lukkers  
Komplex



BOLGEBRYTENDE  
BOSYLLINDER

LUXURY  
KONTAINER





# EXPANSION

## SMAL UNITS

AUTOMATED? SPREAD OVER  
LARGE AREAS? SINGLE UNITS  
IN "ECO-SYSTEM" OF MANY

- + SPREAD MILJOBELASTNING
- + EASIER TO FIND SUITED AREAS
- + DYNAMIC-REGARDING PROD. AND ENVIR.
- + MORE SECURE REGARDING  
CONSTANT PRODUCTION

- ÷ MUCH LOGISTICS
- ÷ PROBLEMS WITH SHIPPING (TRAFFIC)
- ÷ HARDER TO CONTROL (MAINTANCE/FAILURE ETC.)

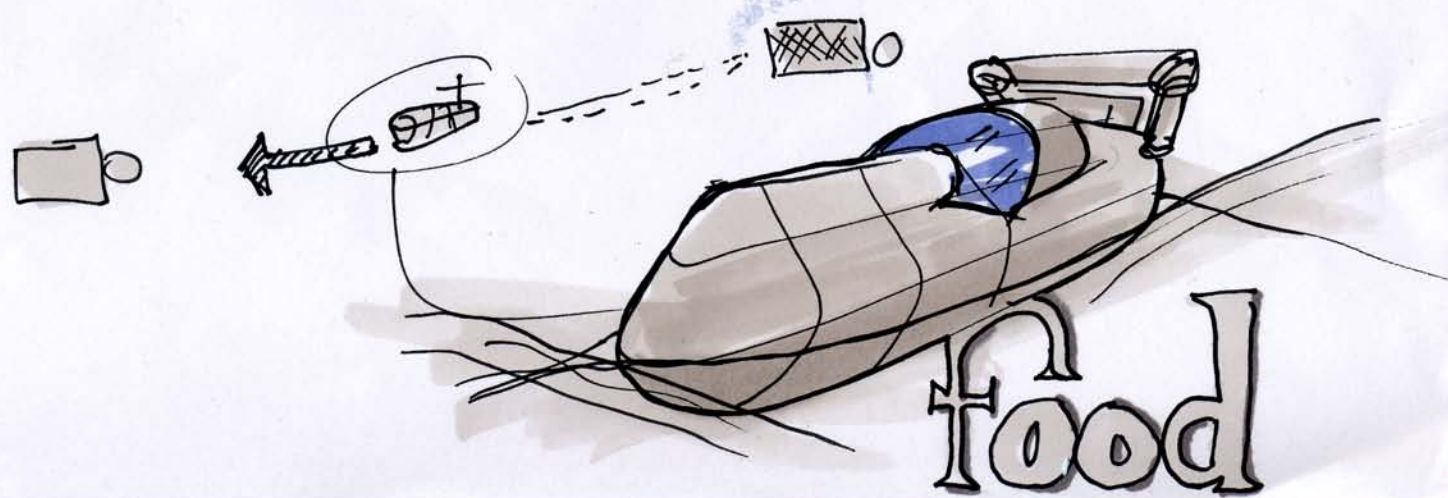
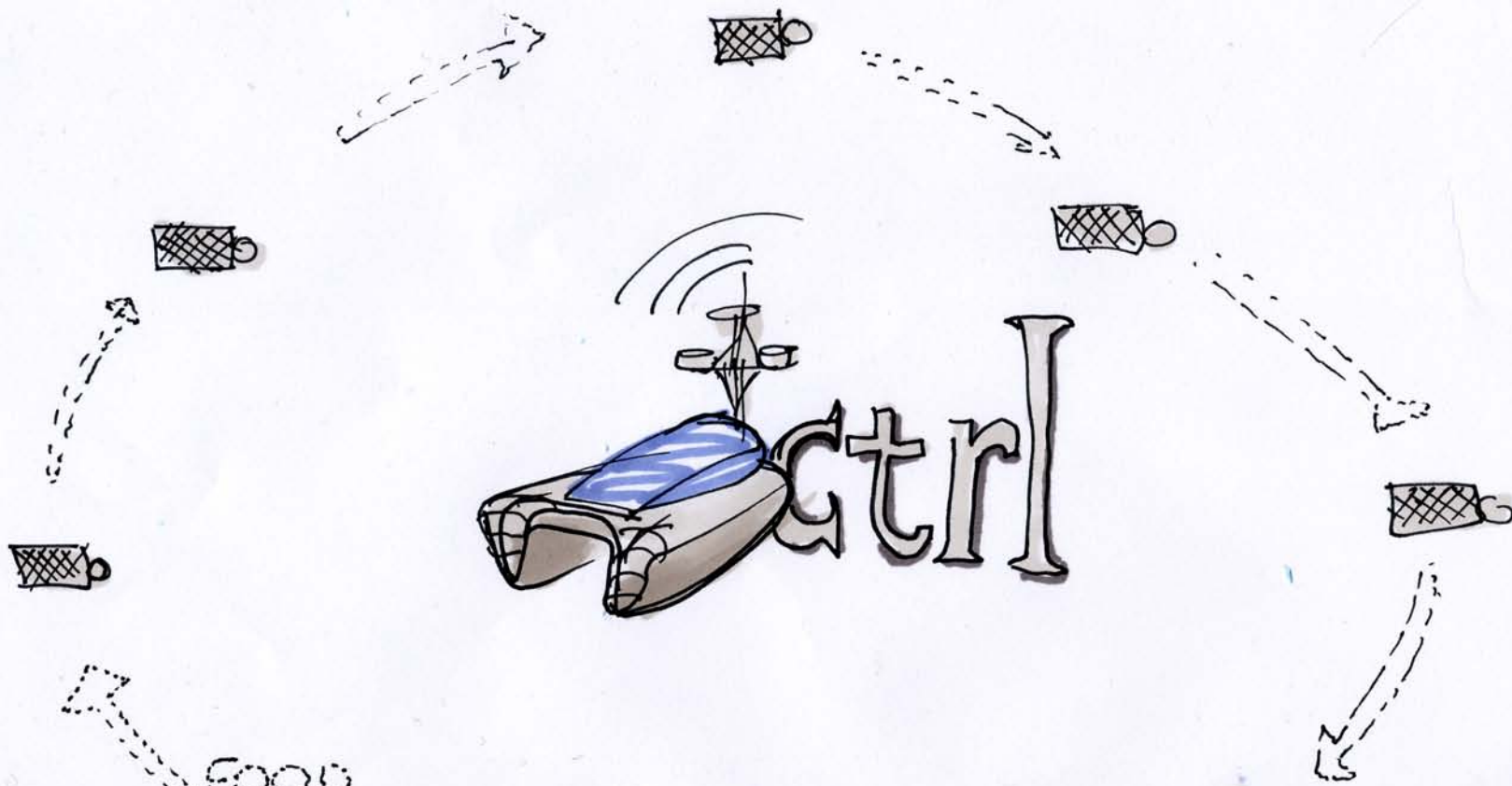


## BIG CLUSTERS/PLANT

CENTRALISED. EXPANSION OF  
TODAYS SYSTEM.

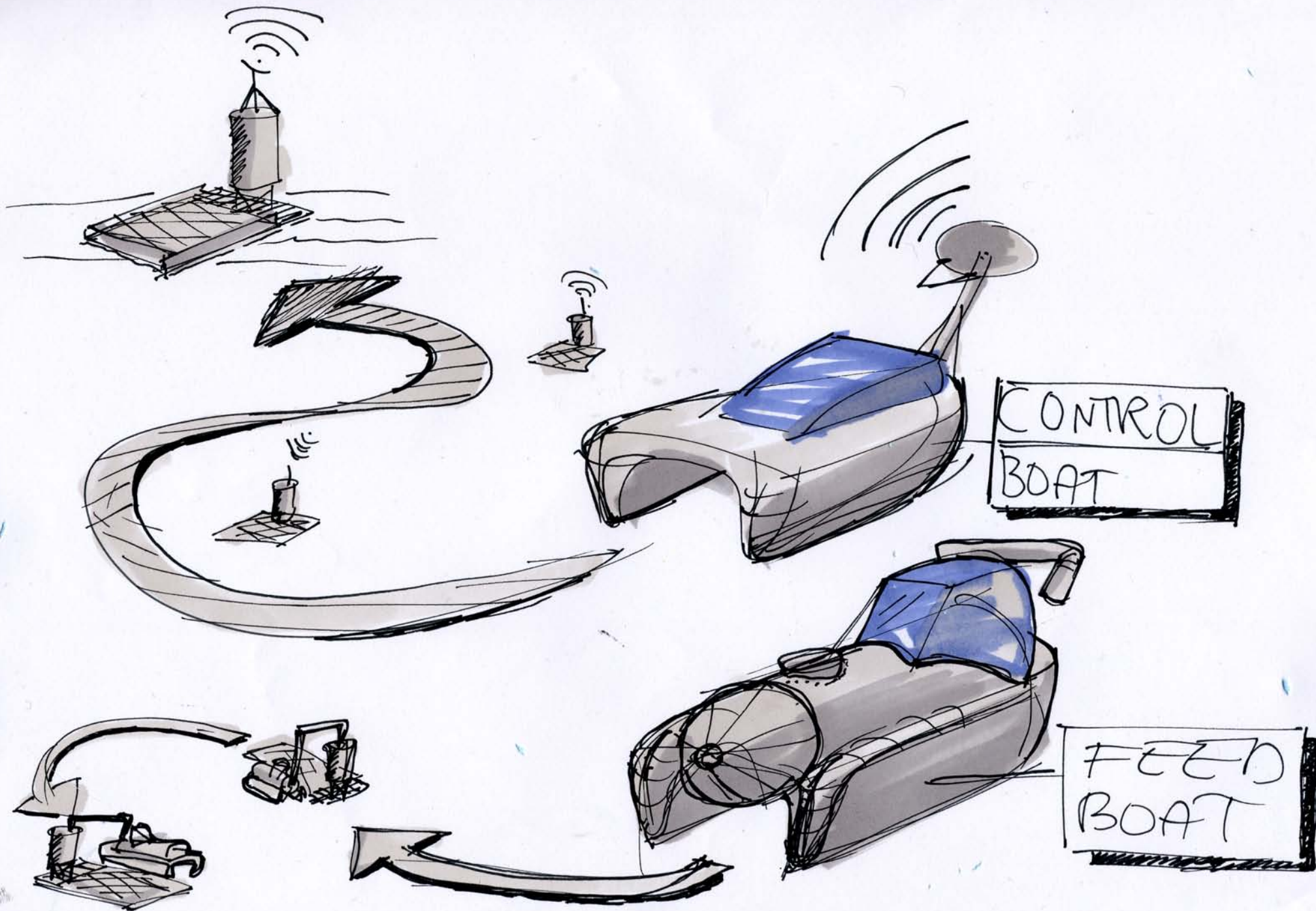
- + EASIER TO CONTROL
- + LESS LOGISTICS

- ♀ BIGGER CONSEQUENCES  
WHEN FAIL
- ÷ DEMANDS POSSIBLY CLOSED  
SYSTEMS DUE TO ENVIRONMENTAL  
IMPACT & F. EXS(;) OXYGEN-LEVEL(?)  
⇒ EXPENSIVE.

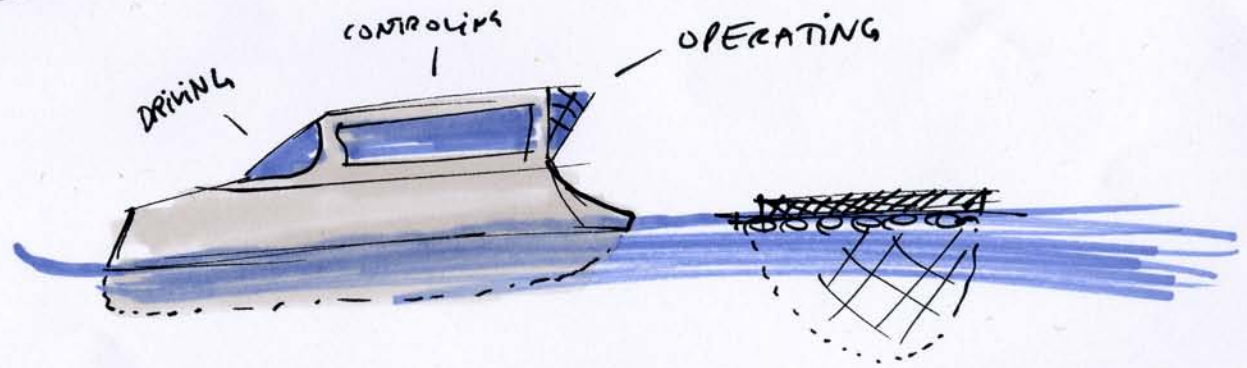
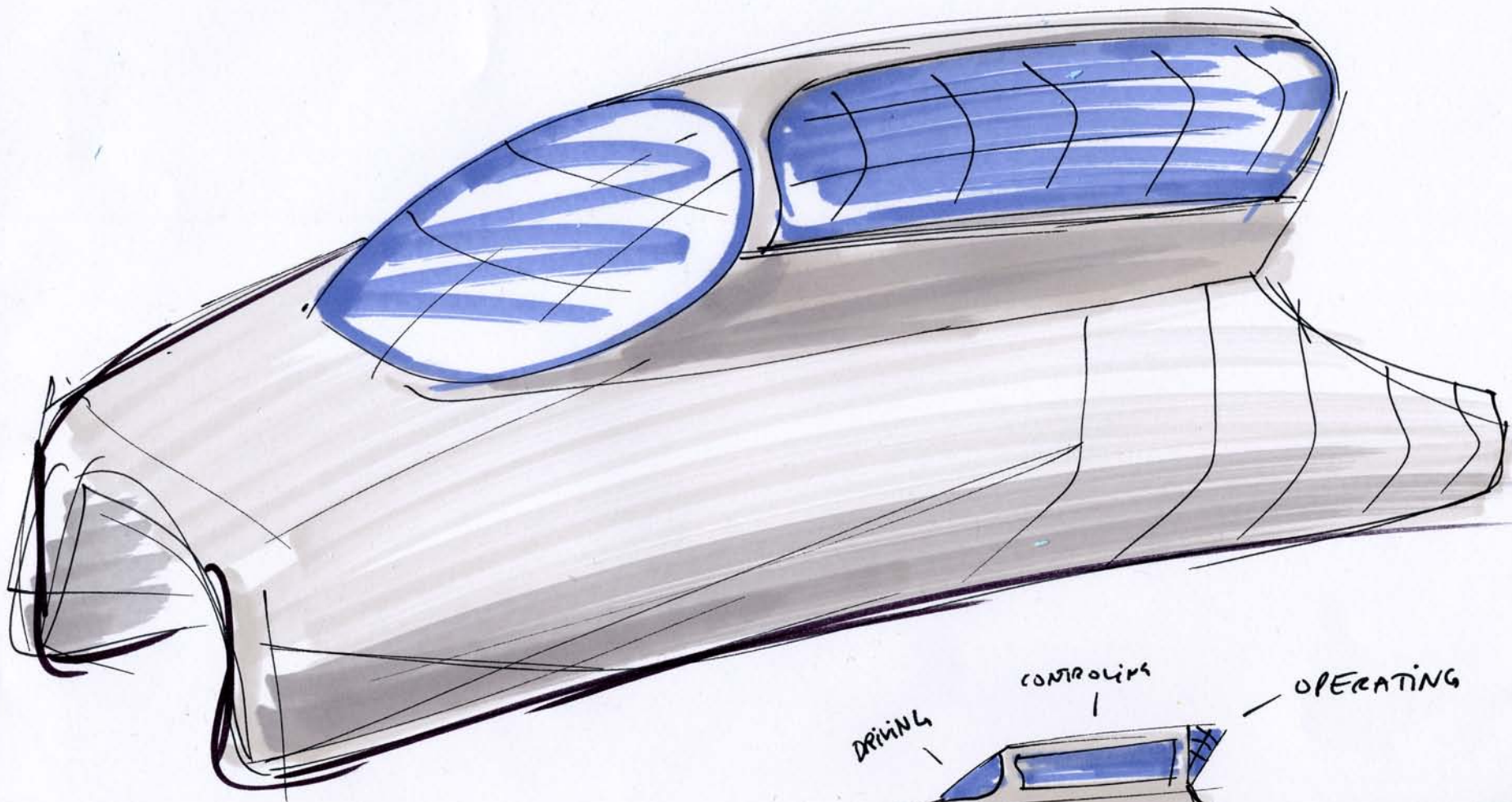


food

food

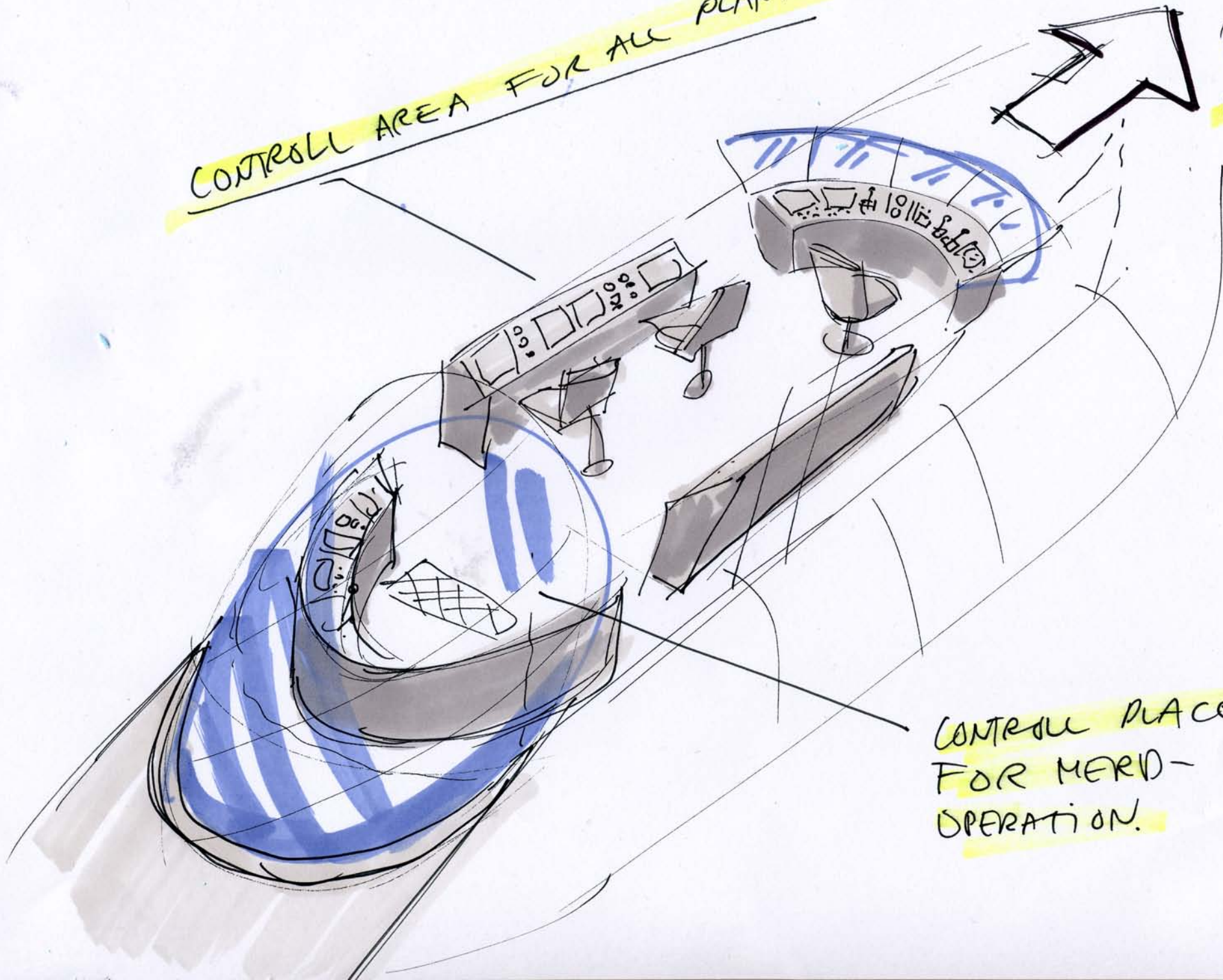


# CONTROL BOAT



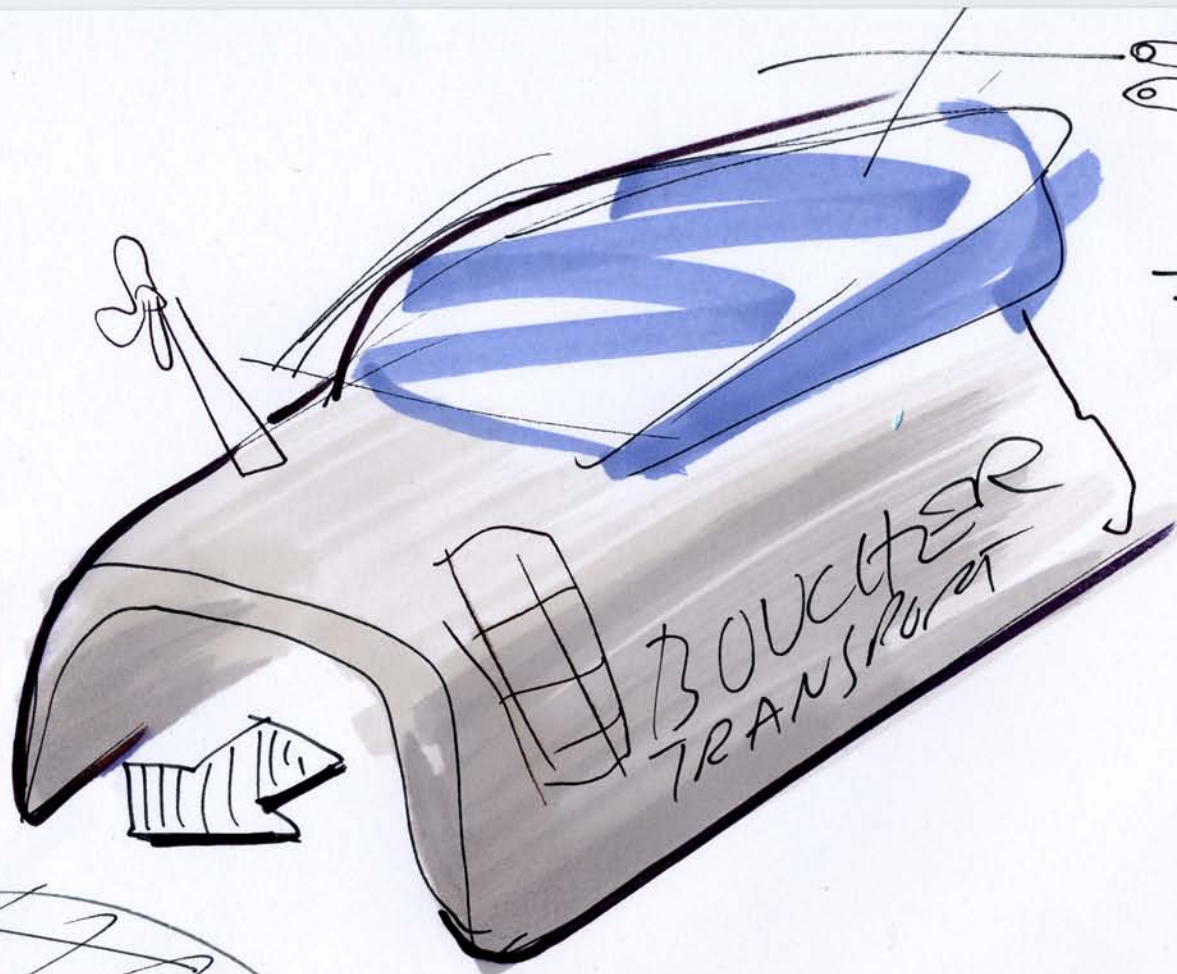
CONTROL AREA FOR ALL PLANTS

DRIVE  
DIRECTION

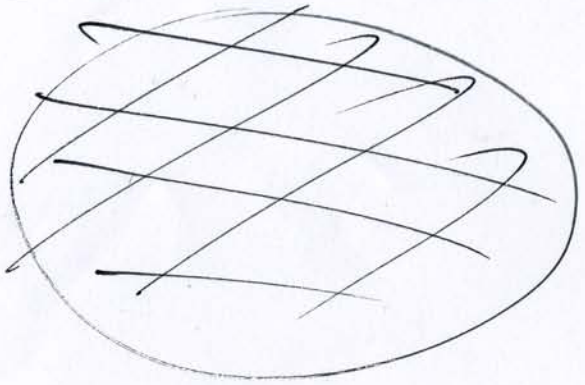


CONTROL PLACE  
FOR MERID-  
OPERATION.

#1

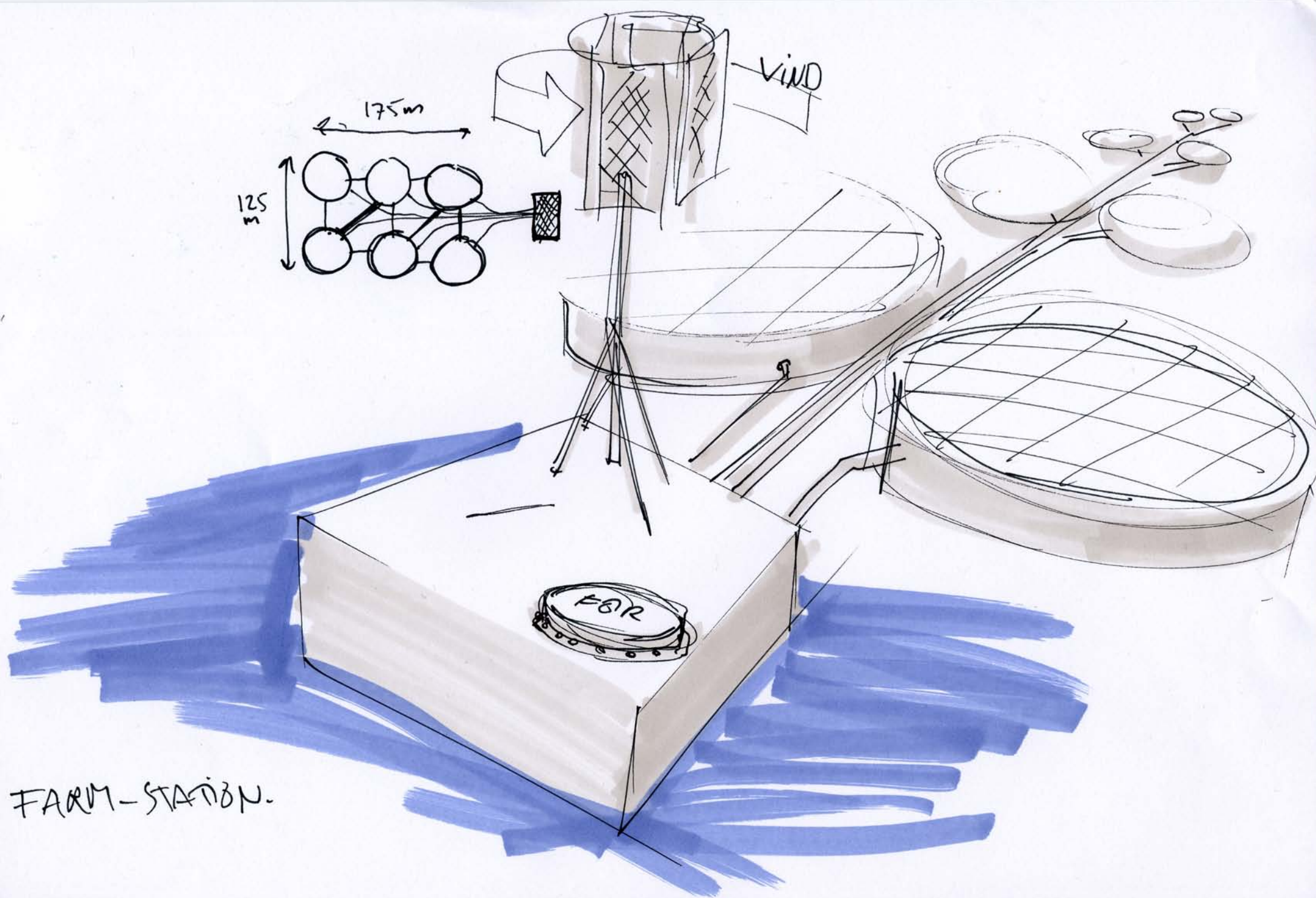


- MORE
- EFFICIENT
- LARGER SCALE

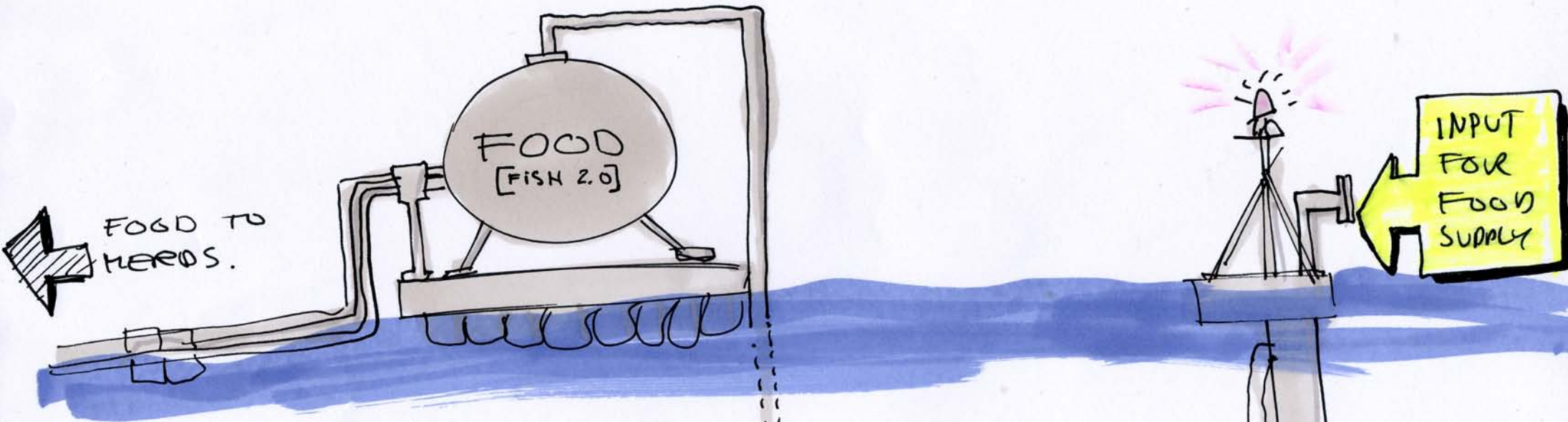


BOAT DESIGN	HOW IS FISH SUCKED UP?	HOW IS IT DRIVEN	
----------------	------------------------------	---------------------	--



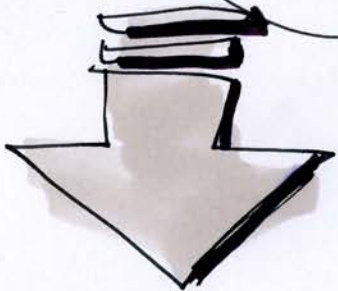
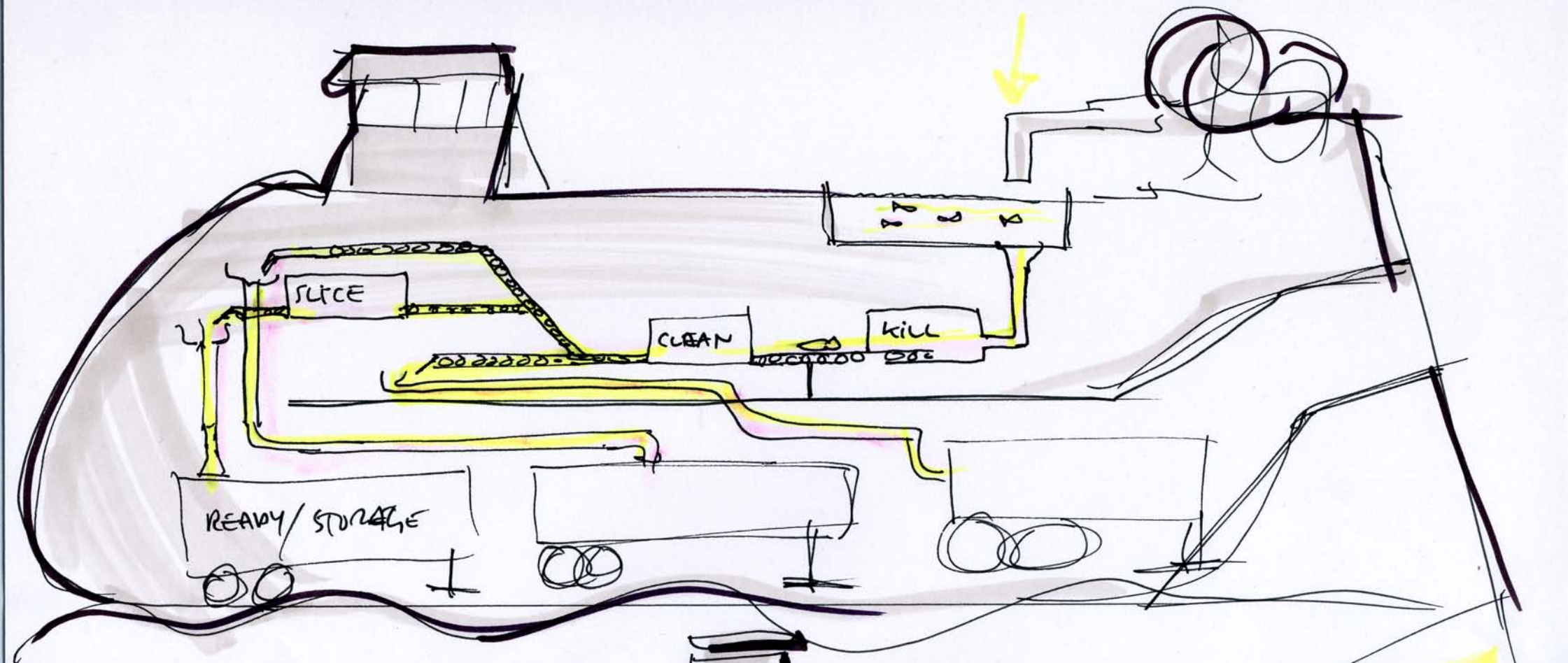


FARM-STATION.



STABILISED  
FOOD  
CONNECTOR  
FOR ROUGH  
SEA SITUATIONS

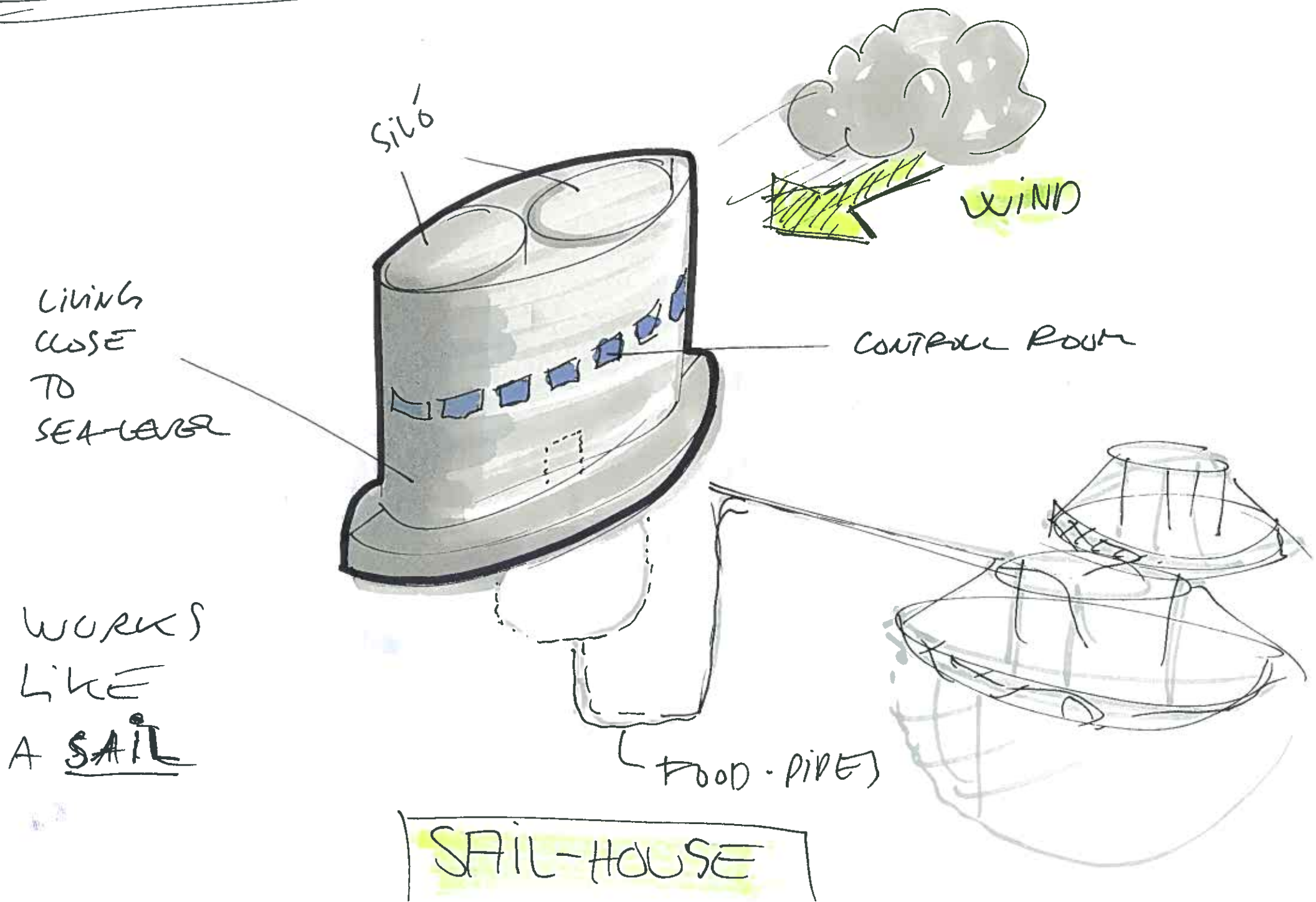




PROCESSES  
DIRECTION

KILL BOAT

'0' = EMISSION



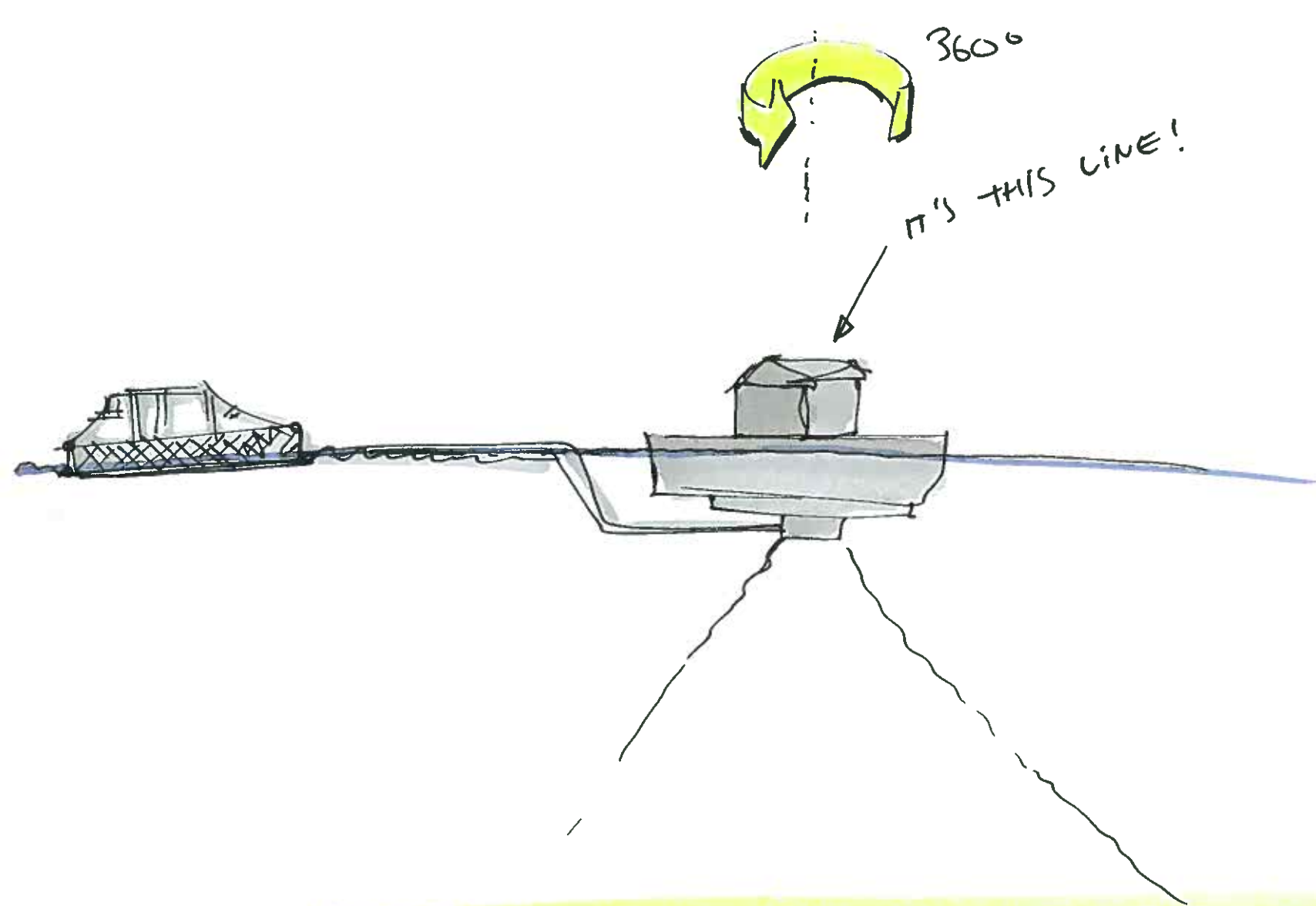
LIVING  
CLOSE  
TO  
SEA LEVEL

WORKS  
LIKE  
A SAIL

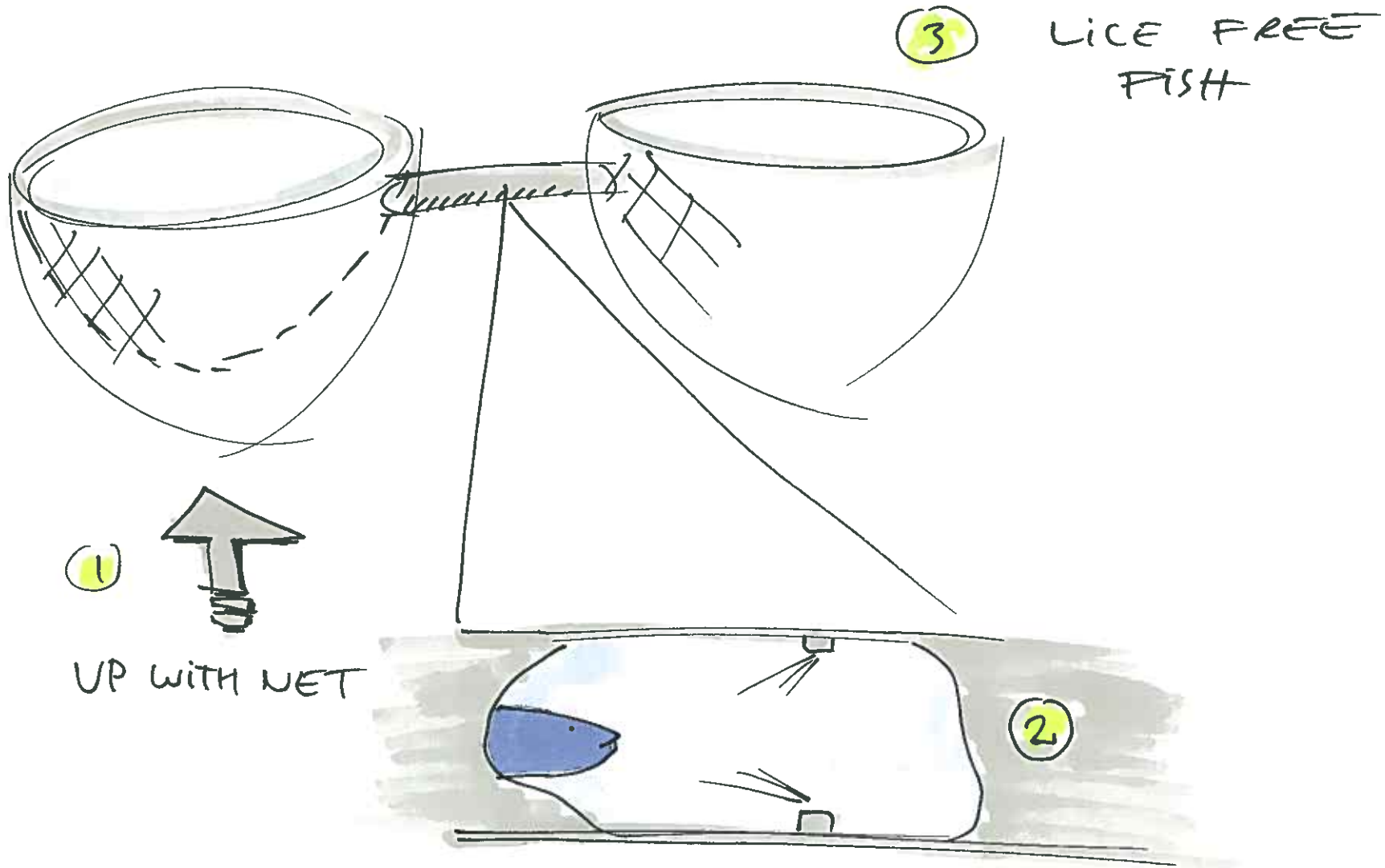
CONTROL ROOM

FOOD-PIPE

SAIL-HOUSE



"TURN YOUR BACK TOWARDS THE WIND"



1



UP WITH NET

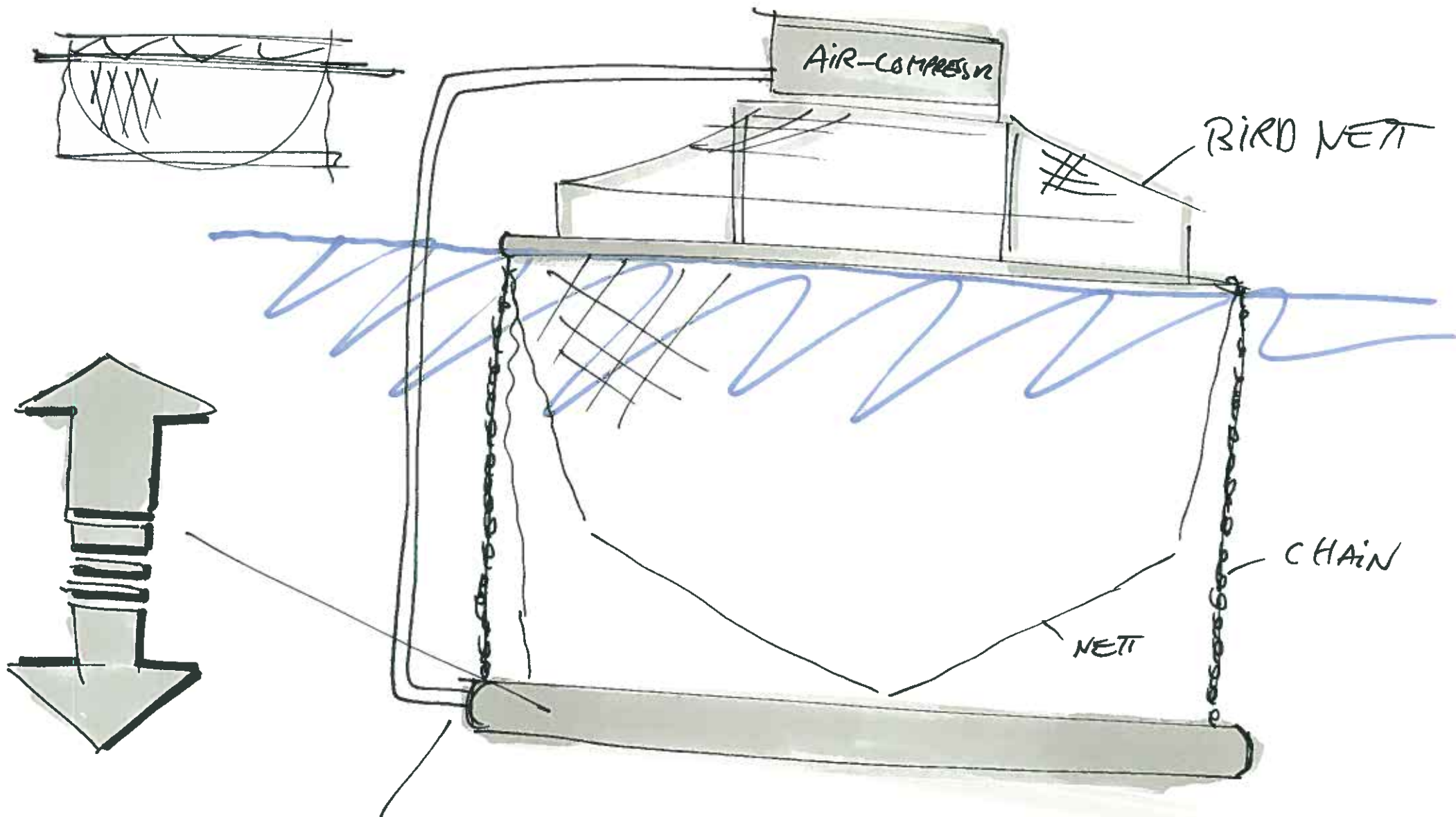
3

LICE FREE FISH

2

DE-LICING

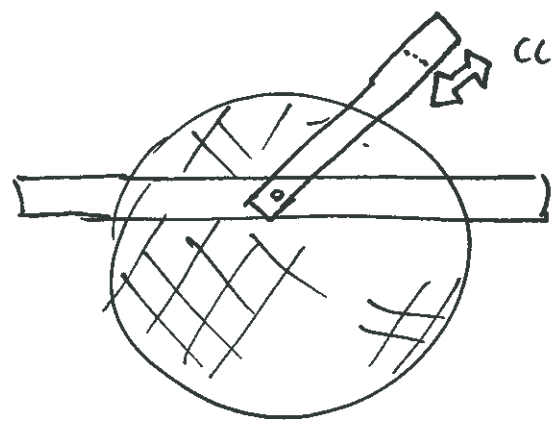
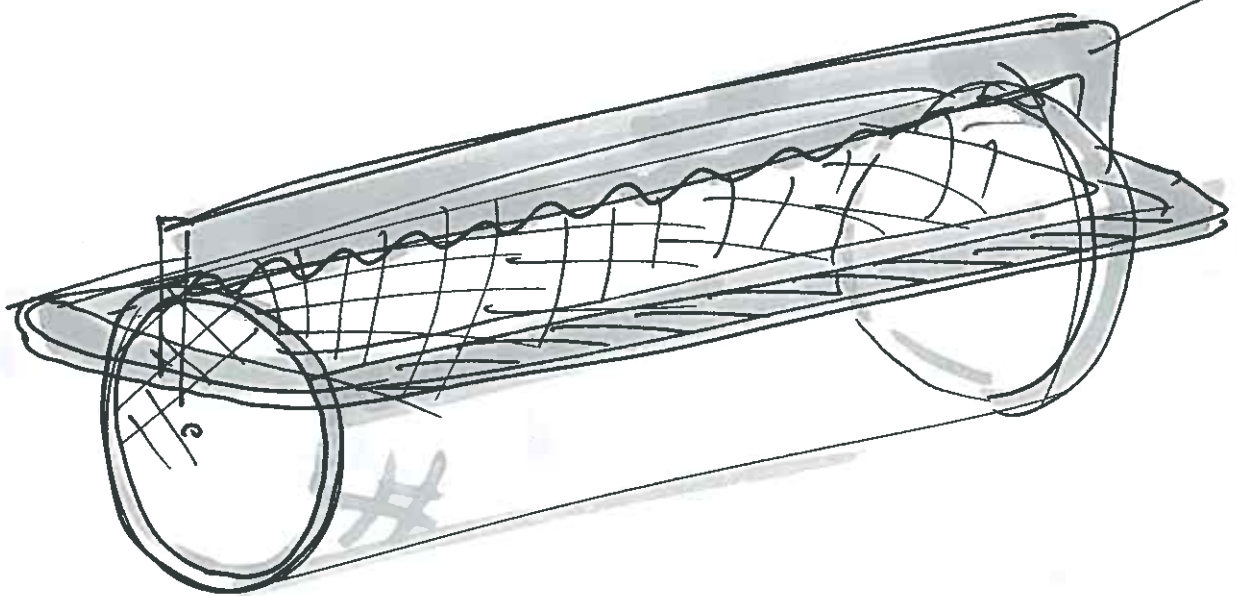
↳ mechanically



UP: FILL WITH AIR

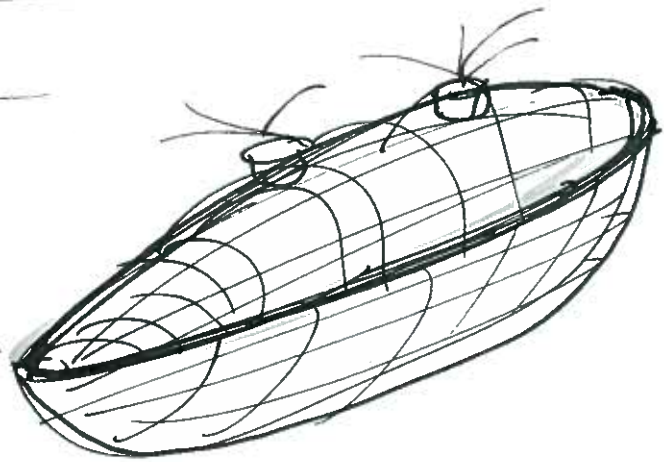
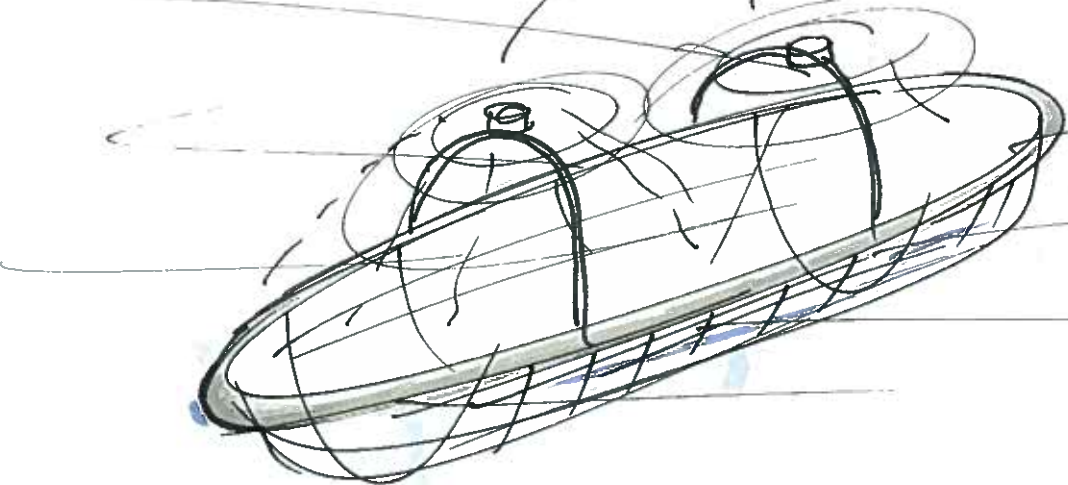
DOWN: FILL WITH WATER

NETT-CLEANER  
AND SCANNER

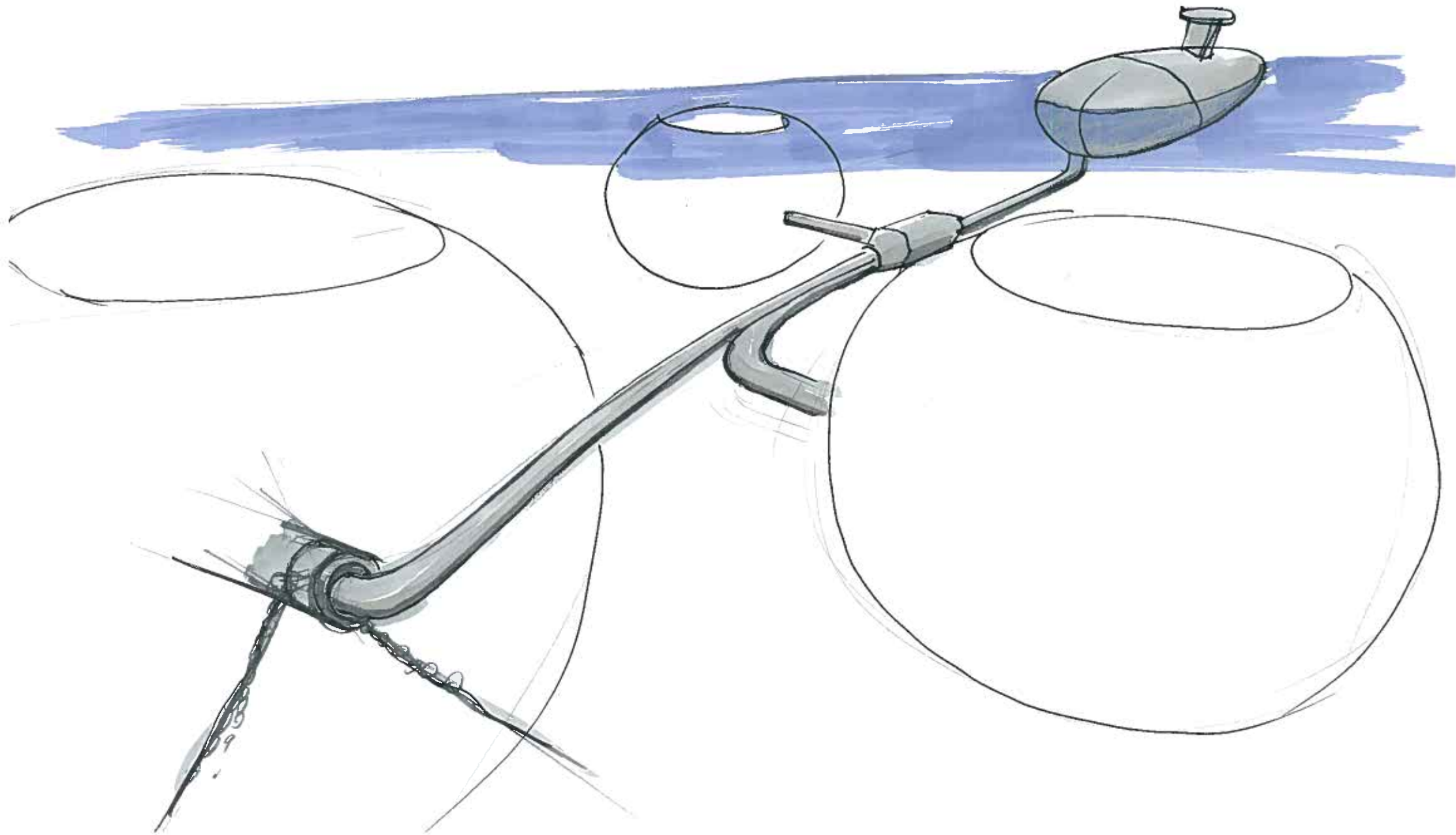


CLEANING  
OR FEEDING.

FEEDS

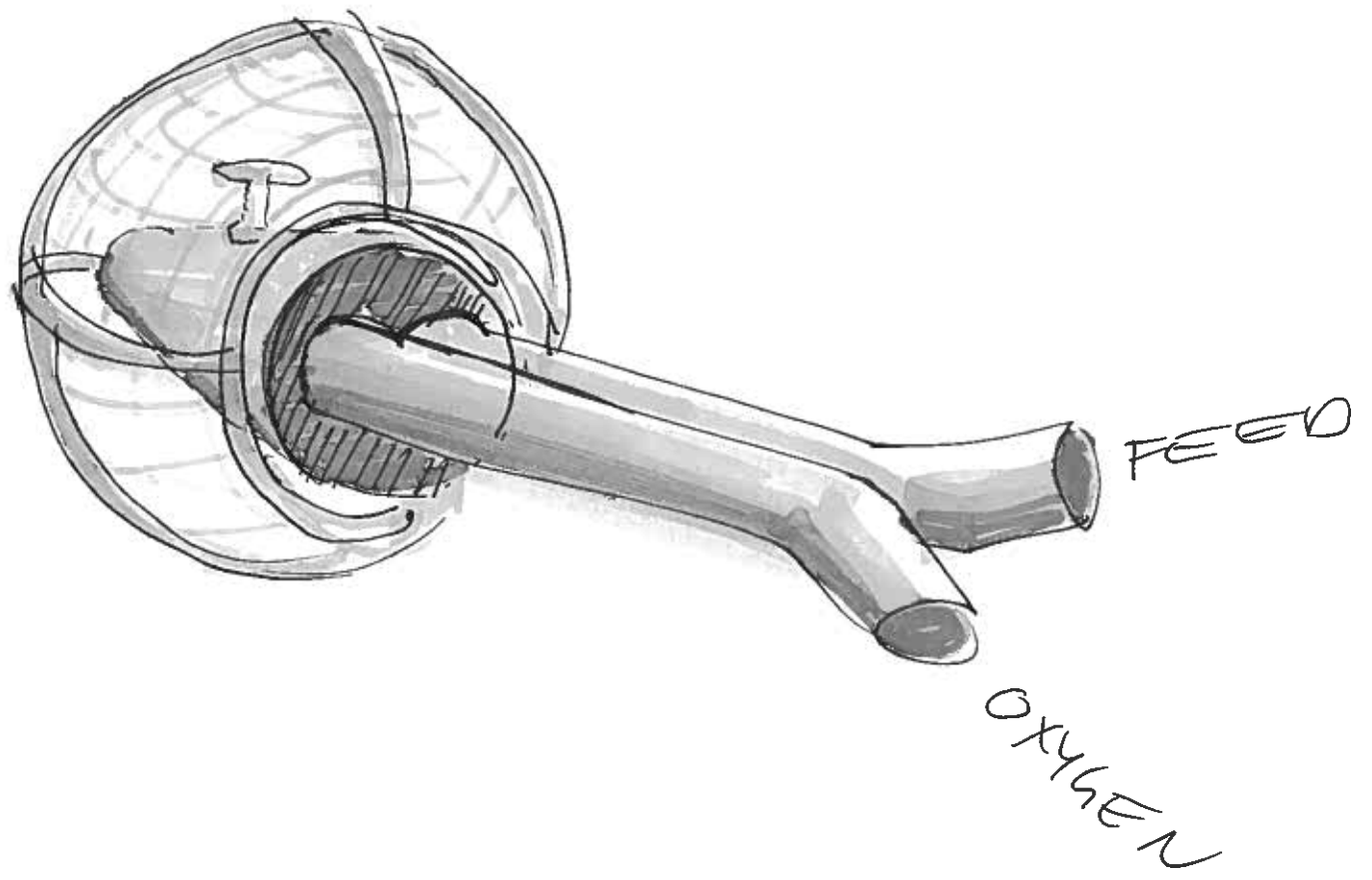


FEED HUB

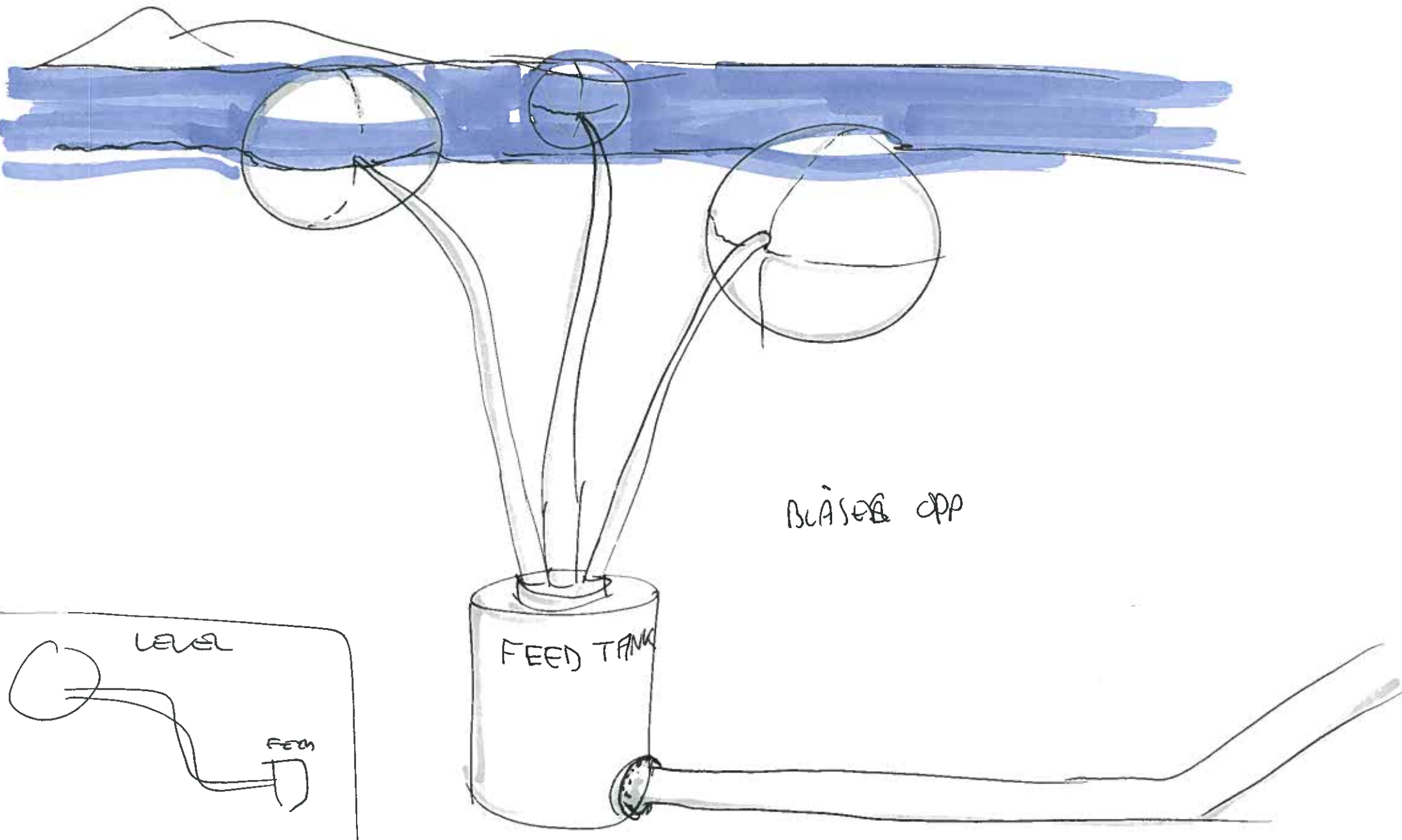




IN/OUT



IN/OUT  
FEED

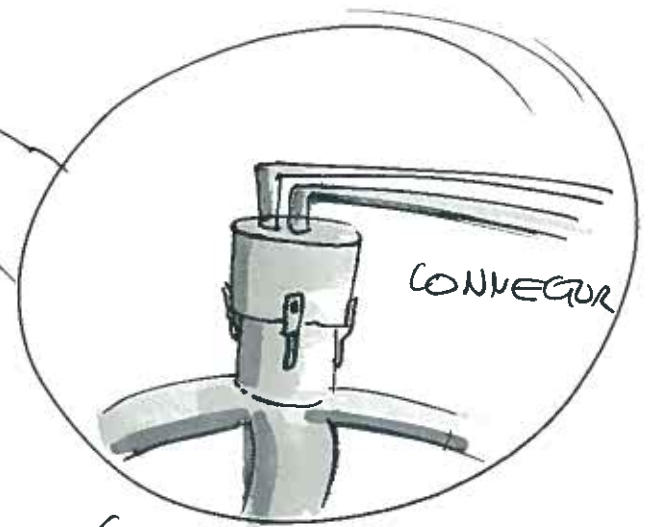
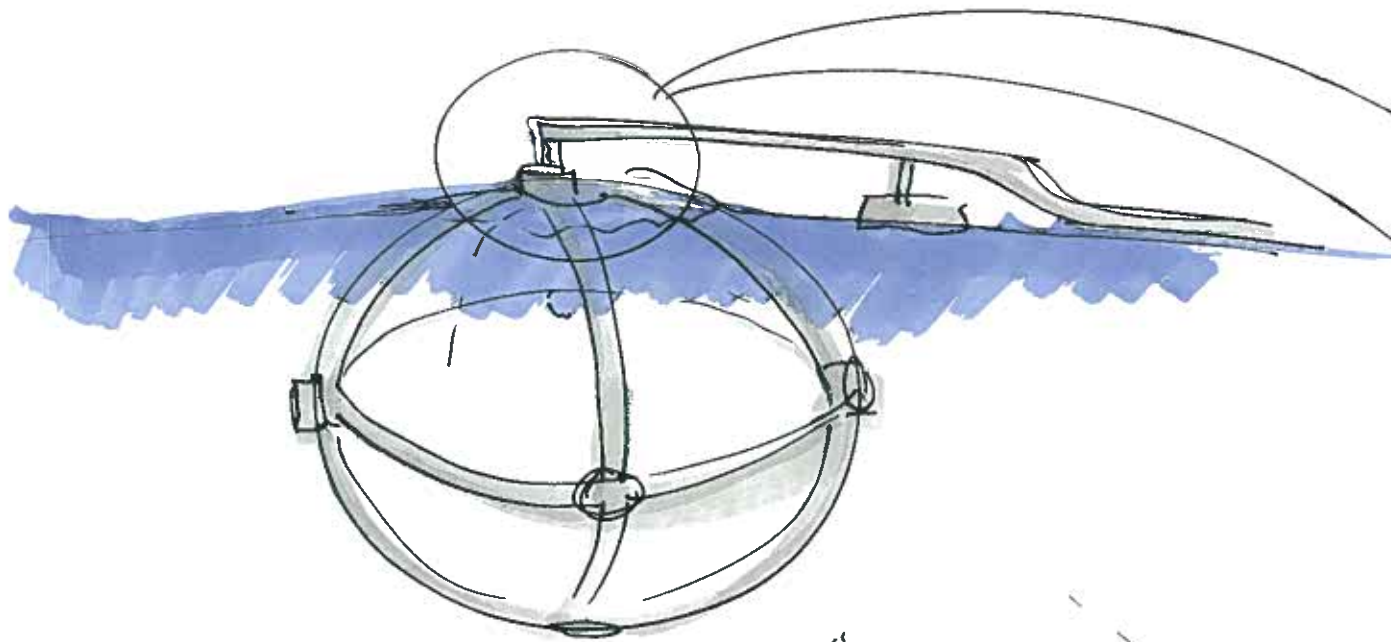


BLÅSER OPP

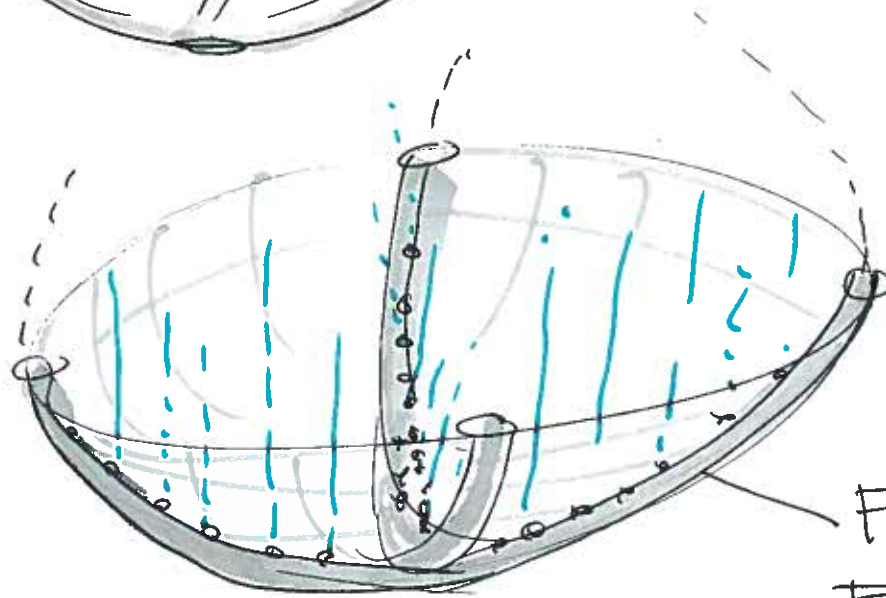
FEED TANK

LEVEL

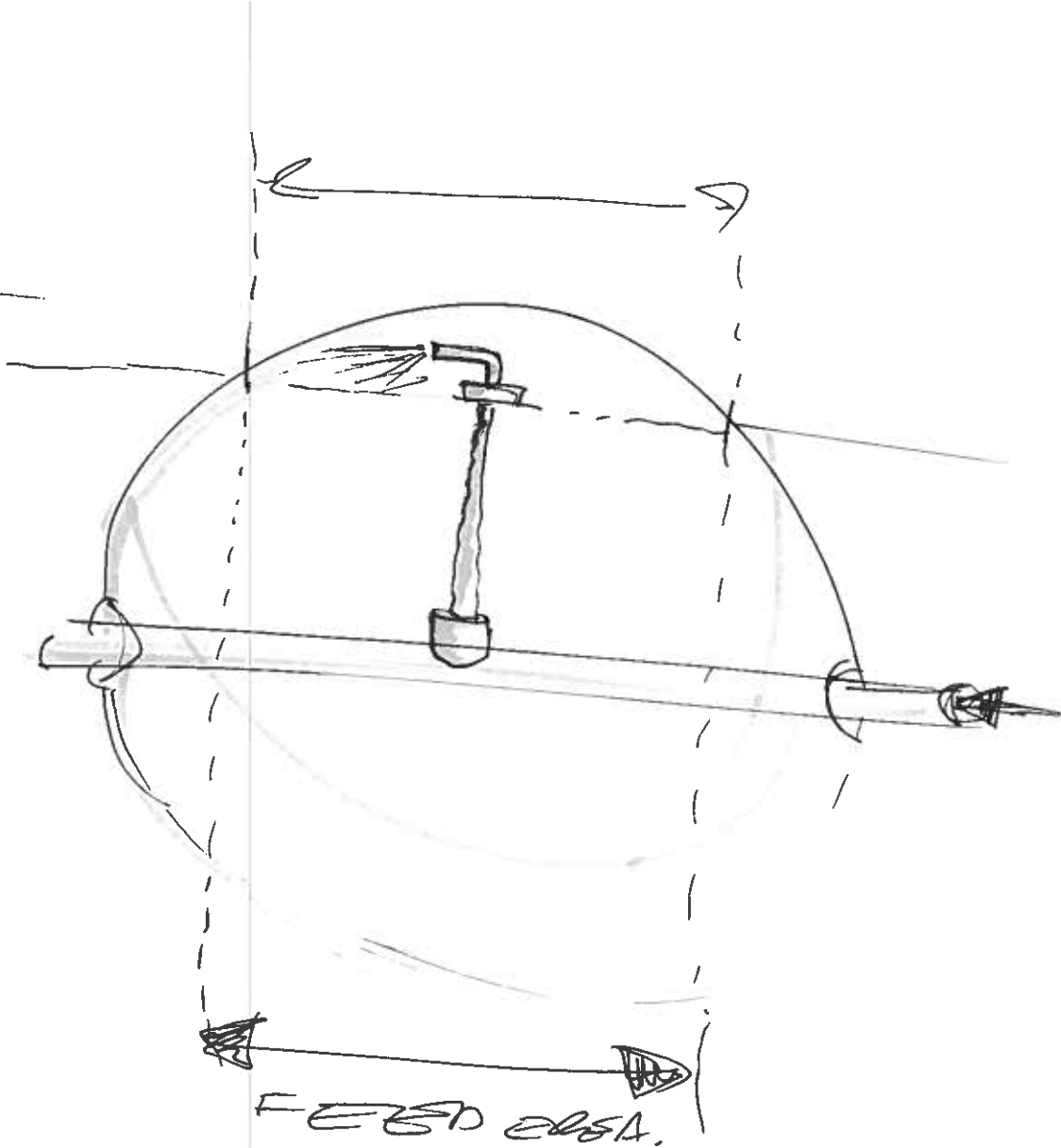
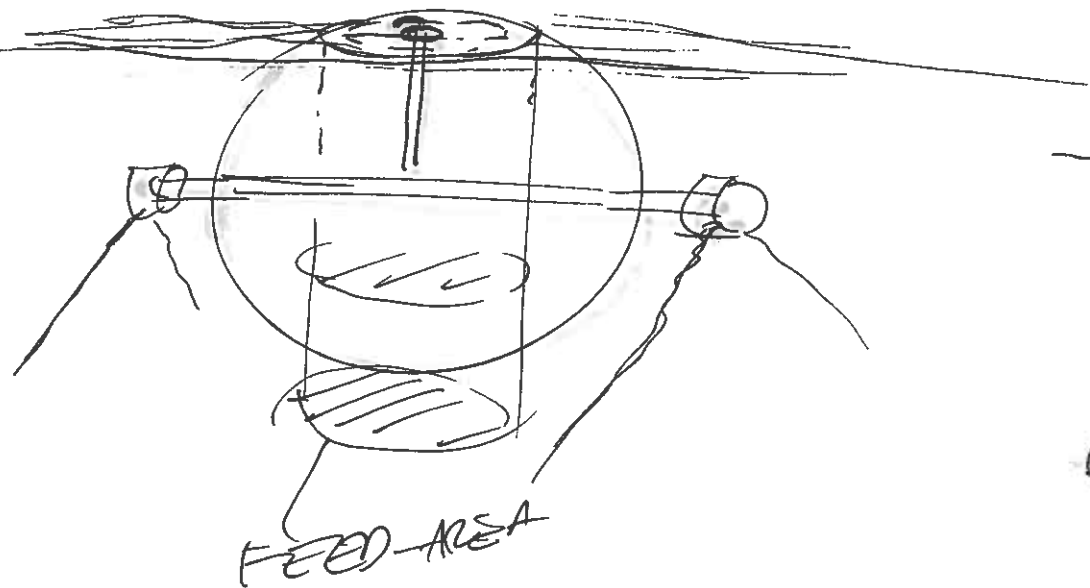
FEED



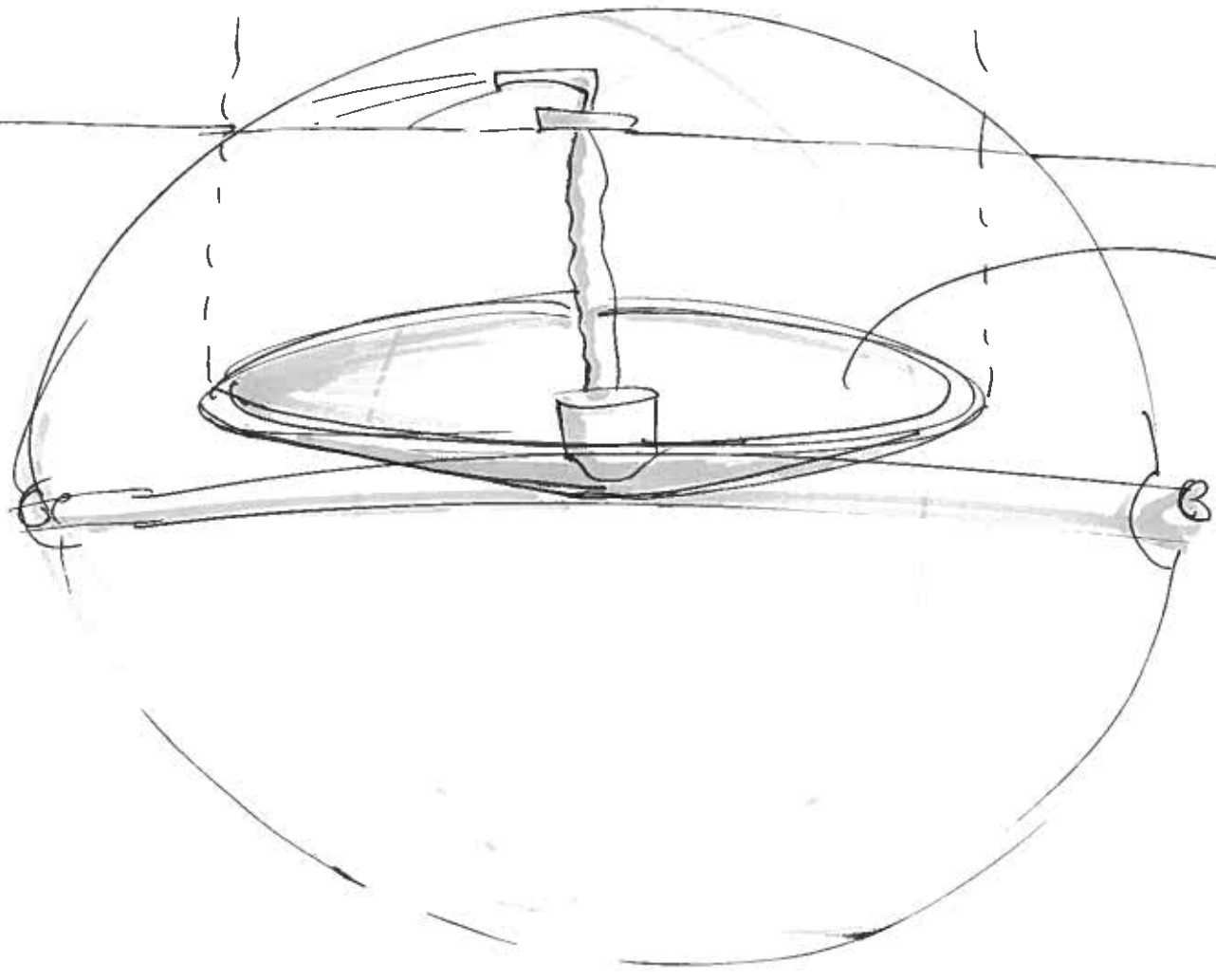
CONNECTOR CAN  
CONNECT IN  
6 PLACES



FEED AND  
FOOD ARE  
DISTRIBUTED THROUGH  
STRUCTURE



FED AREA



FED  
LEFT-  
OVER.

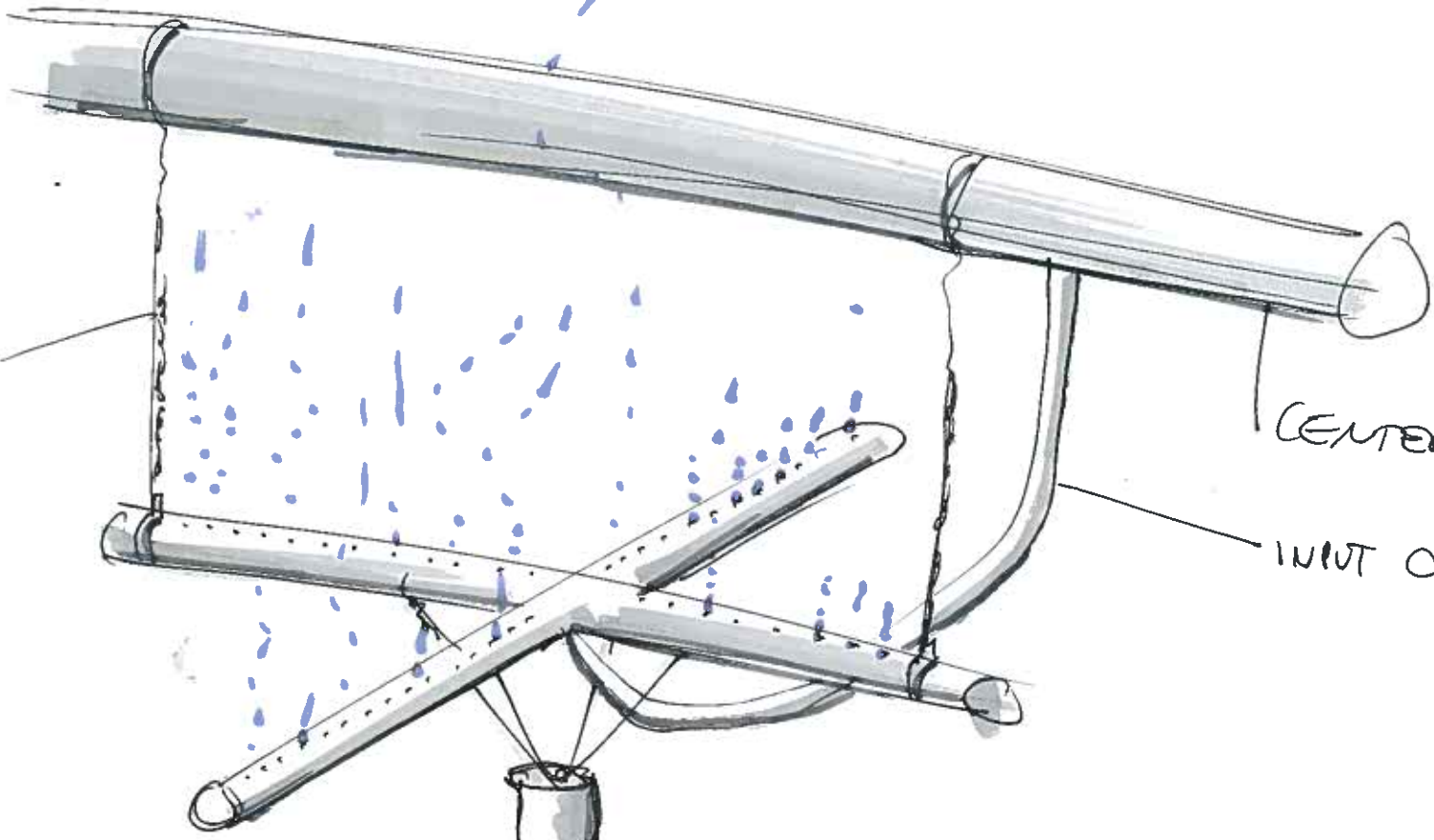
OXYGEN

WIRE

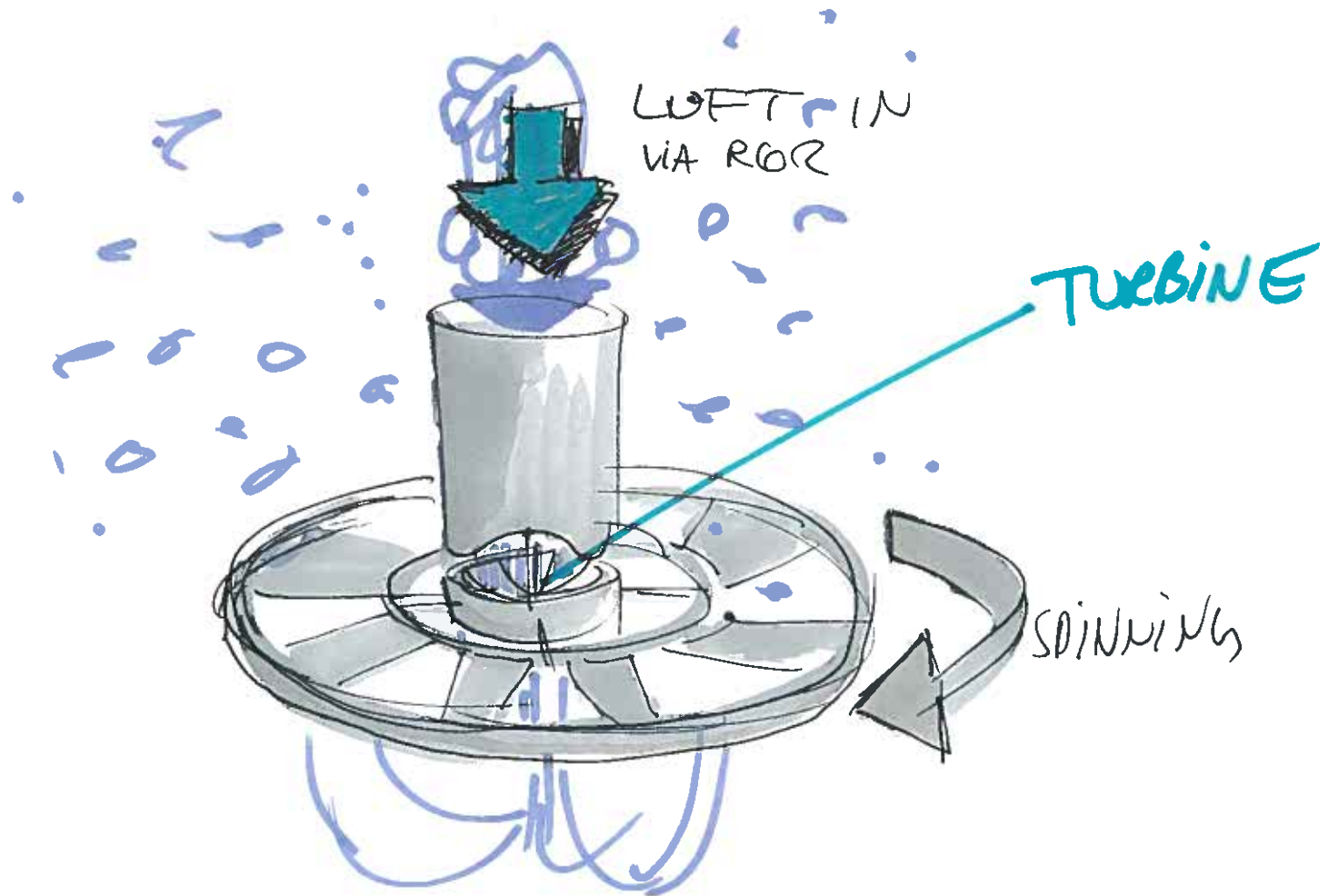
CENTERPIECE

INPUT O<sub>2</sub>

WEIGHT

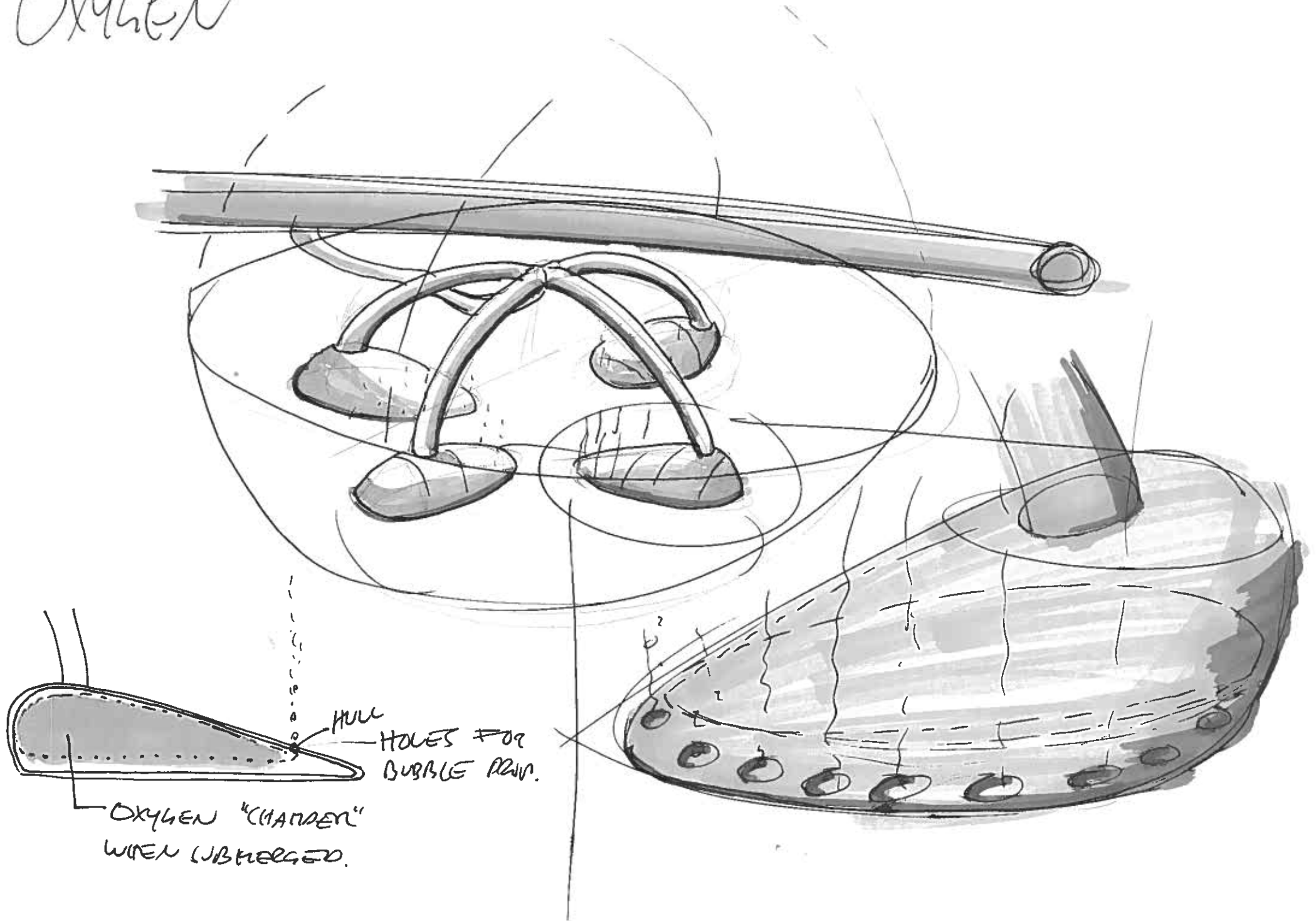


OXYGEN



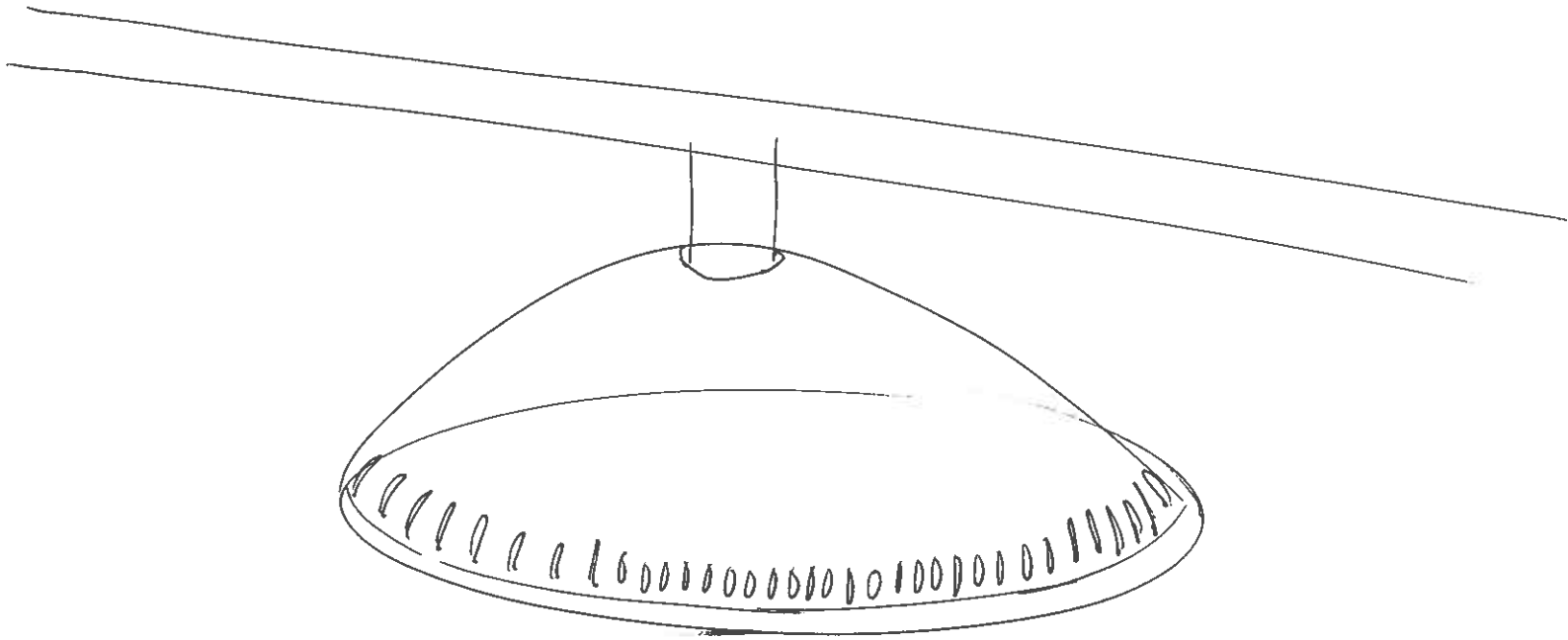
BUBBLE MAKER

# OXYGEN



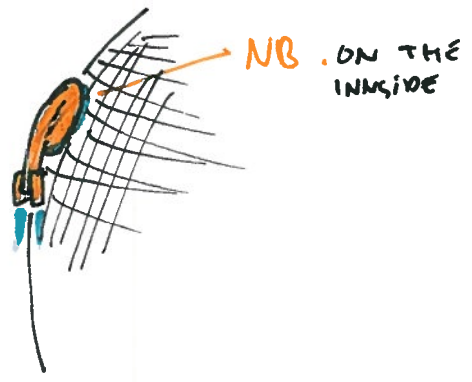


OXY



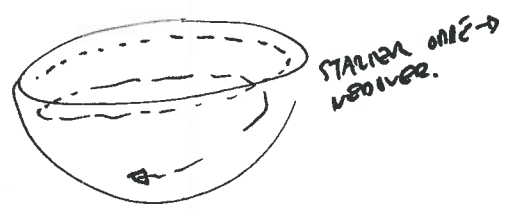


① Big

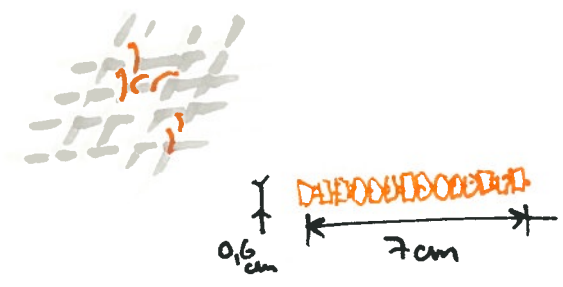


<sup>vam</sup> BIG YET DOCKING STATION

- navestring? / Docking
- collecting algae?

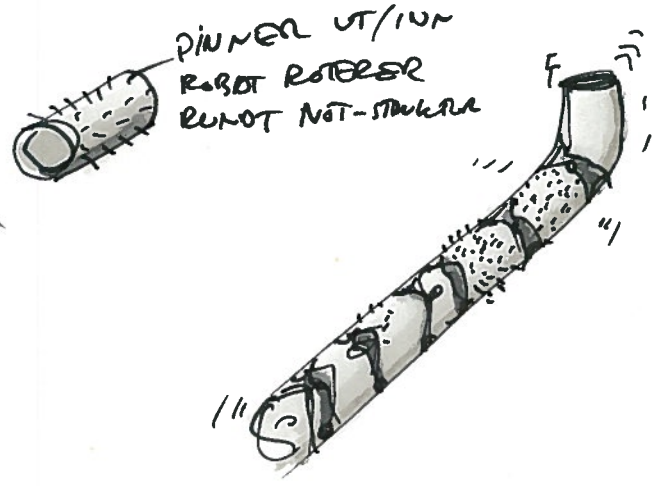


② Small



WORMS - MICRO-ROBOT-SWARM

- scratching of algae
- power through net?
- energi from eating algae?



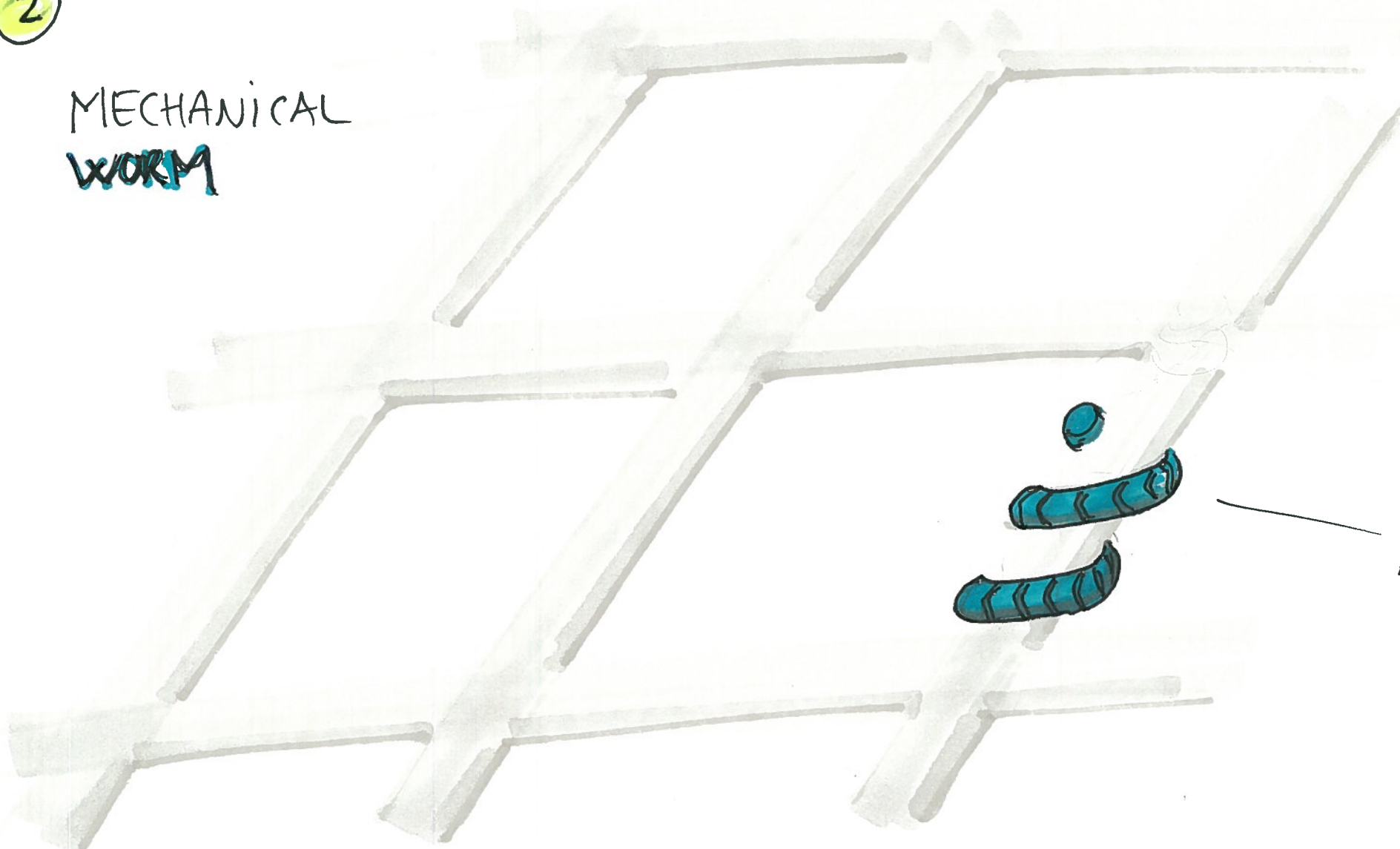
③ helium



- "SPIDER" ALGER
- ON DANNER ALGER AL ENERGI
- ON DANNER ENERGI PENIPANT
- ID CARA

2

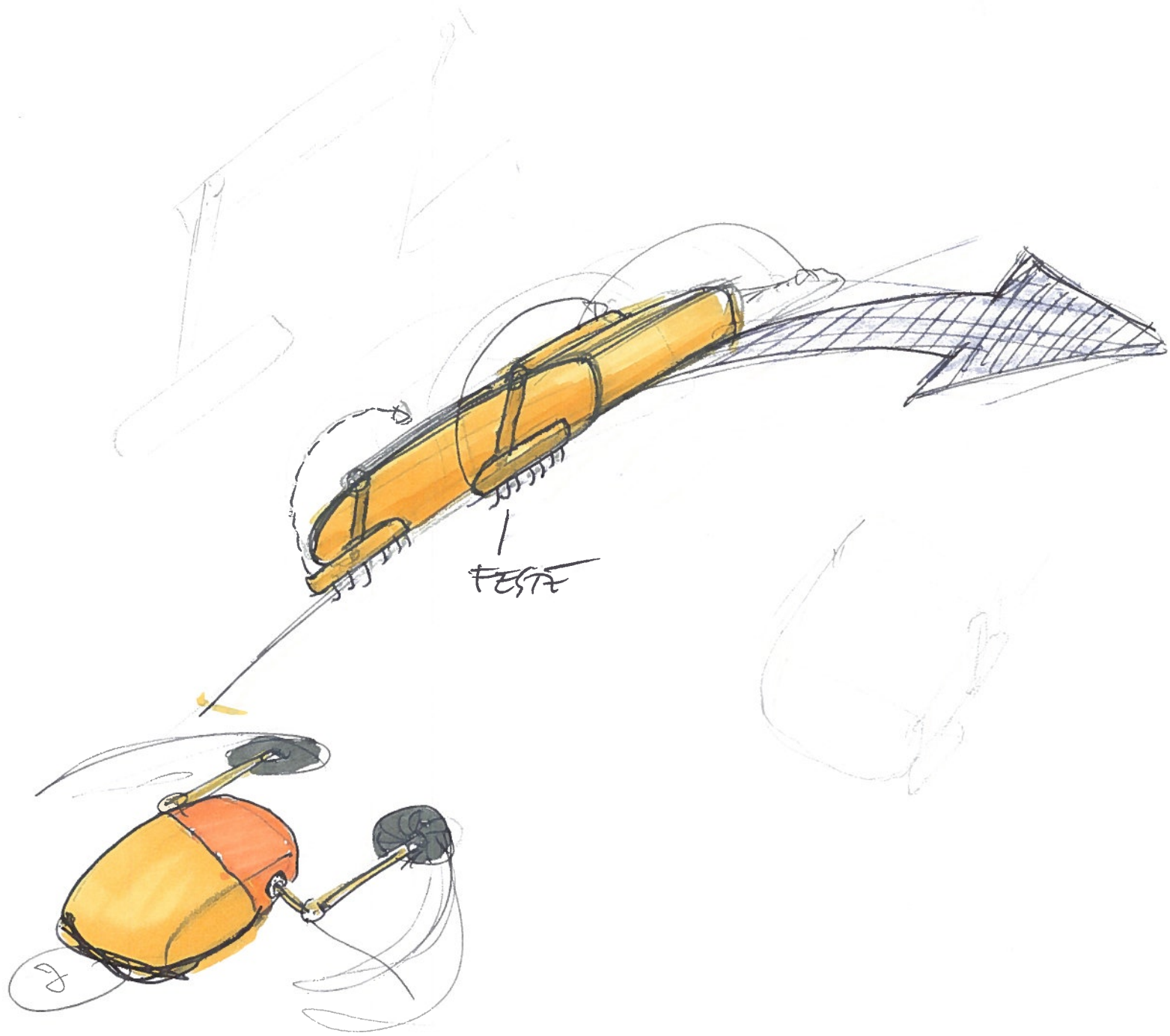
# MECHANICAL WORM



SCRAPER  
AND GRINDING

ROBOT INSECTS

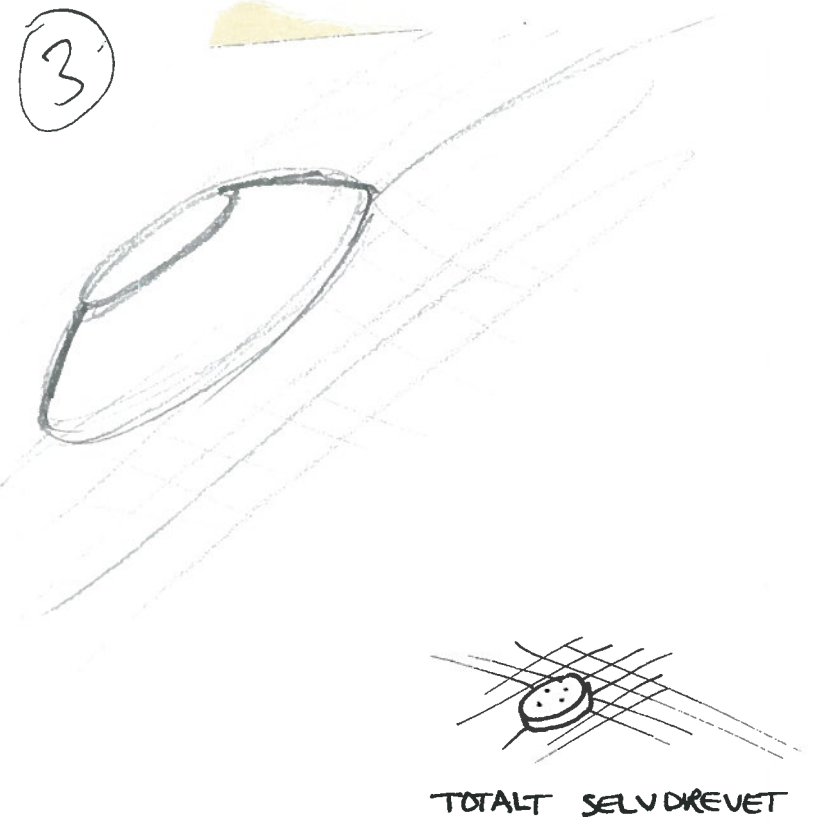
4000-10000  $\mu$ m. MERD.



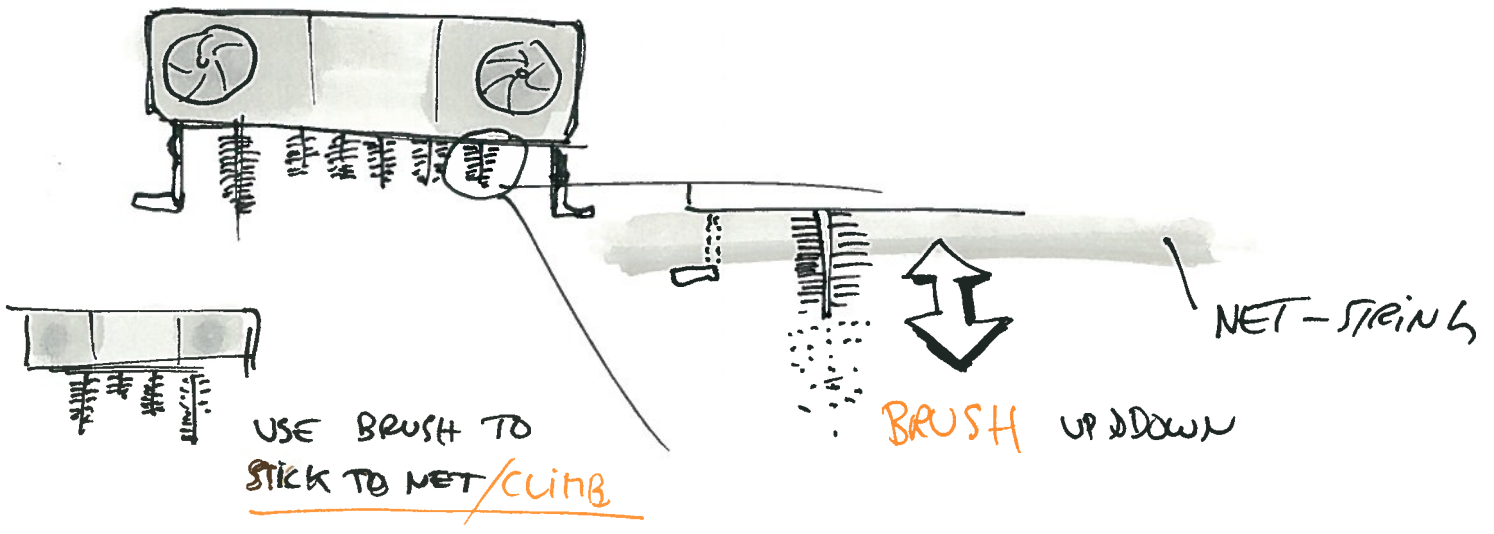
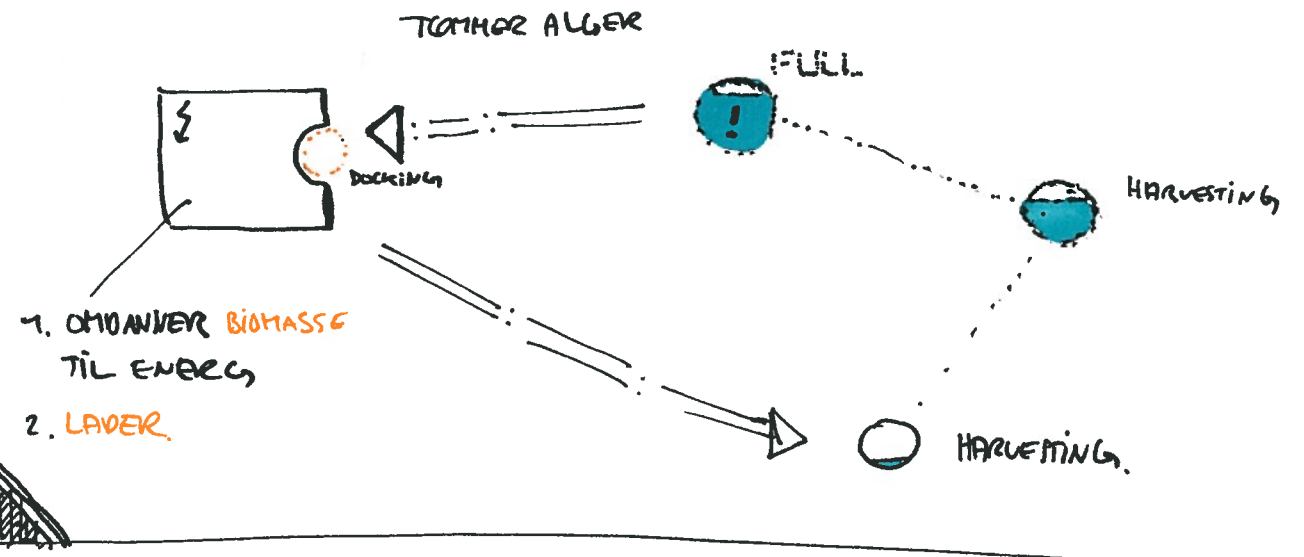
FESTE

8

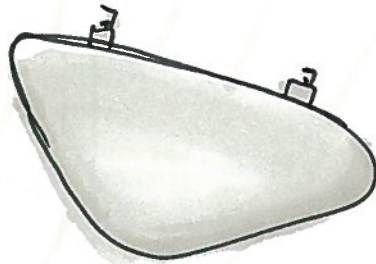
3



# BIO MASS - SAMLER

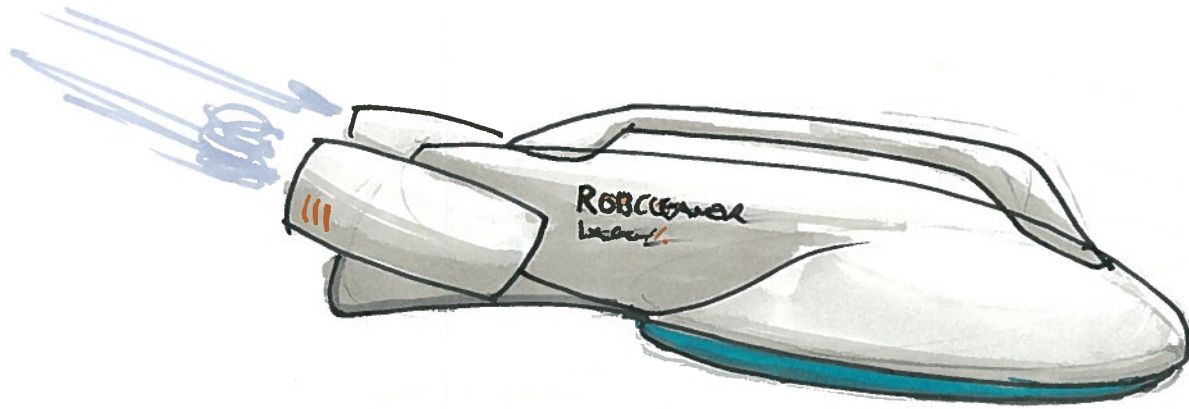


3

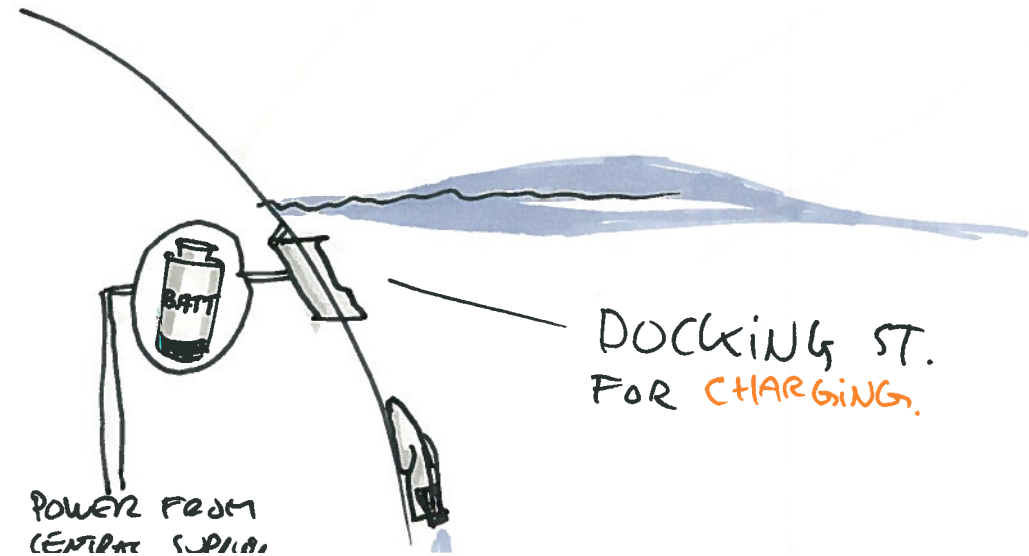


MECHANICAL CRAB ("ANIMAL")  
DRIVEN BY THE ALGAE'S  
IT EATS.

1

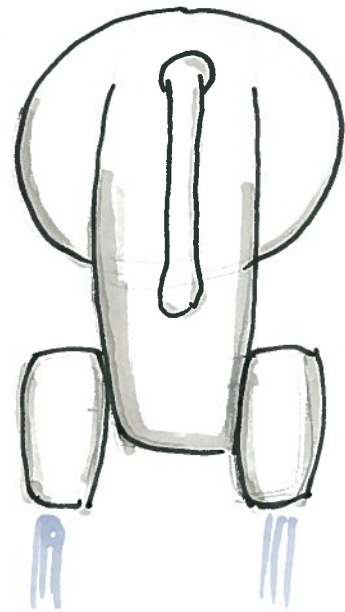


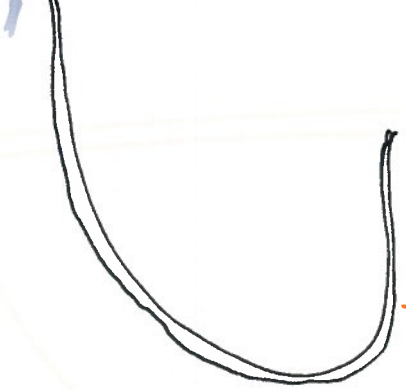
Robocar



DOCKING ST.  
FOR CHARGING.

POWER FROM  
CENTRAL SUPPLY.

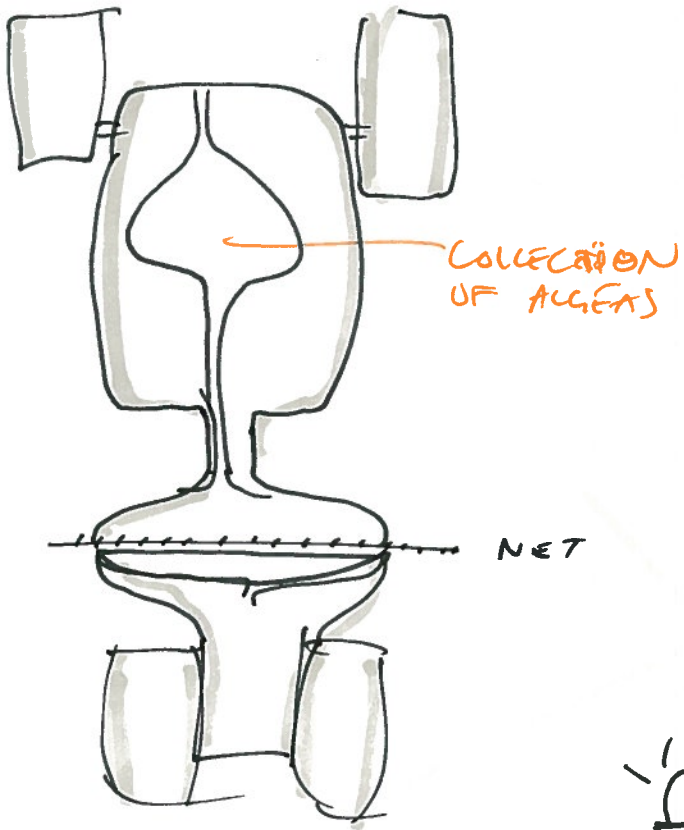




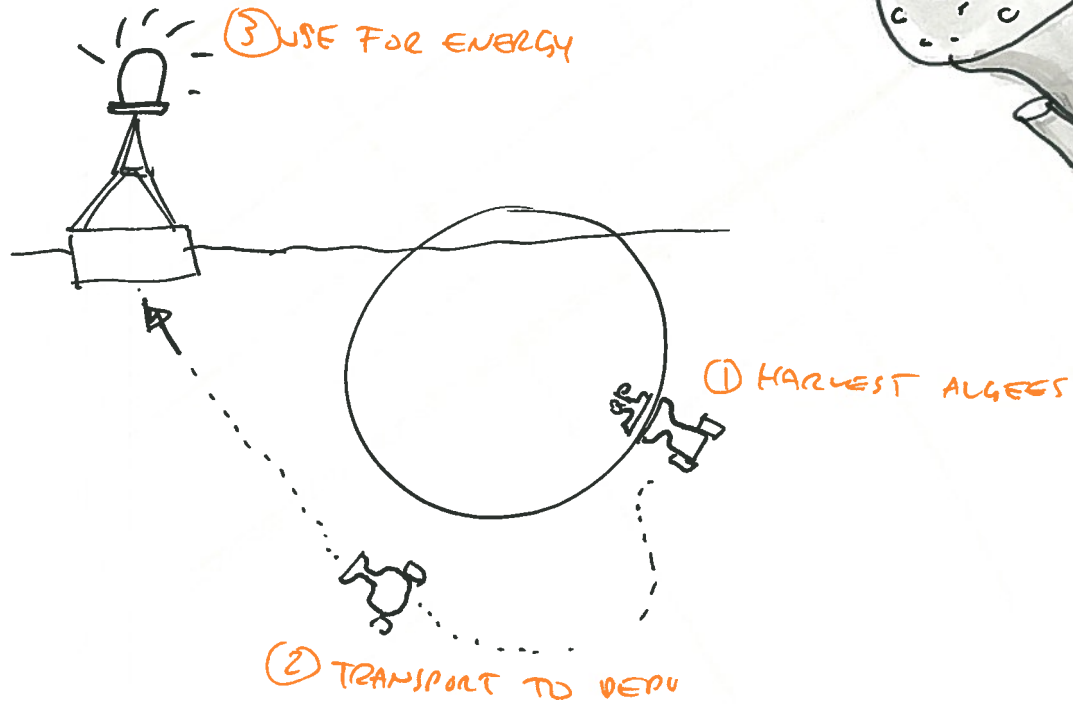
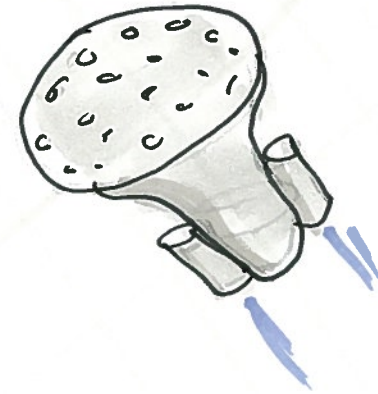
- POWER/  
HIG PRESSURE  
WATER/AIR.



① ACT. 3



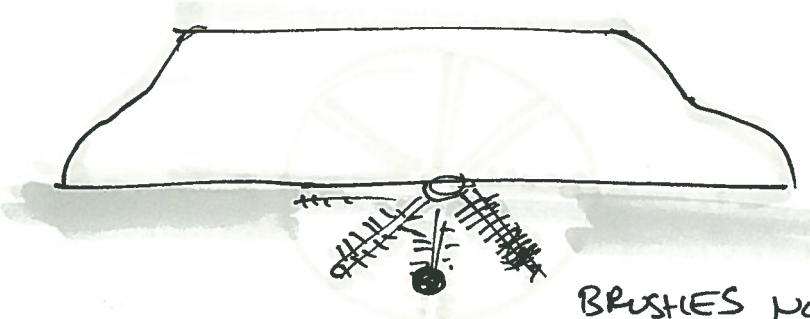
2 ROBOTS:  
less pressure needed.



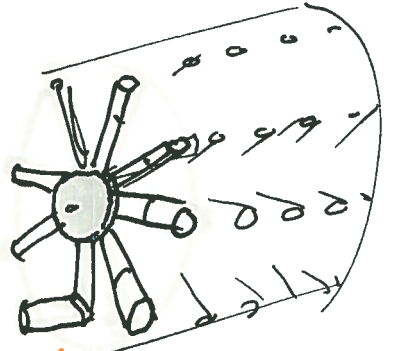
VACUUM?  
Bio-suction?

sup  
gms

3B

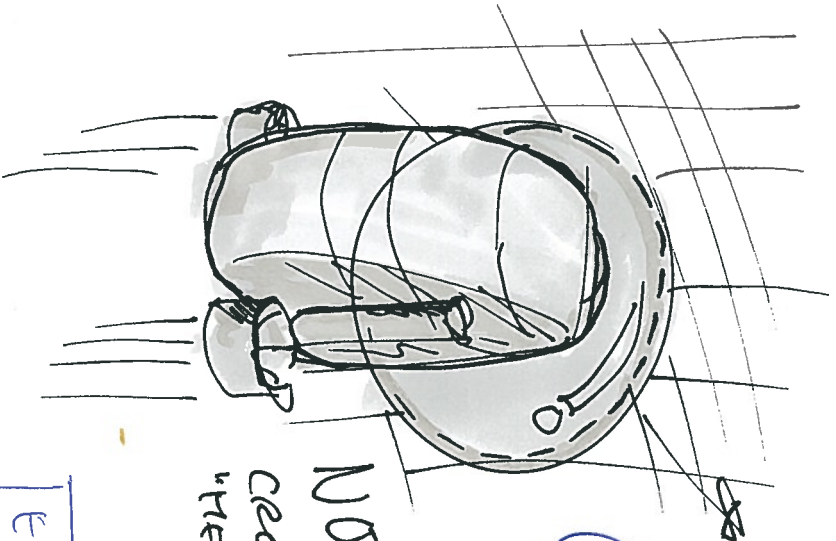


BRUSHES NOT SPINNING



LOCKING BY BENDING

PRINCIPLE	EXISTING TECH PRINCIPLE	RELATE IT TO SIZE + CONTEXT	DETAIL IT TO MAKE PRINCIPLE MORE CONCR
main			

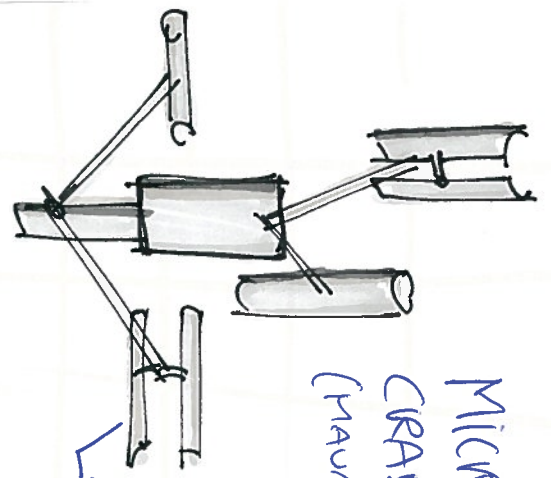


2

NOTWASHING-ROBOT.

CREATING THE USER.  
"MECHANICAL" LABRESOURCE.

EATING?



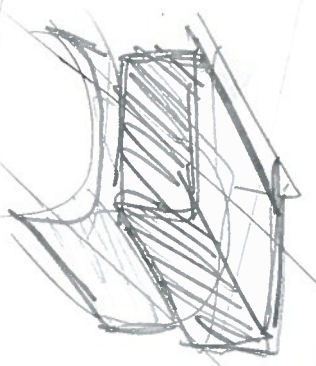
MICRO  
CRAB-ROBOT  
(MAURMAISIP)

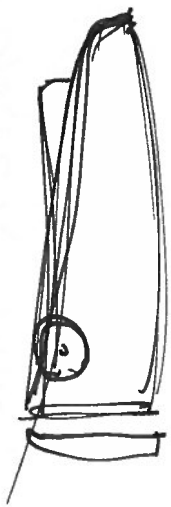
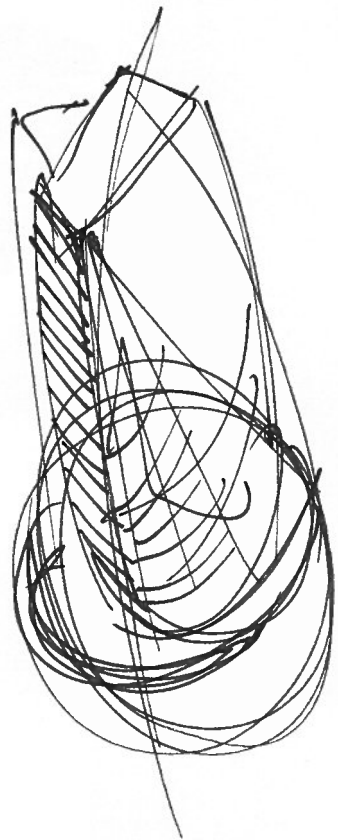
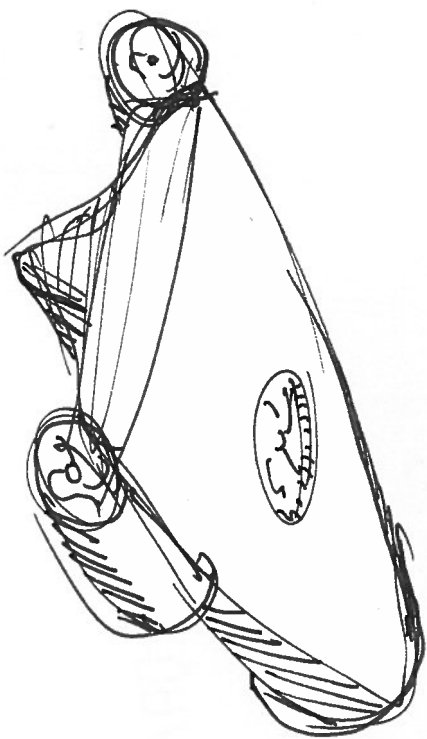
✓ TUBE SAVING  
THE LINE-REACTING  
THE FOLDS

WASHING  
CLEANING  
ANTI-FOULING

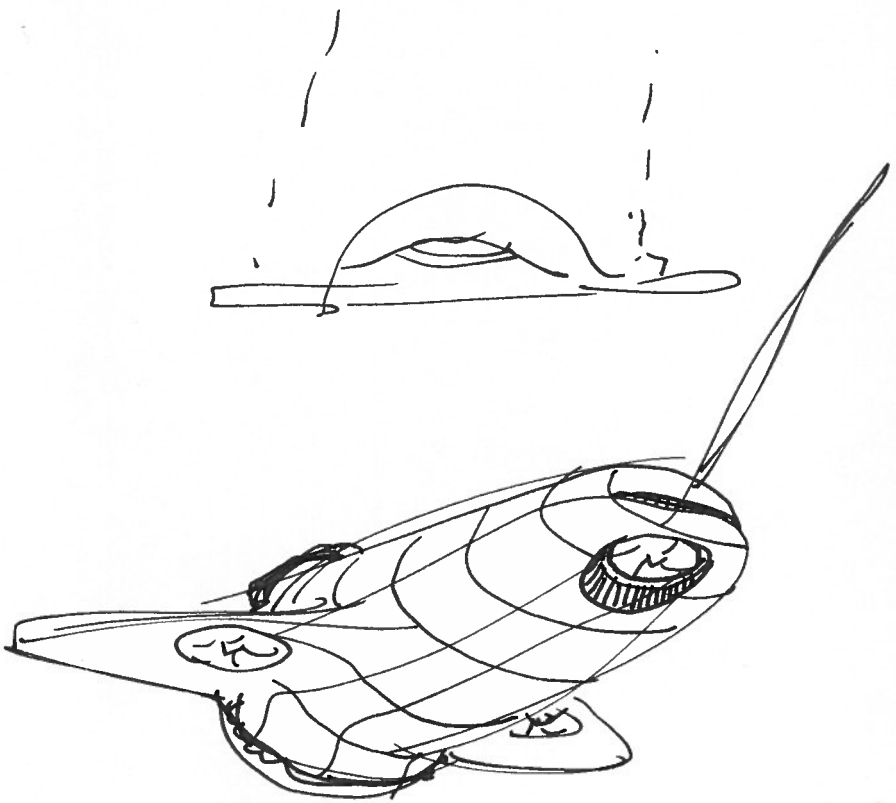
ENERGY

1 and 2 has DOCKING STATION  
for charging.





420 x 236  
43 | 420 x 297





NET

NET

#PPPSUB

NET

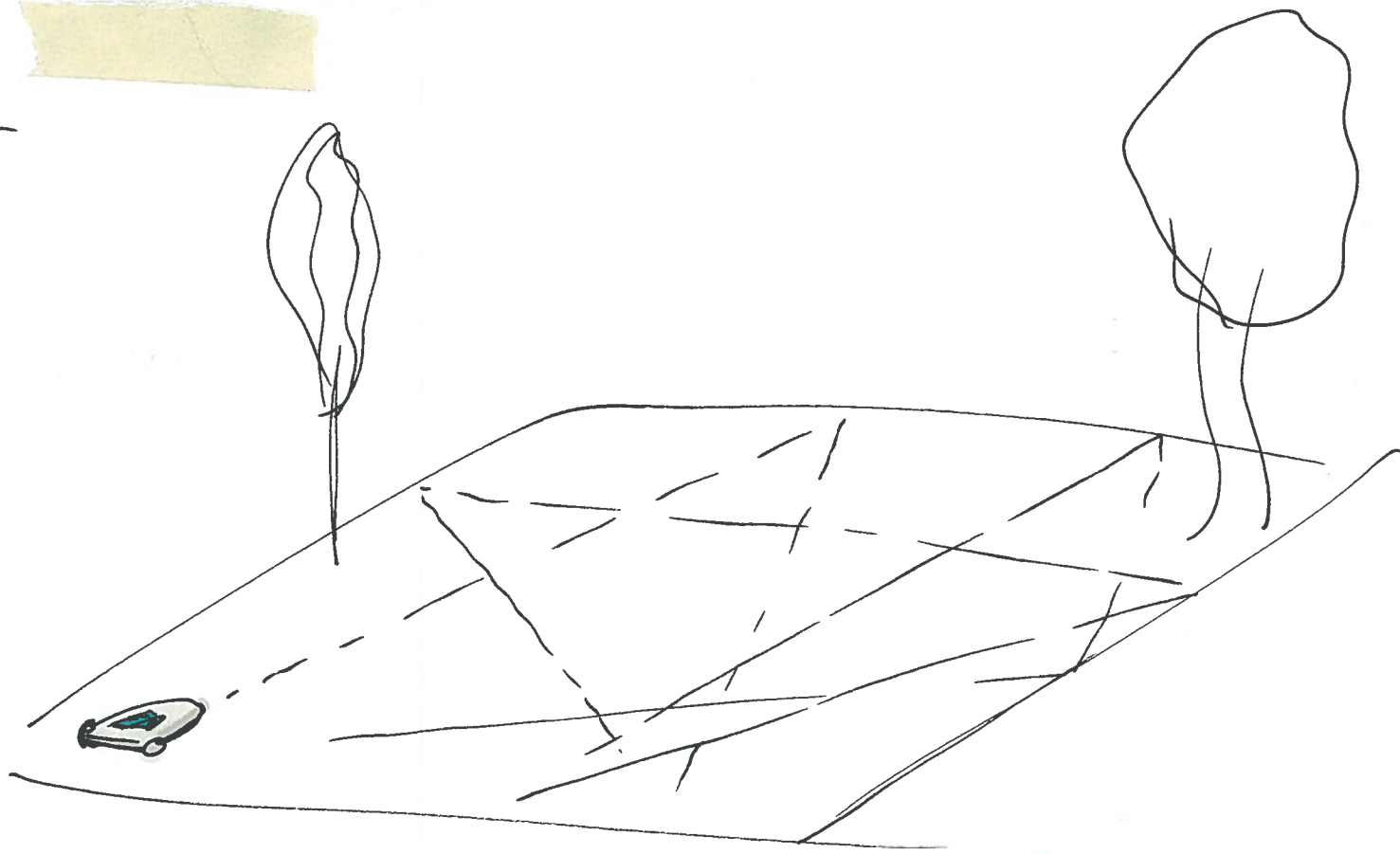
NAME

ME-THE ART. HORSE  
YOU-THE WARRIOR

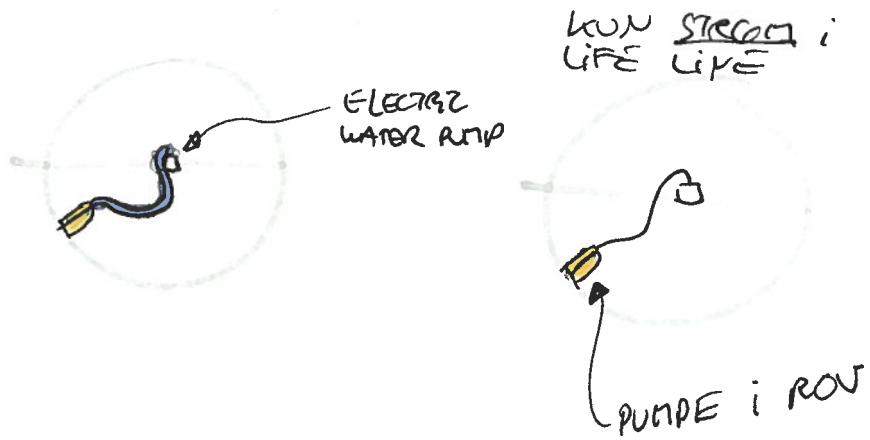
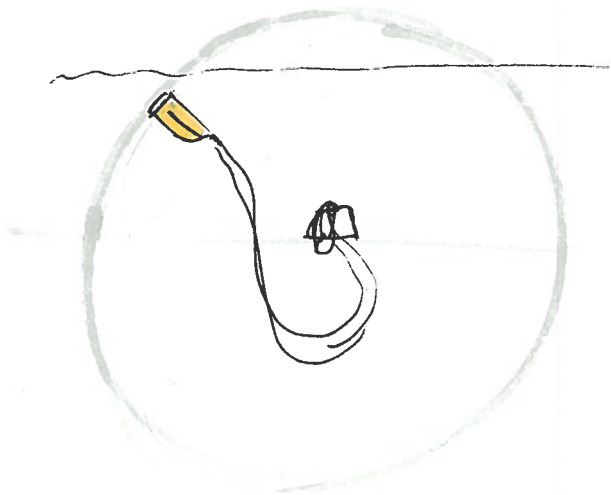
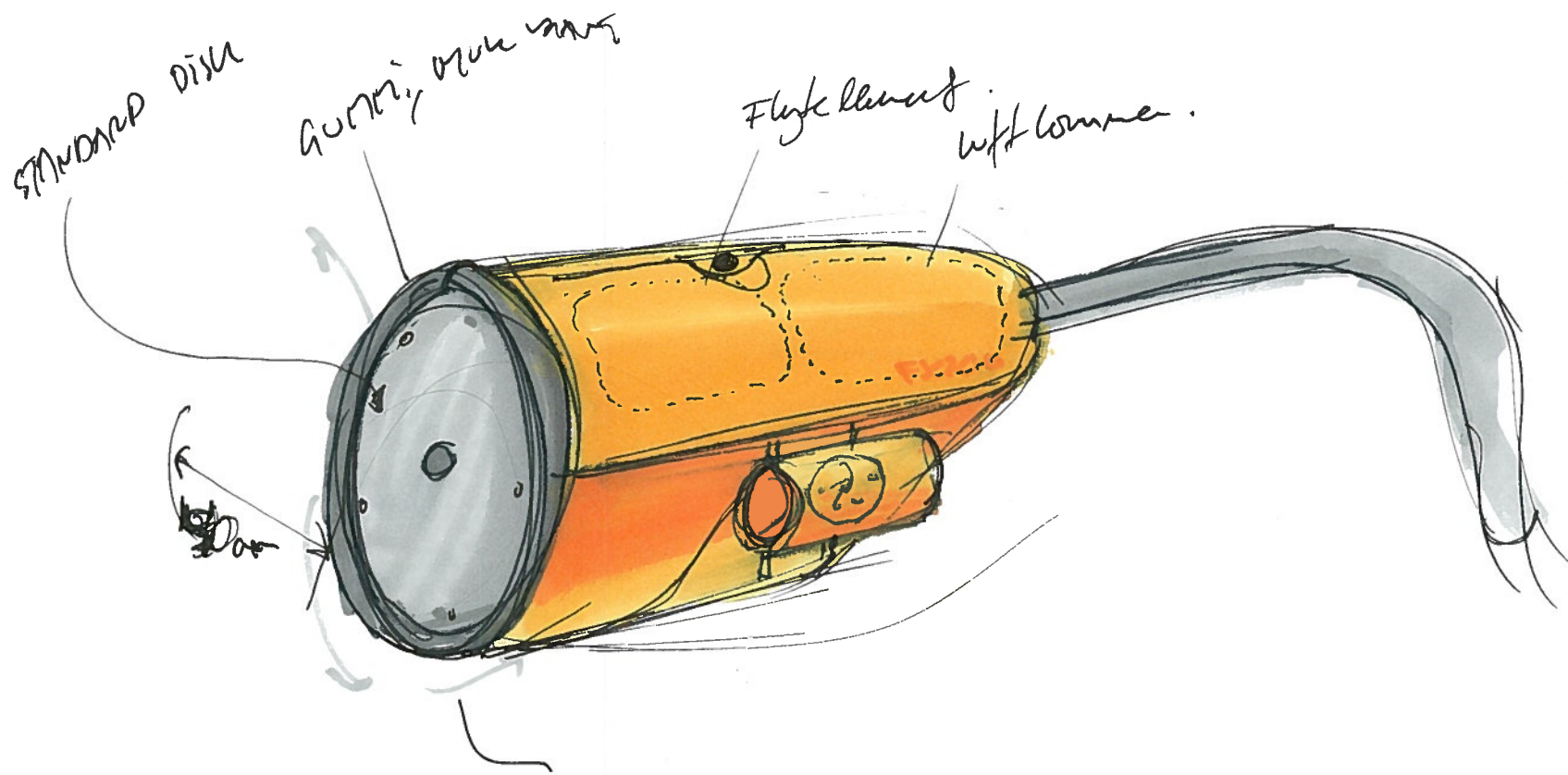
every READ OR

COST

③ Prinzip -

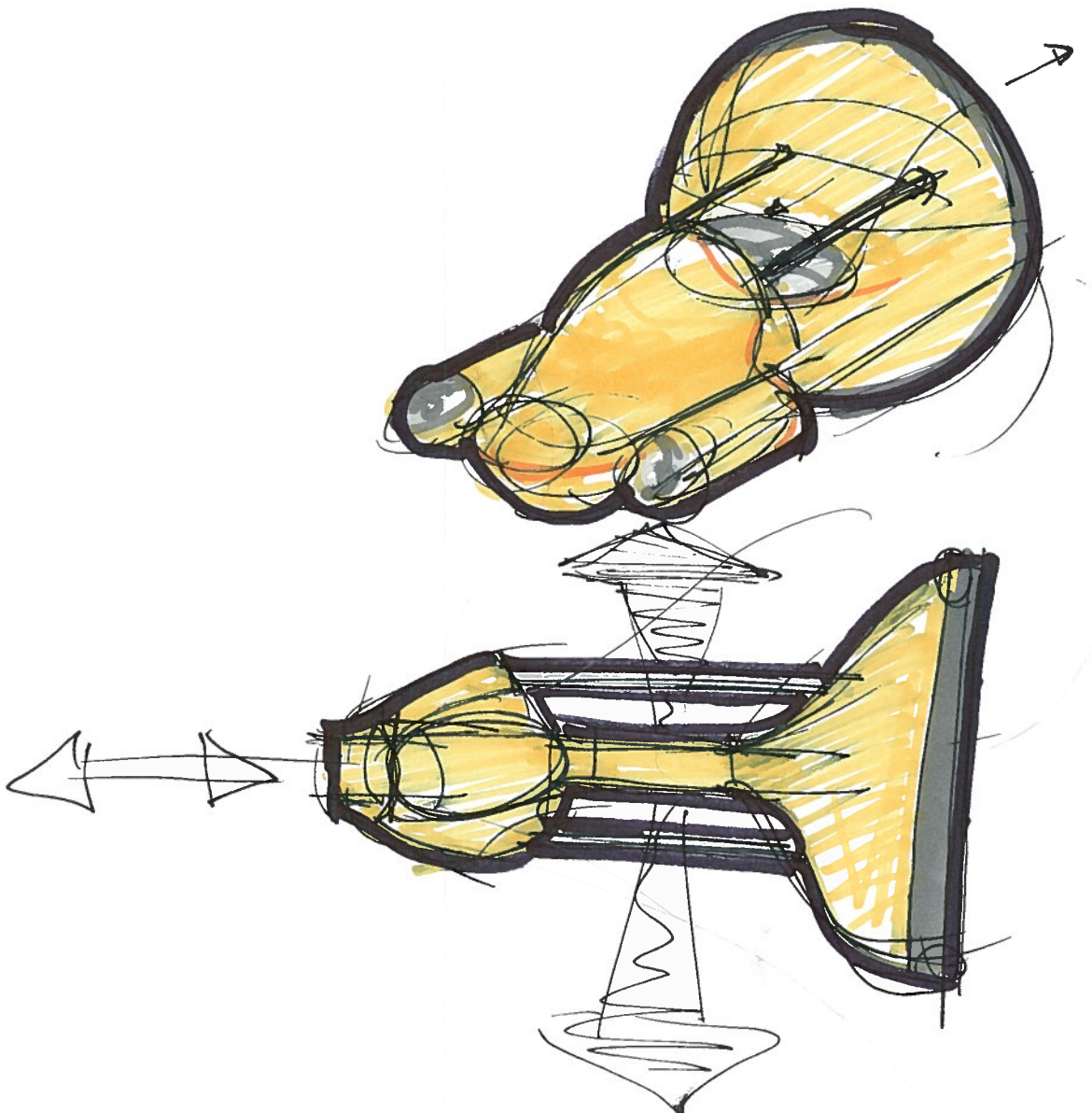


AUTOMATIC LOAN-MULERE PRINSIP



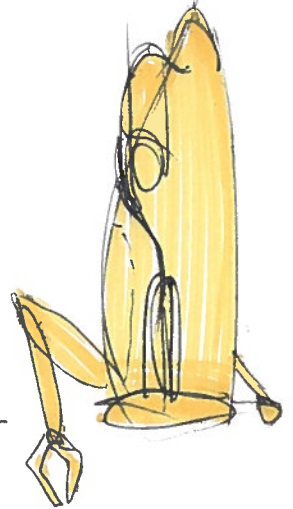
ROV CLEANER





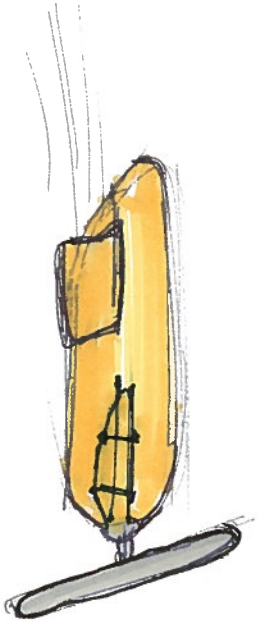
11

VIDEOKAMERA



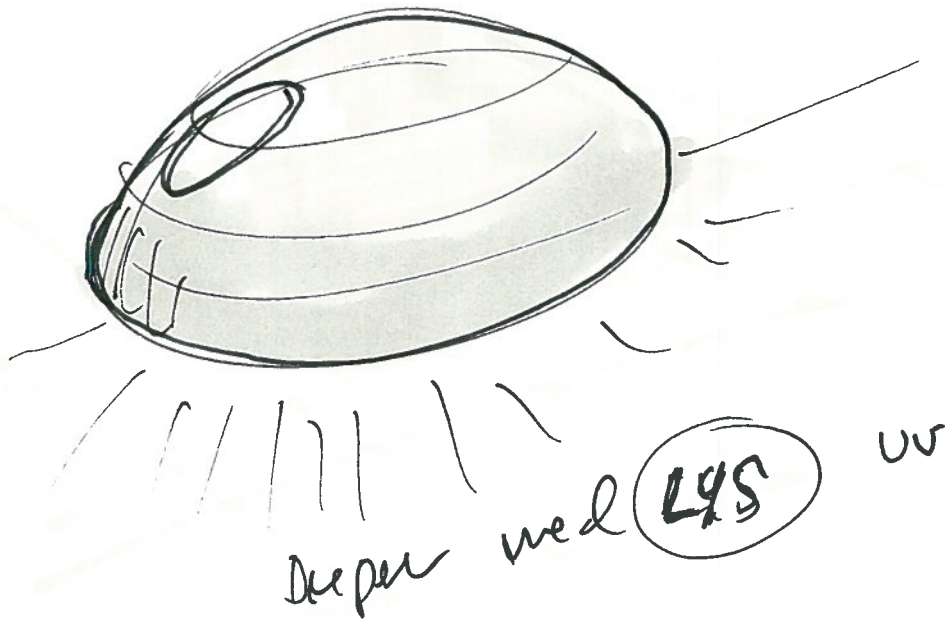
SMOON.  
KAN WAGLE TL  
HONNEUWDSYLER.

KUPEERAN LAN  
FRUETS OF NIE  
or i VOL-models.



30

XT 2003 pm CRAB



$$355 / m^2 = 99,1\% \text{ belysning}$$

Polyester er bestående  
med UV-lyst.

FUNKTIONER KUN  
PÅ FRITFLYRENDT

UVB 280 - 320nm } FORFINGER  
UVA 320 - 400nm } organiske  
molekyler som  
d. eller proteins  
og nukleinsyre  
= skadelige ender

ORGANISKE UV-Reduktion:  
noen planter lager  
UV-beskyttelse

ul. Mys ->  
skinnlag:  
"Linking noise"  
... ..

FUNKJON AV VÅGSETTERE:



STREK



FORVÆRSLING DELVIRJEN



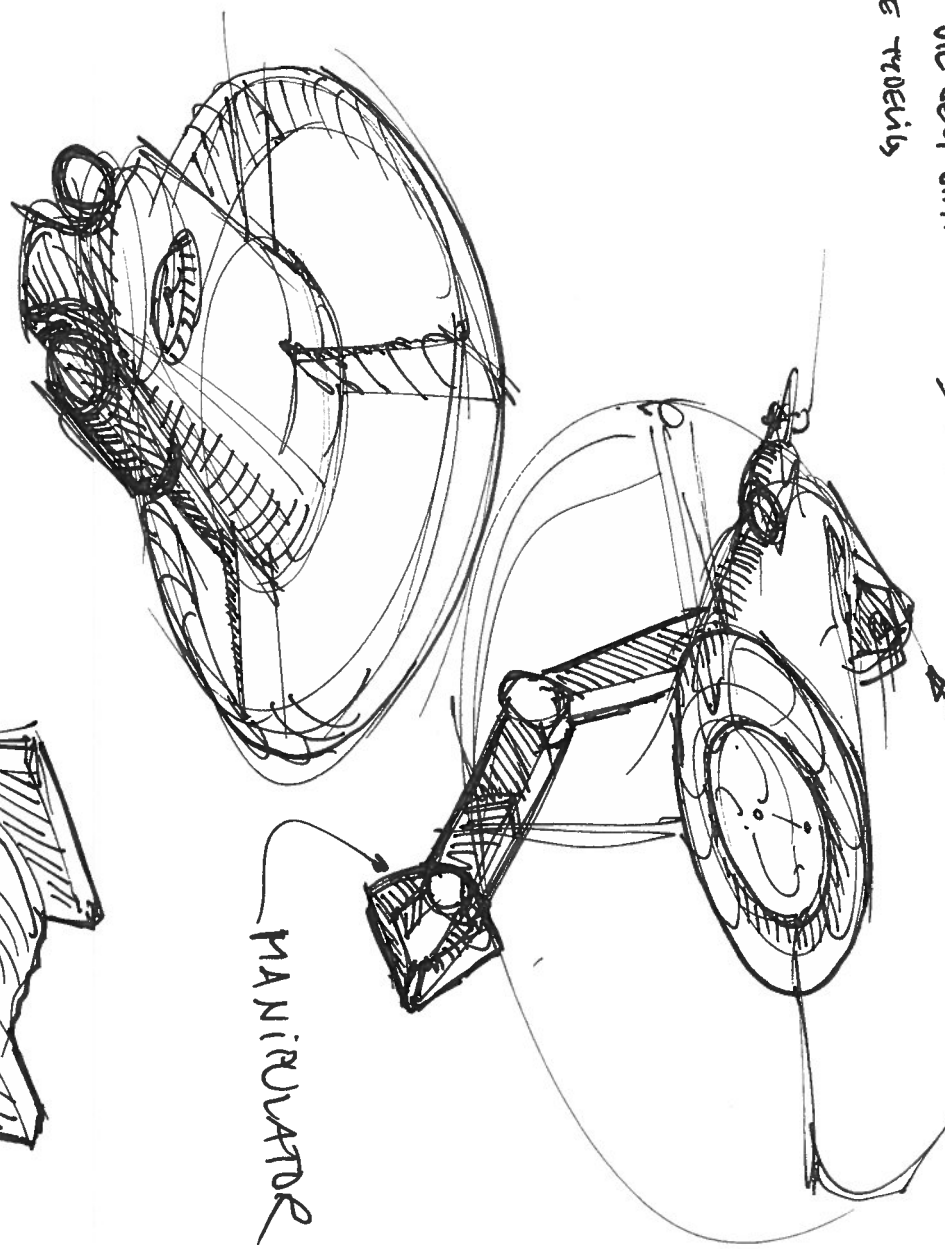
Hvor mange påpattene.

skissar  
HVA JA VIL ÖPPNA IN UPPRETT.

PROJEKT

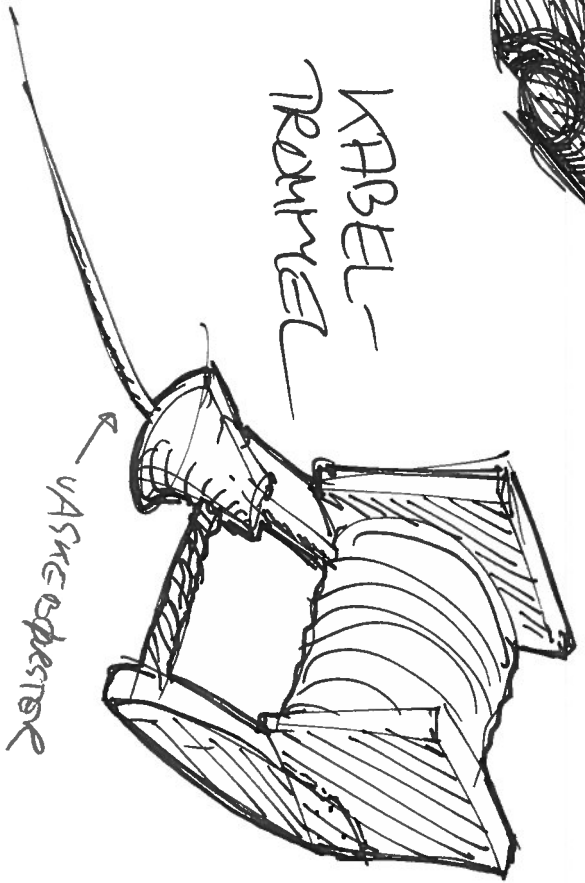
HVA VIL SEH GILLA MED NÄRSTÄMST  
VERRE TIDENS

KAMERA



MANIPULATOR

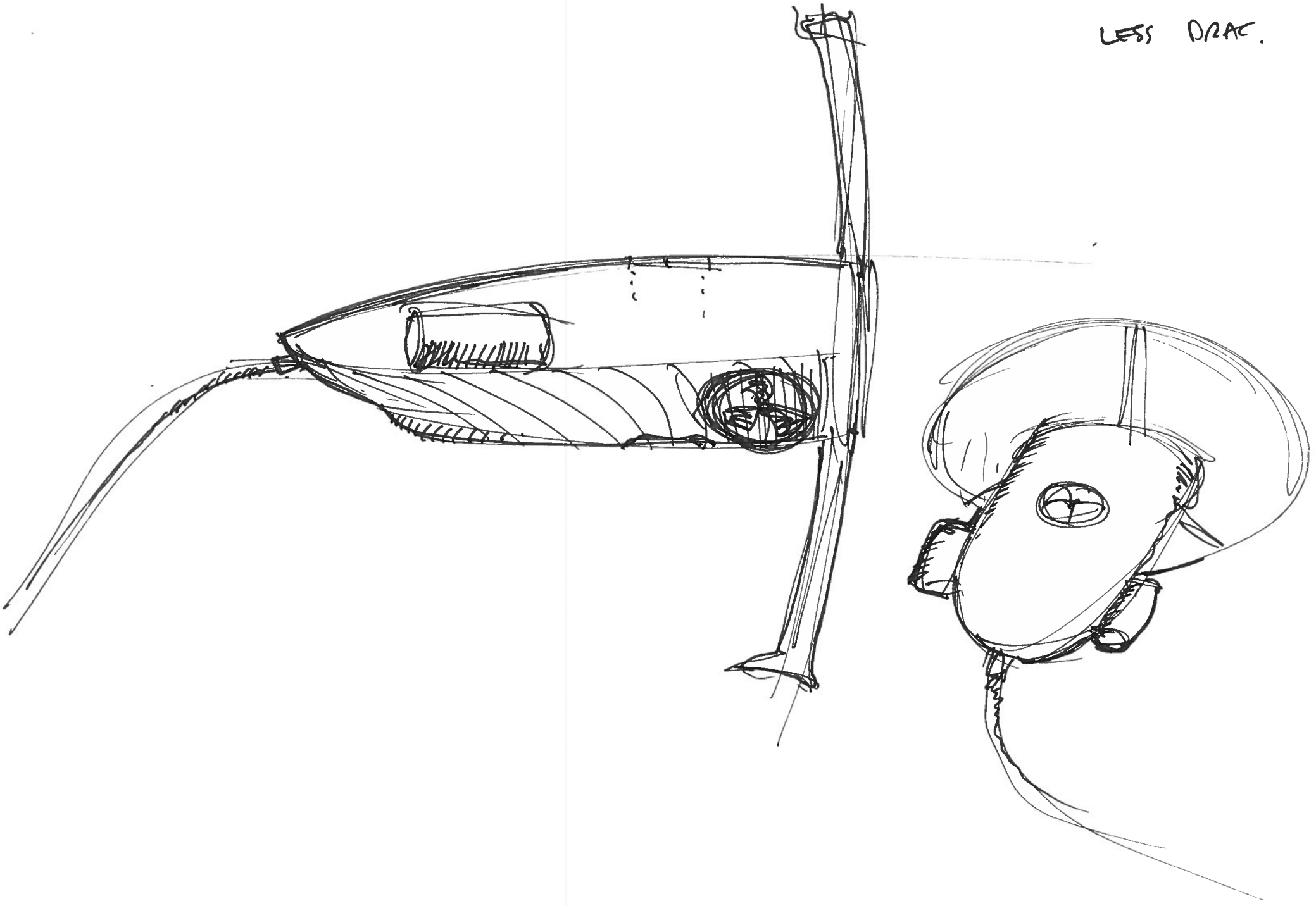
KABEL-  
TRÄMMER

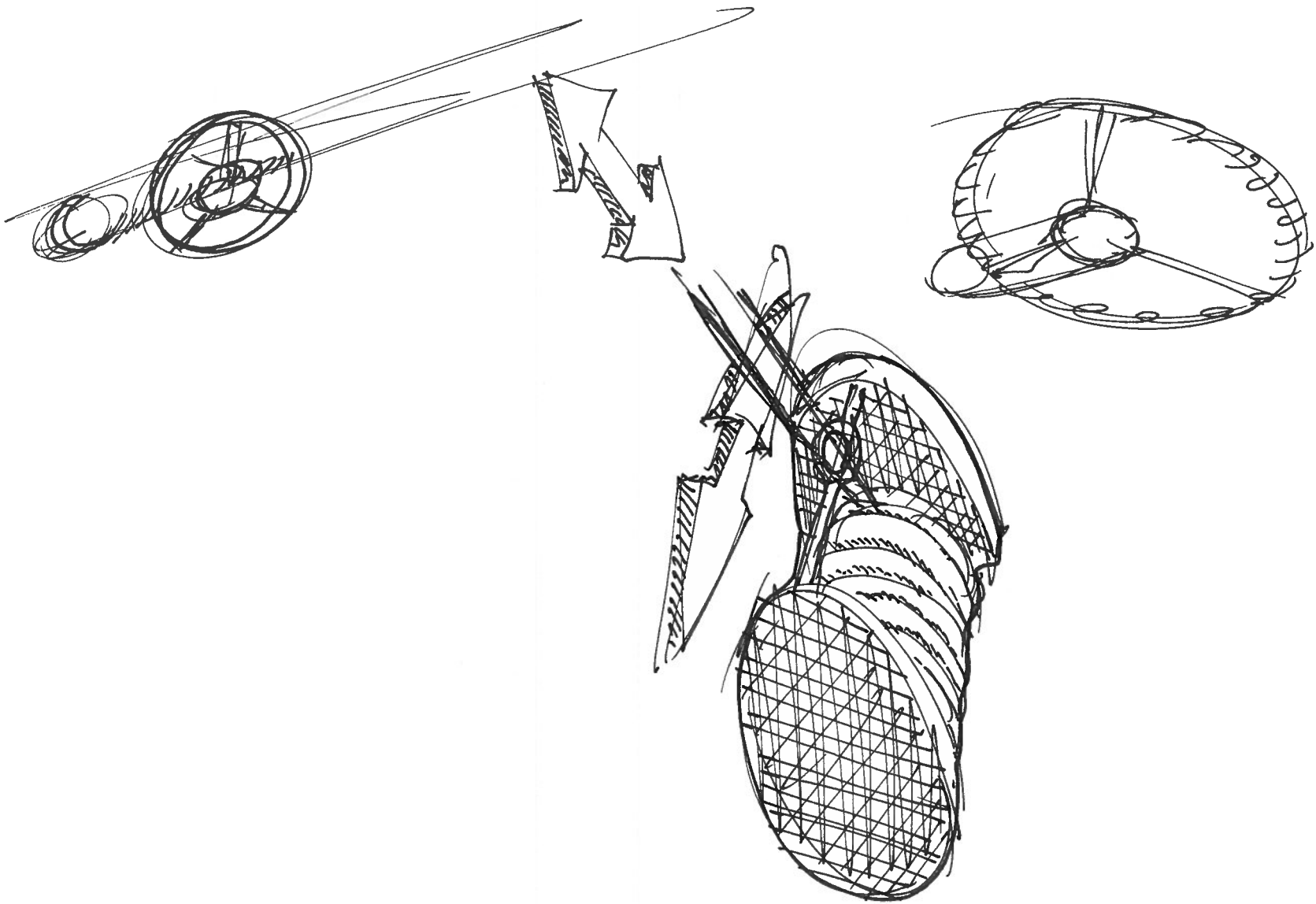


→ VÄRMEISOLER



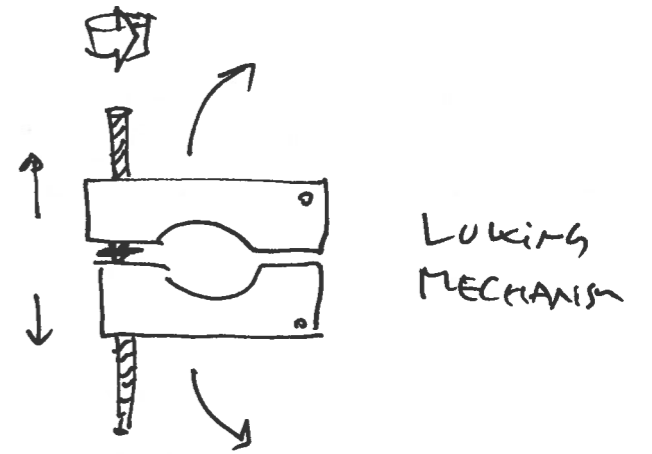
LESS DRAG.



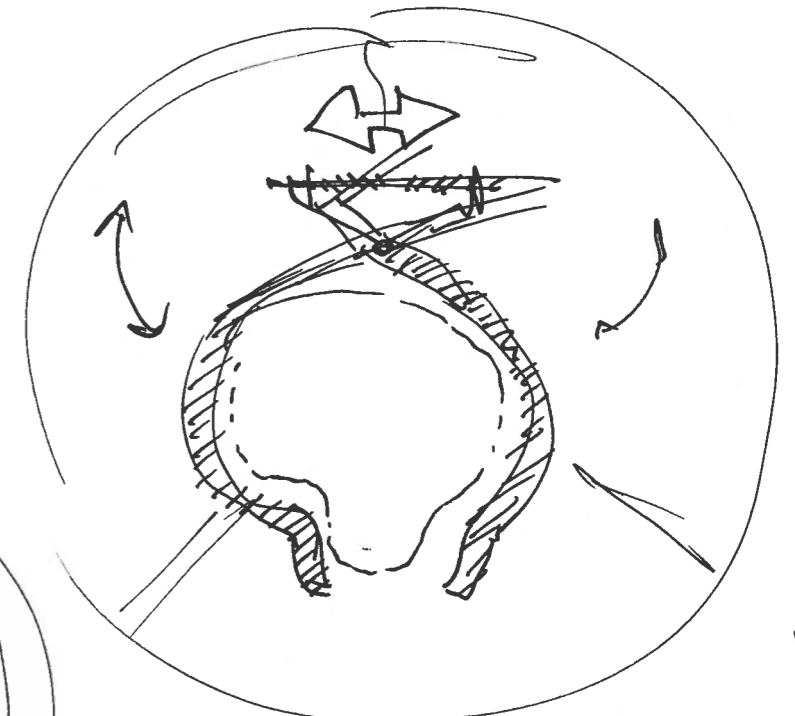
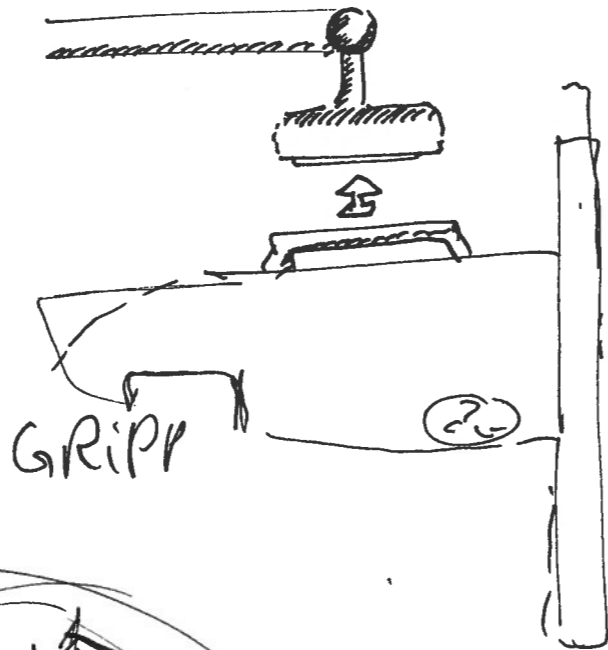
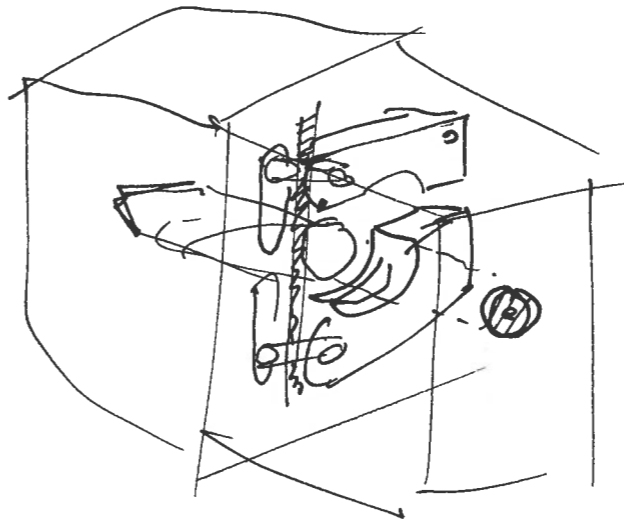
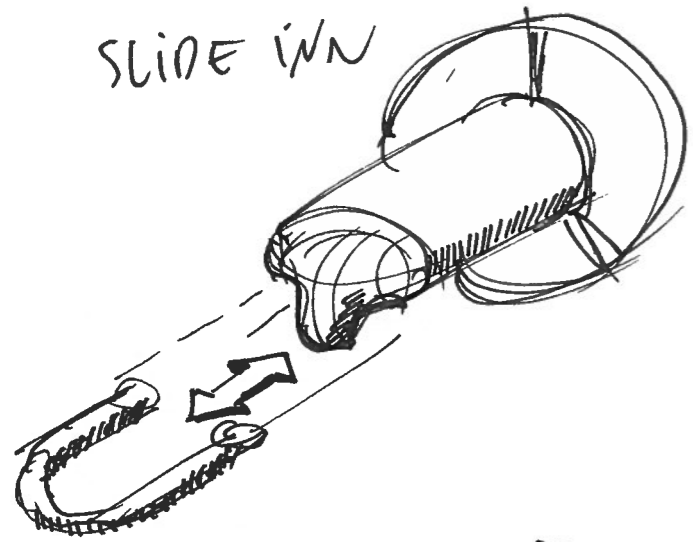


HOT SHOT / HYPER SHOT

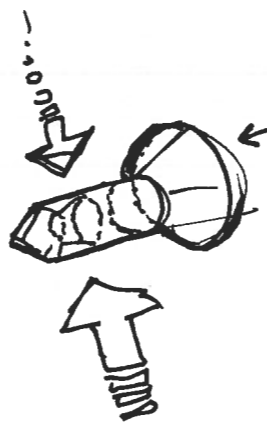
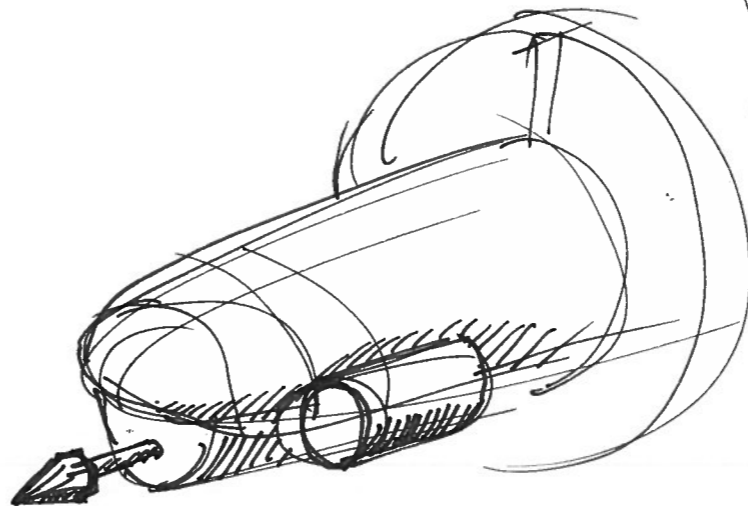
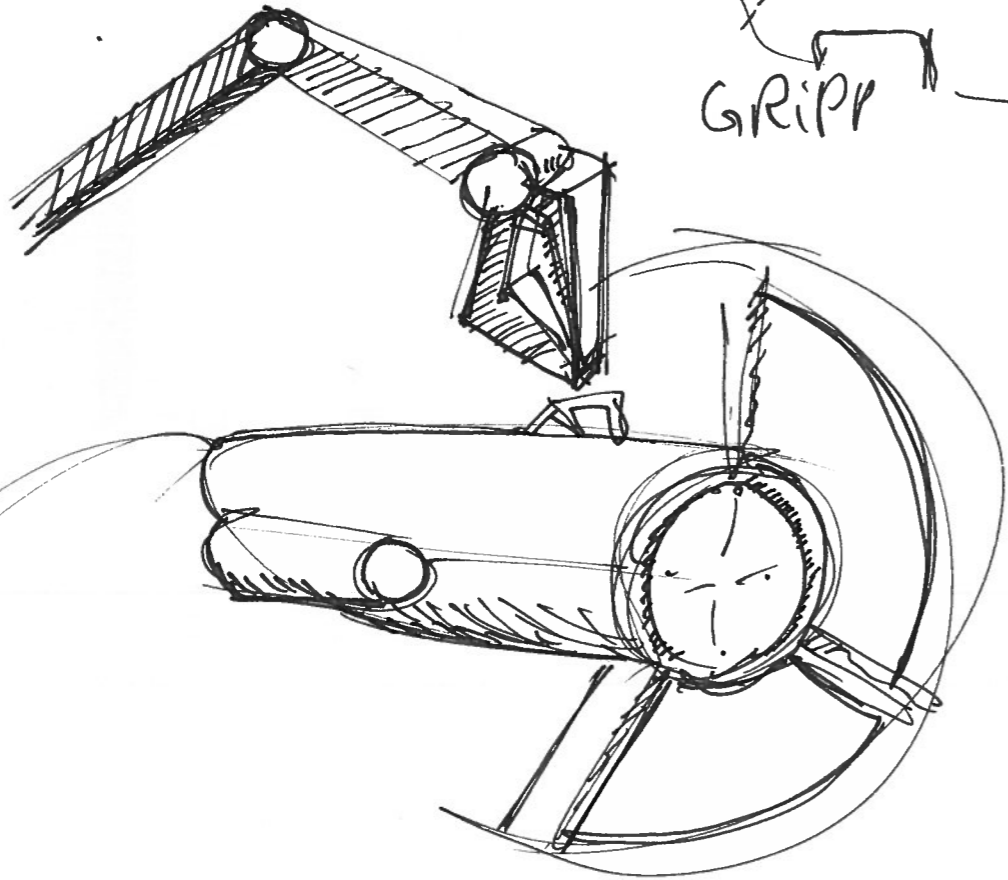
DOCKING



SLIDE INN



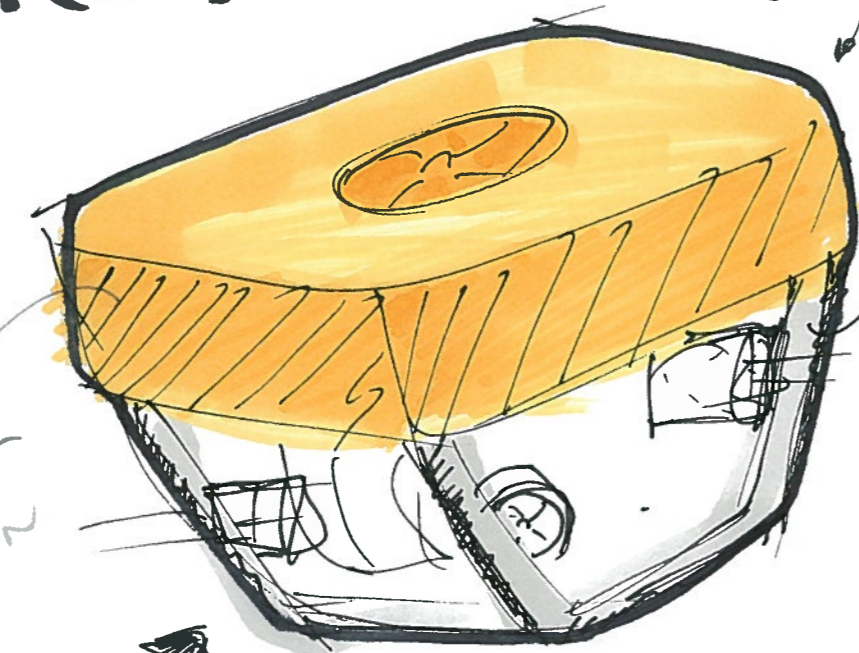
"KNIPETANG ON MAGEN"







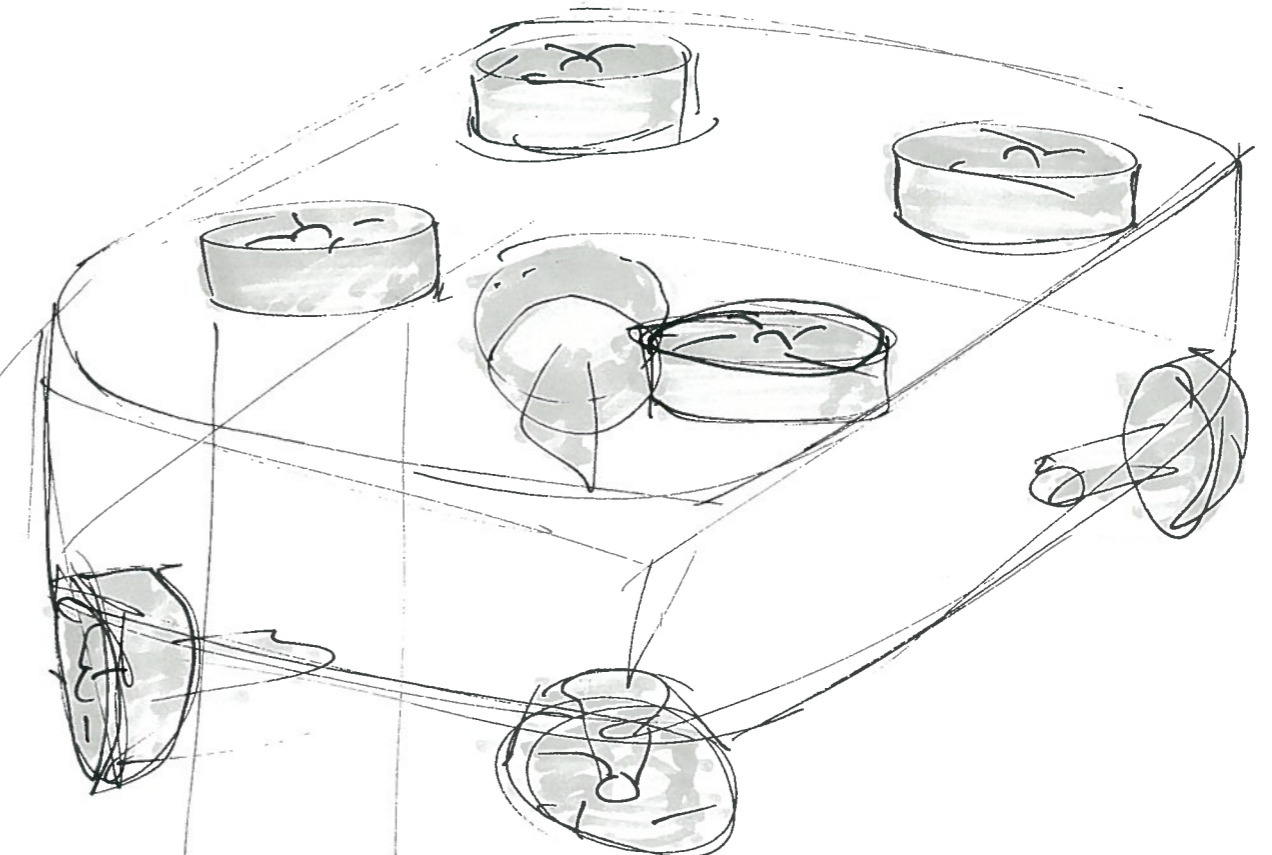
# TYPISK ROV UTFØRING:

FLYTEMIDDEL  
GLASSER ER  
SIDDT SAMMEN

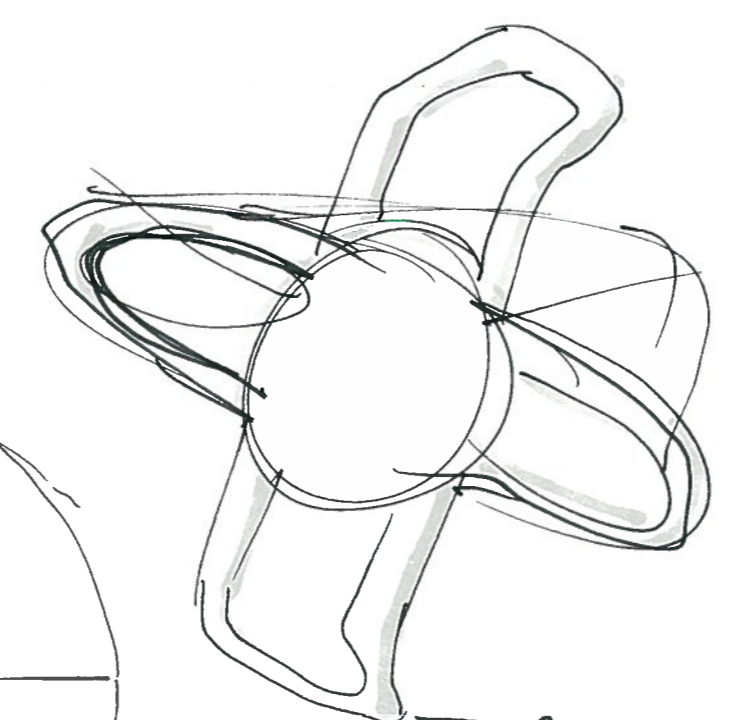


lit positiv opprift  
ANODISERT ALUMINUM.

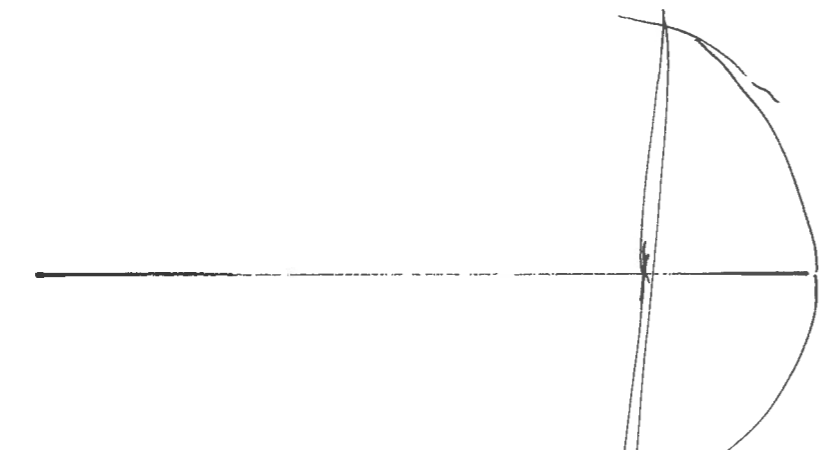
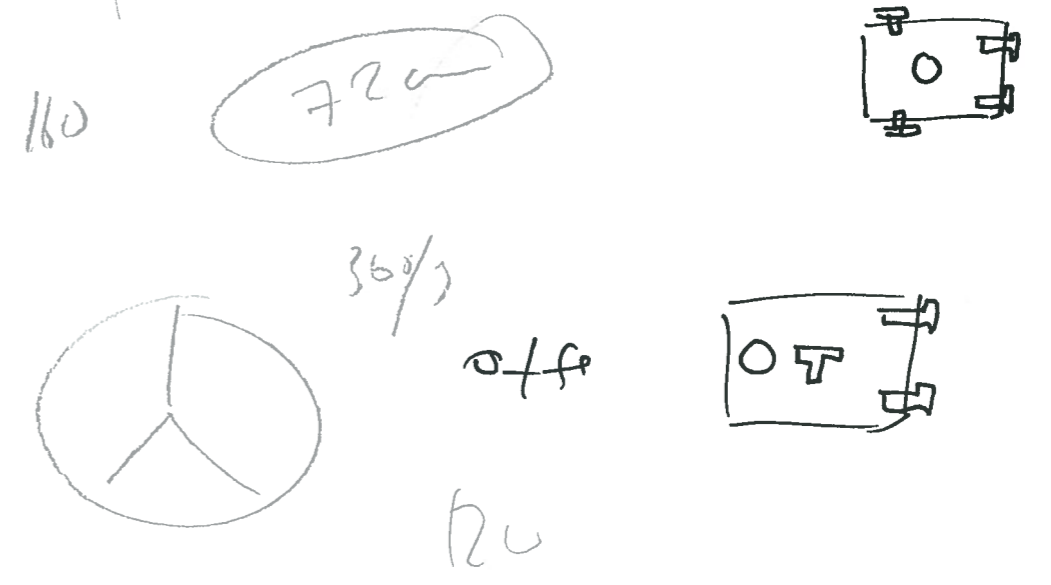
offest x 1  x 2  
x 2  x 4

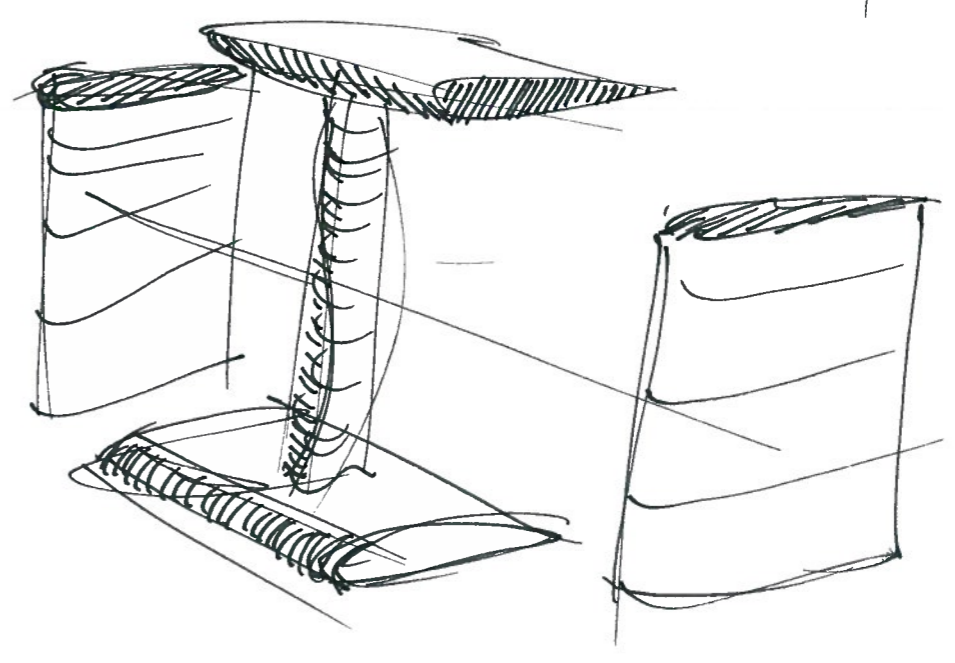
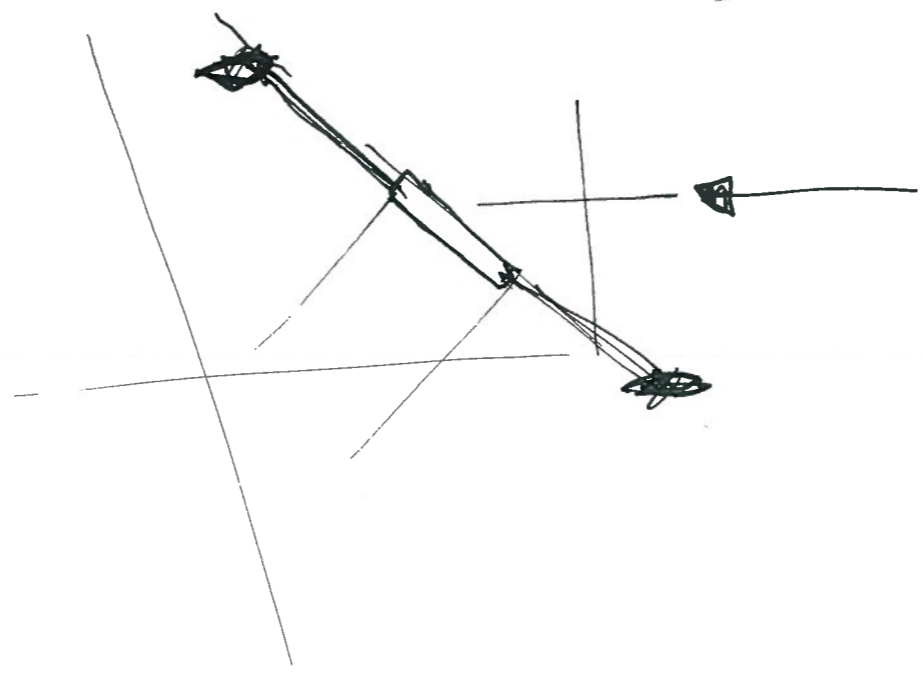
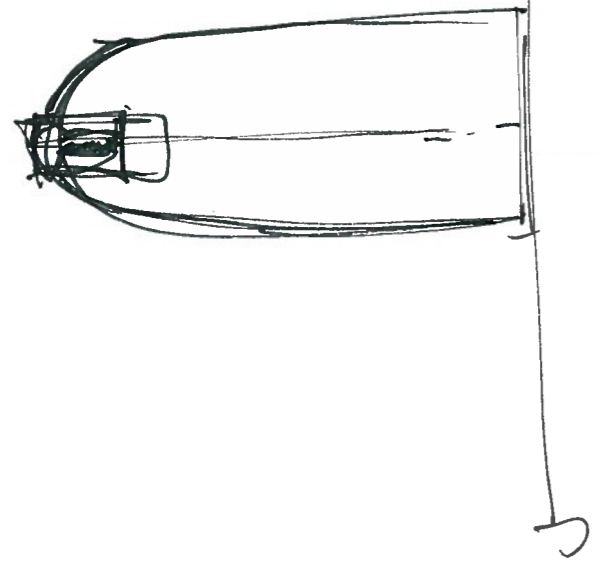
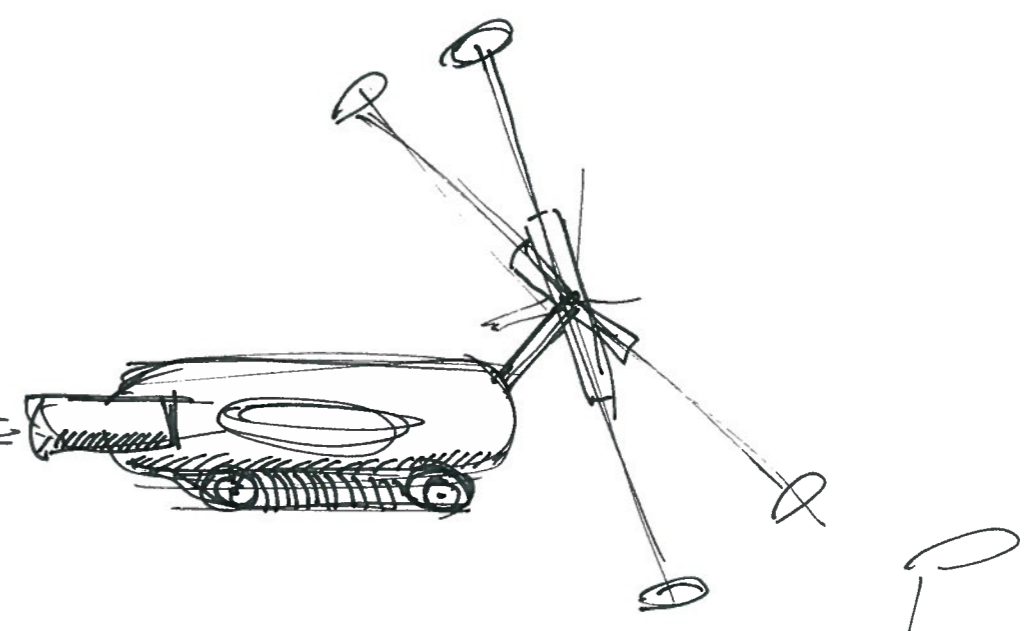
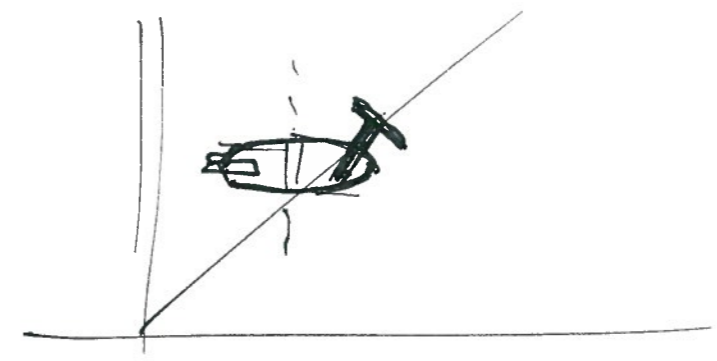
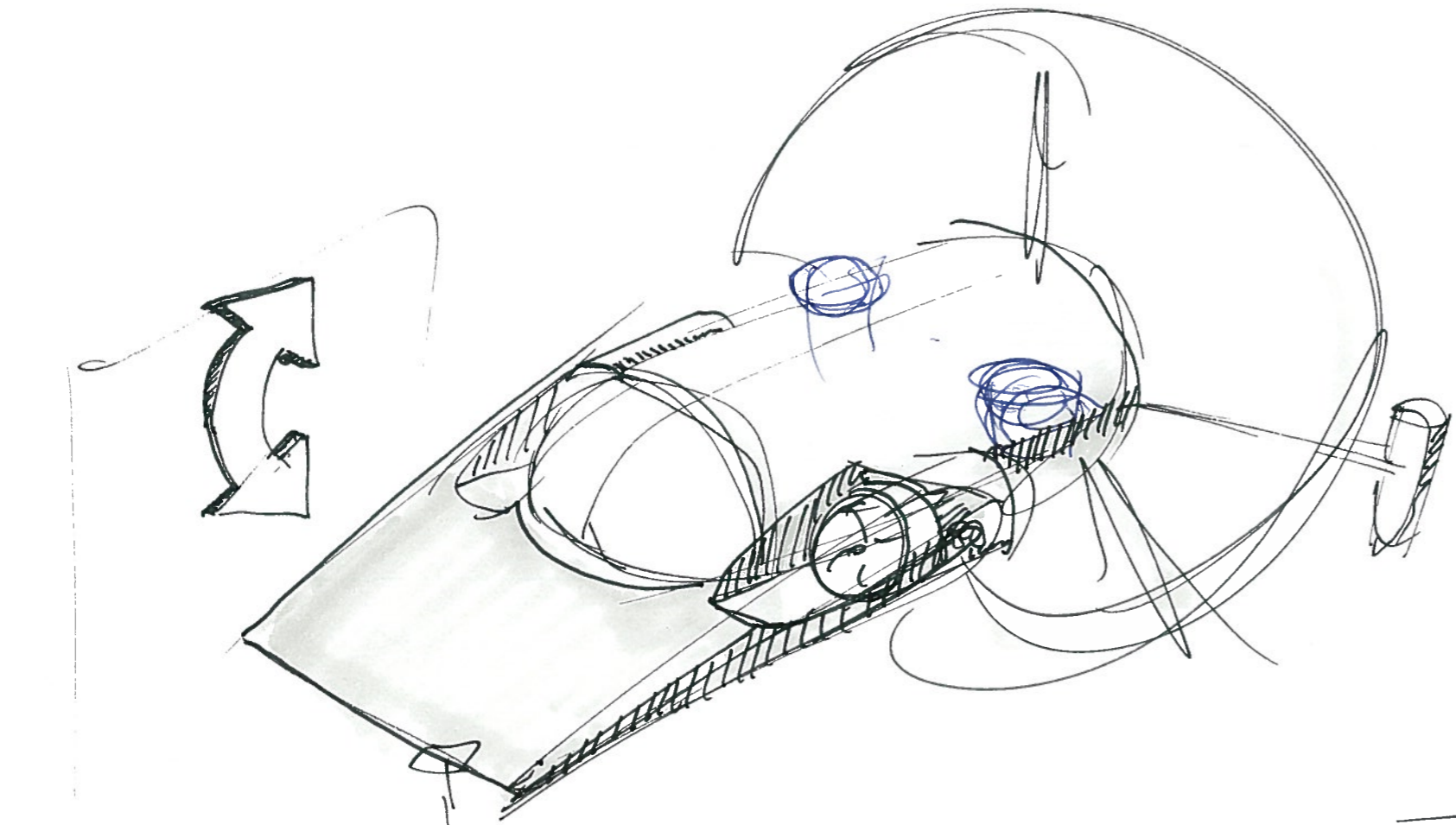


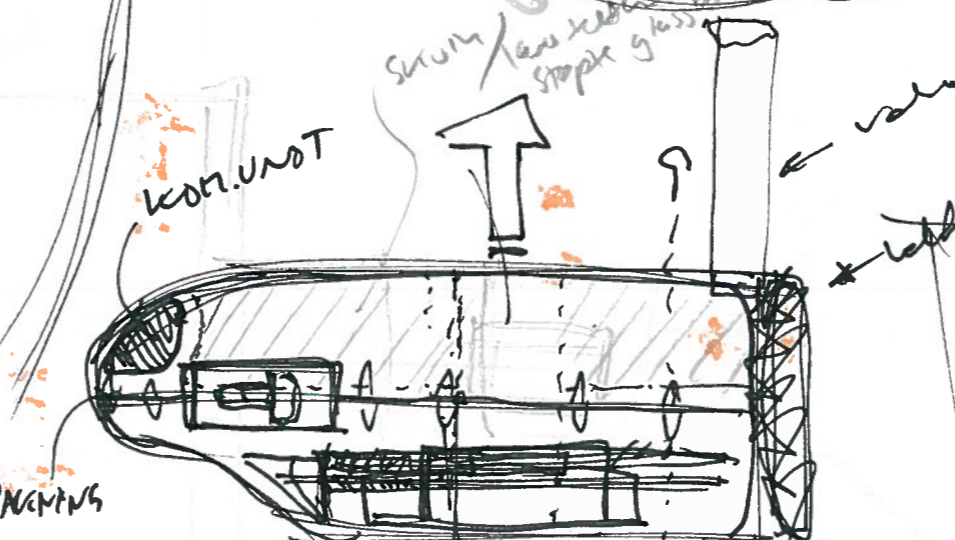
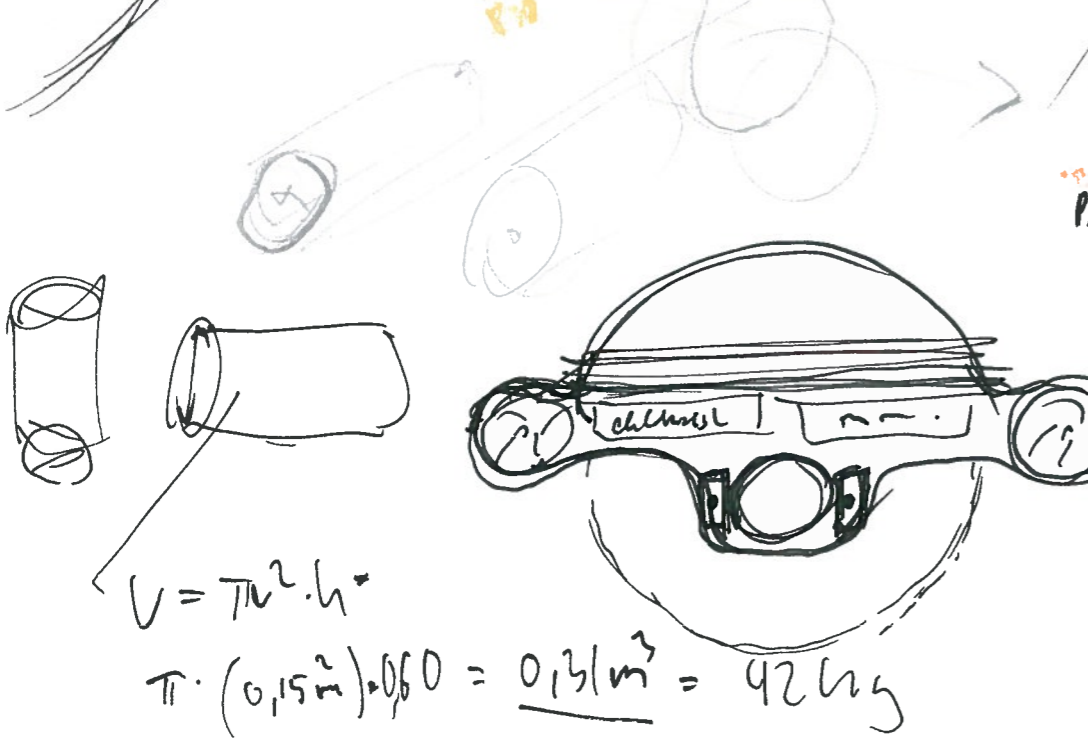
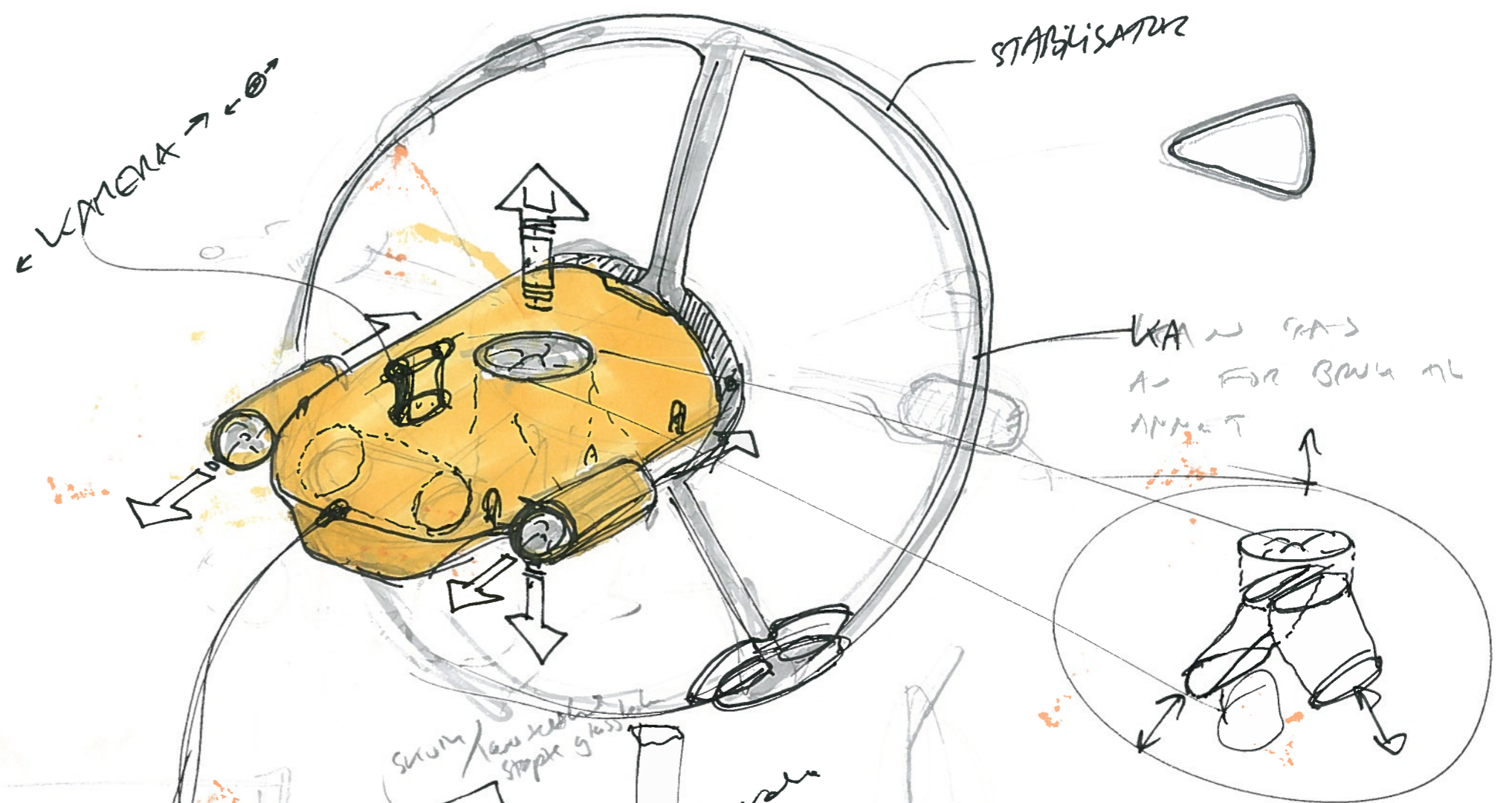
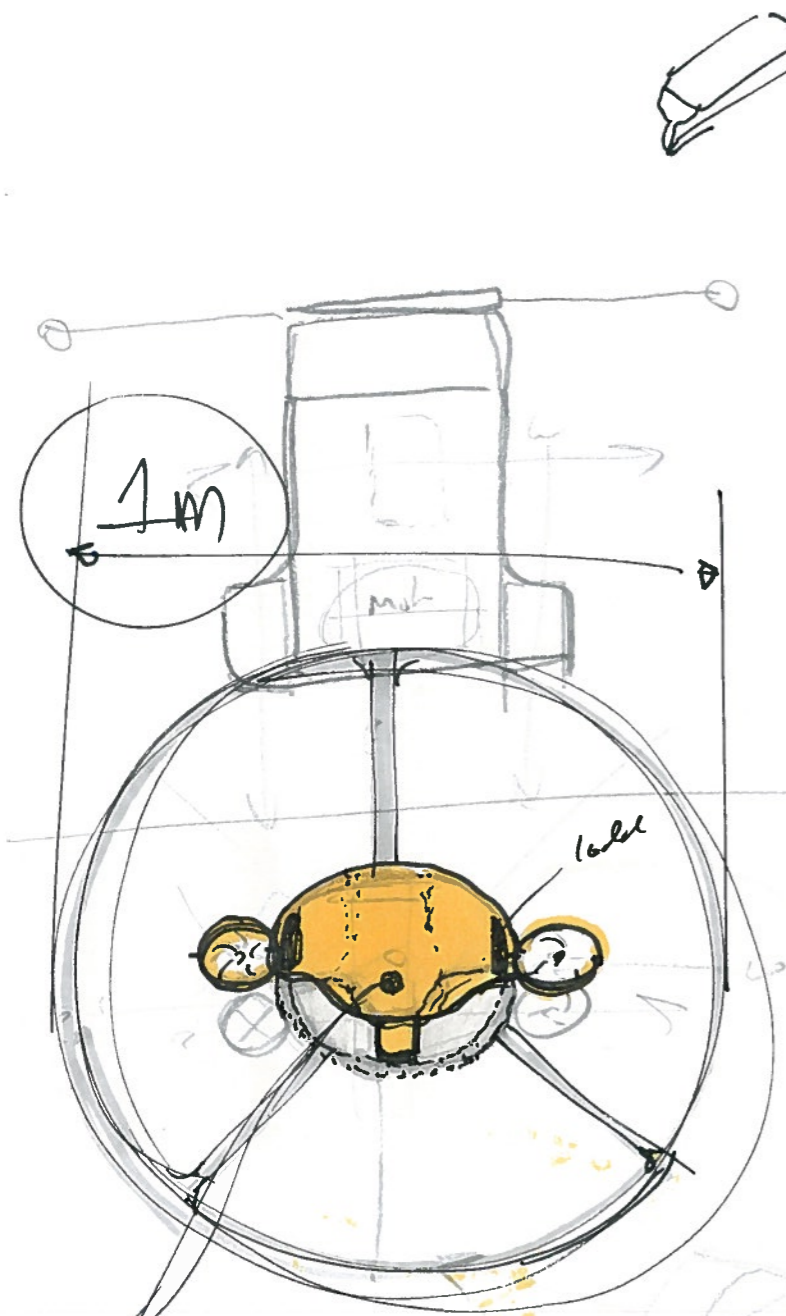
MYE FLATE/STRUKTUR  
SOM KAN BEGRØS.  
MÅ ENDRES FOR AOV SOM  
ER "KONTINUERLIG" UNDER  
VANN



Gi MOTTE.

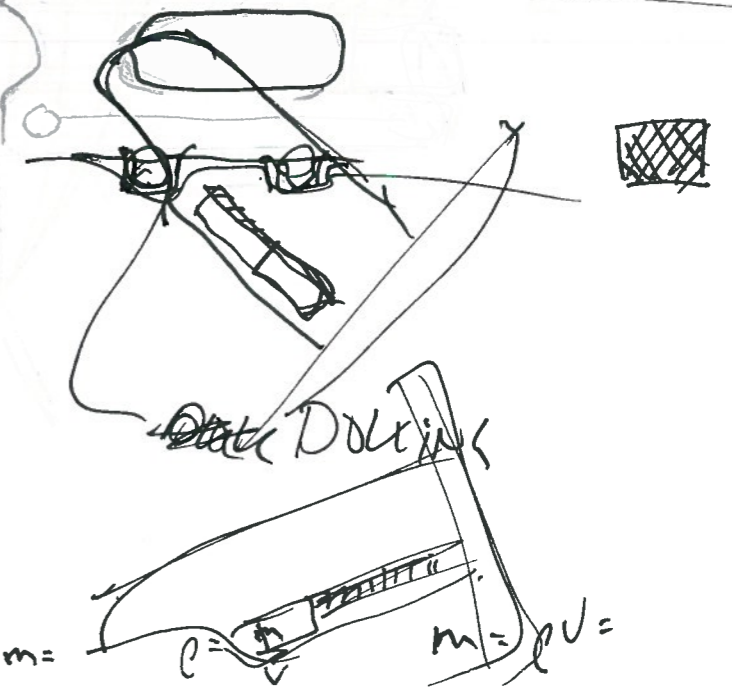






$$9021 \text{ m}^2 + 0.845$$

- Positionering
- HJERNE
- LUFT/VEKT



$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$m = \rho V$$



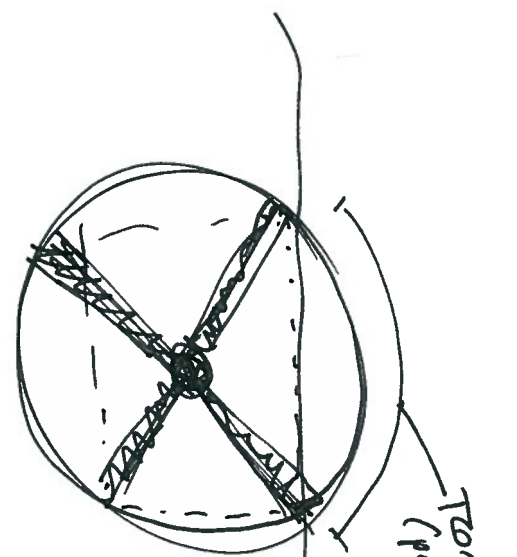
TIPPED  
 SNAKES  
 PAPER  
 Twirls use  
 more on line



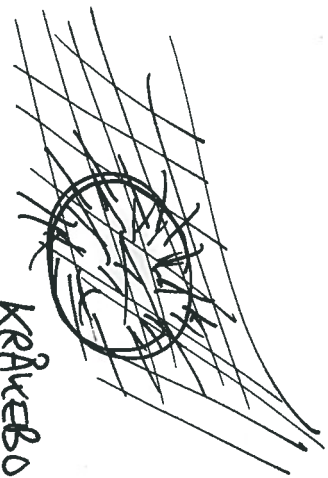
**UV-LIGHT to Kill!**  
 Light for photo.

PREPARATE

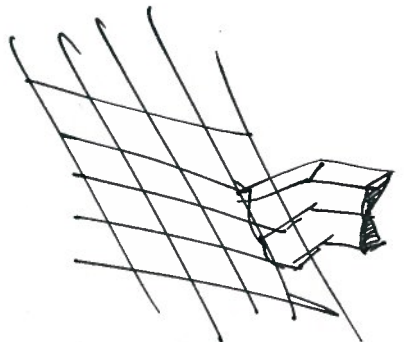
BIDLOSI



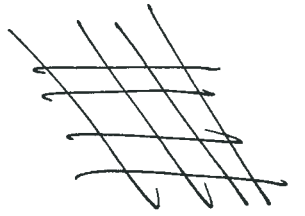
ROTATES  
 FOR  
 DAYS



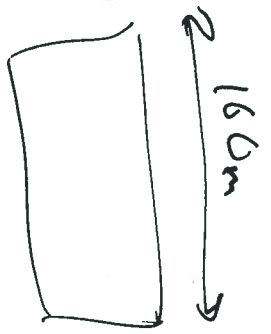
KRÅKEBOLEN  
 VÅRNER PÅ NOT OG  
 SPISER GÅSE

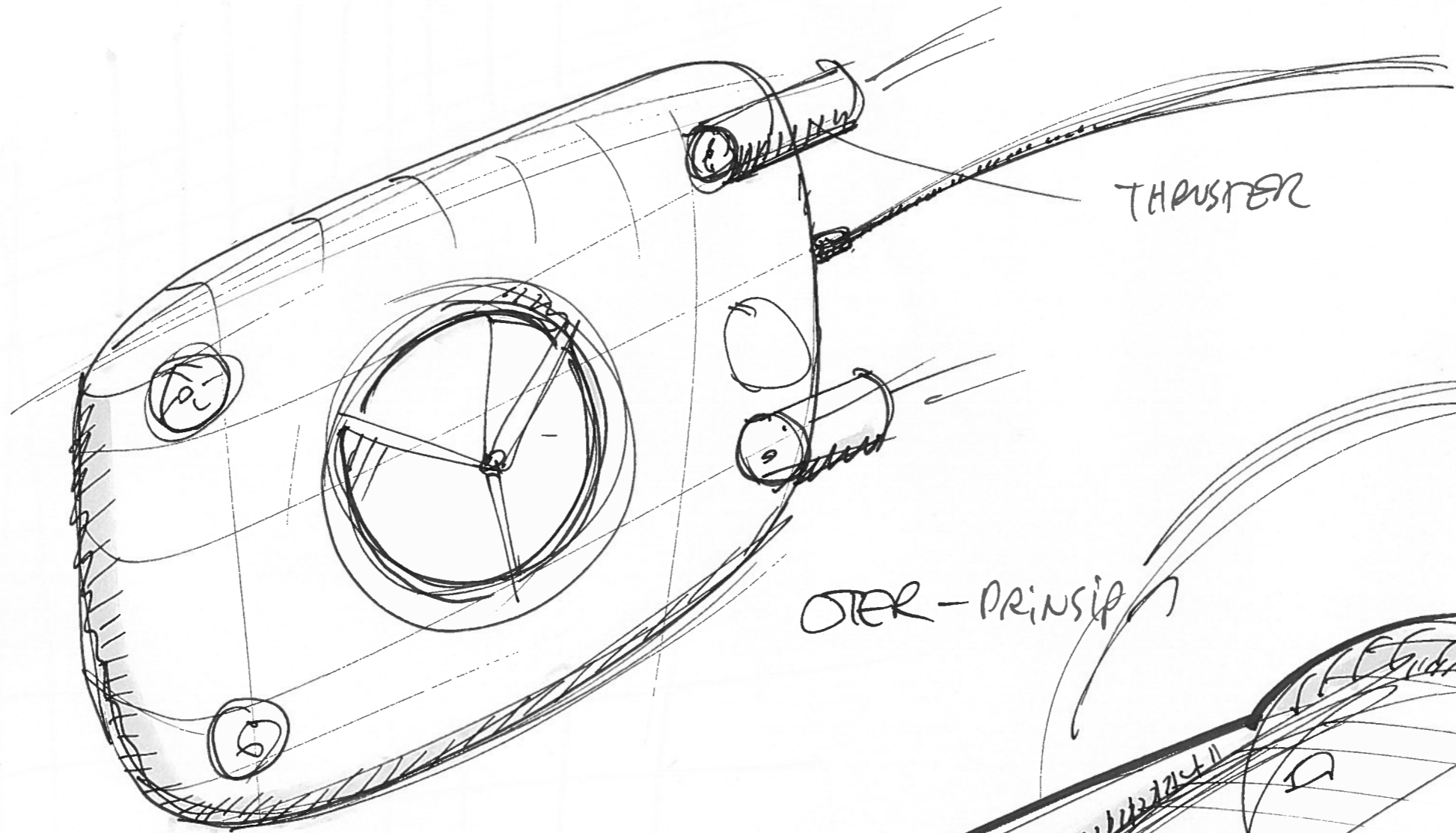


SILKON  
 BEAGT-O  
 LØSE OG VIK  
 VIKT



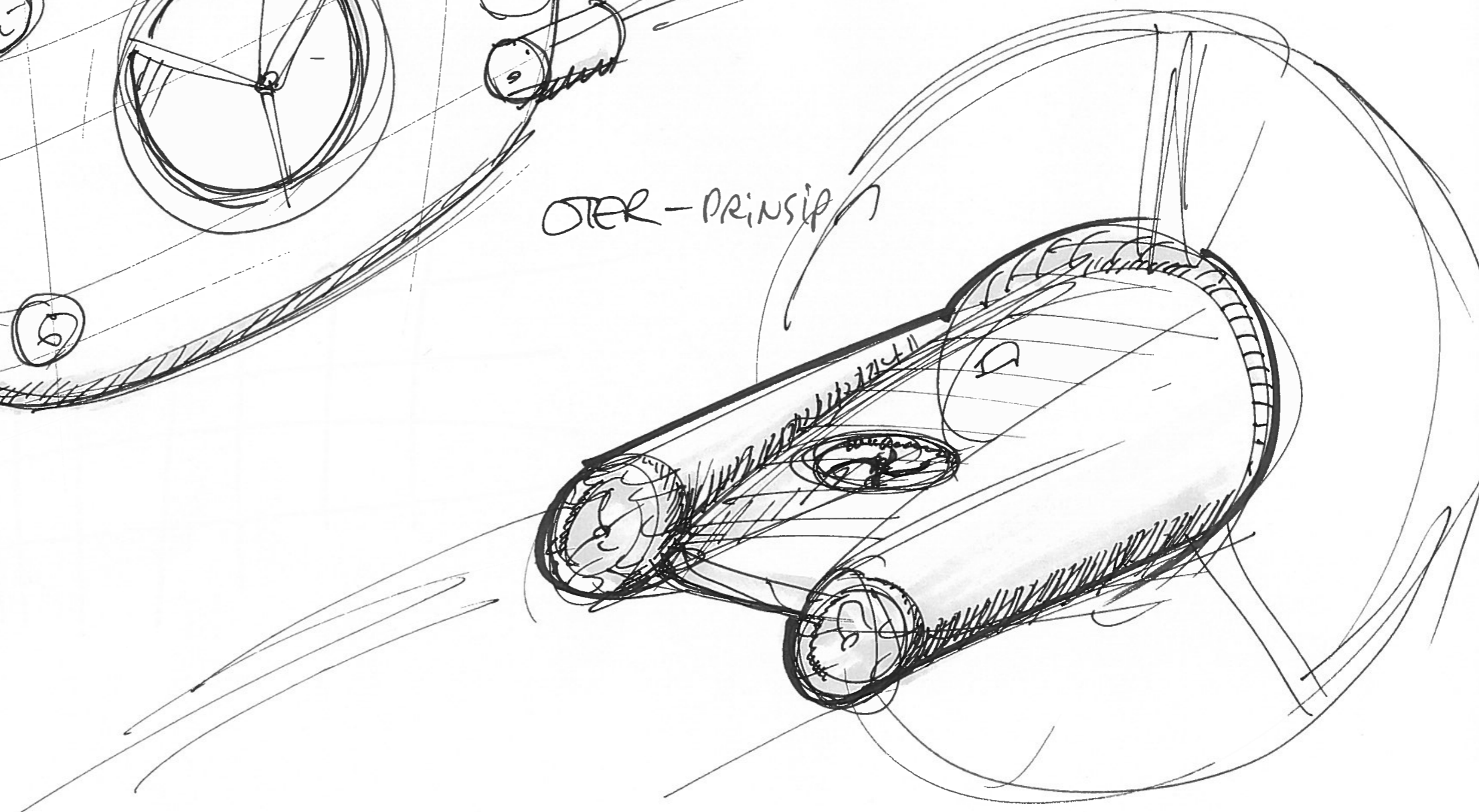
Fange på net:  
 grå og vitt gror  
 mindre om ødel-

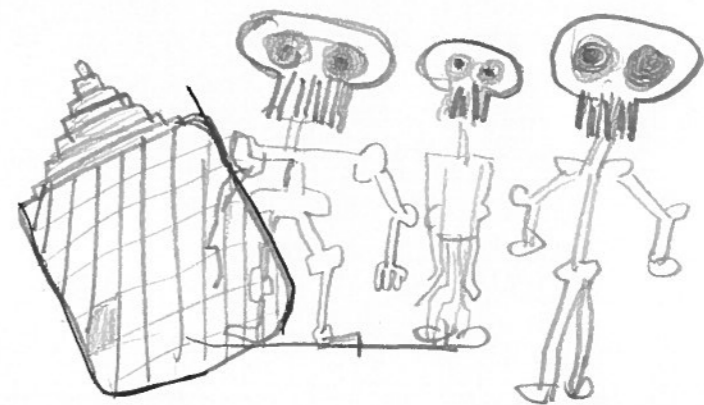
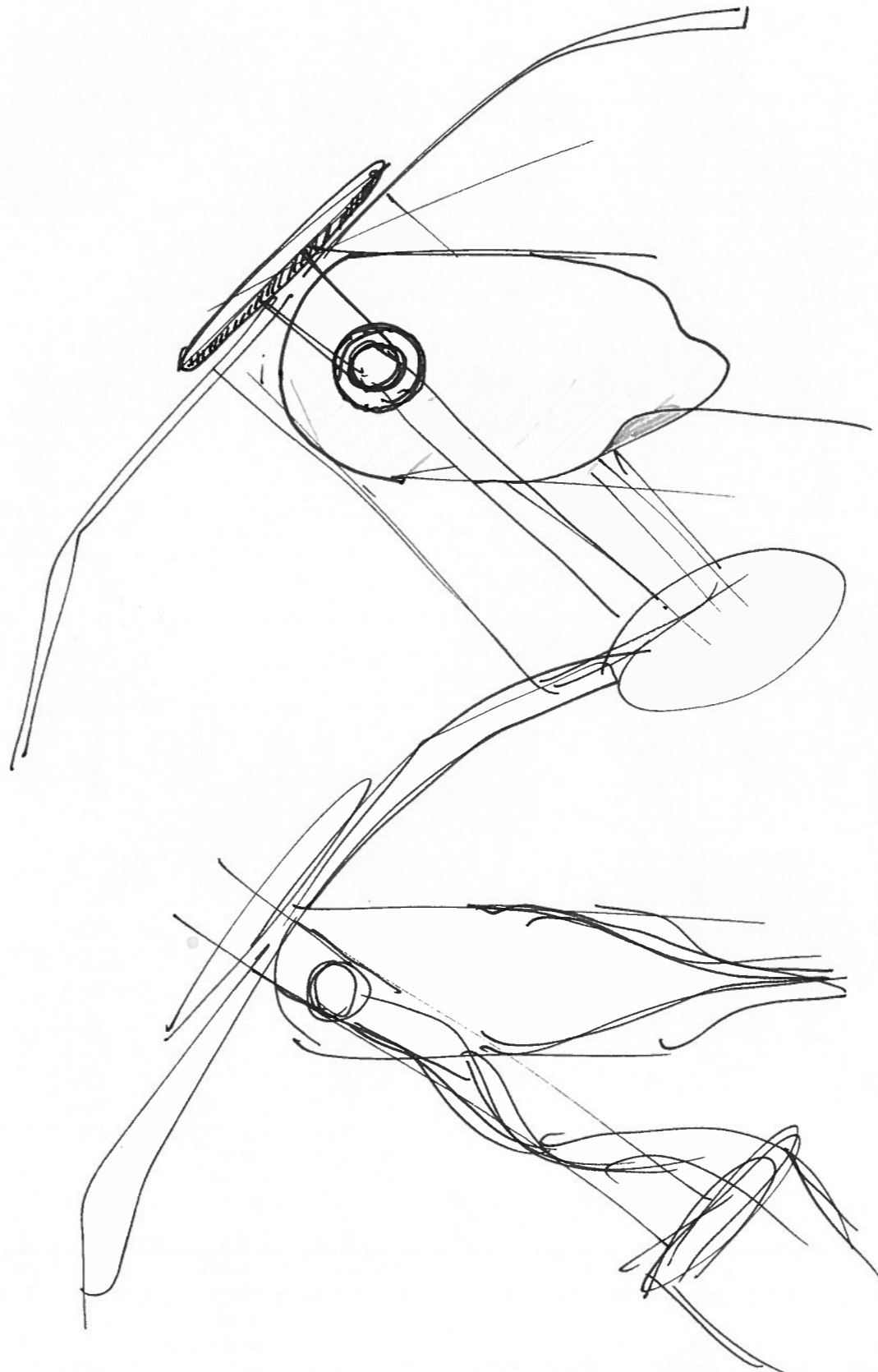
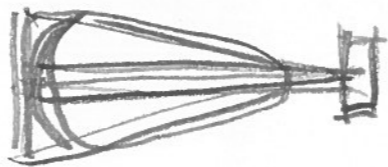
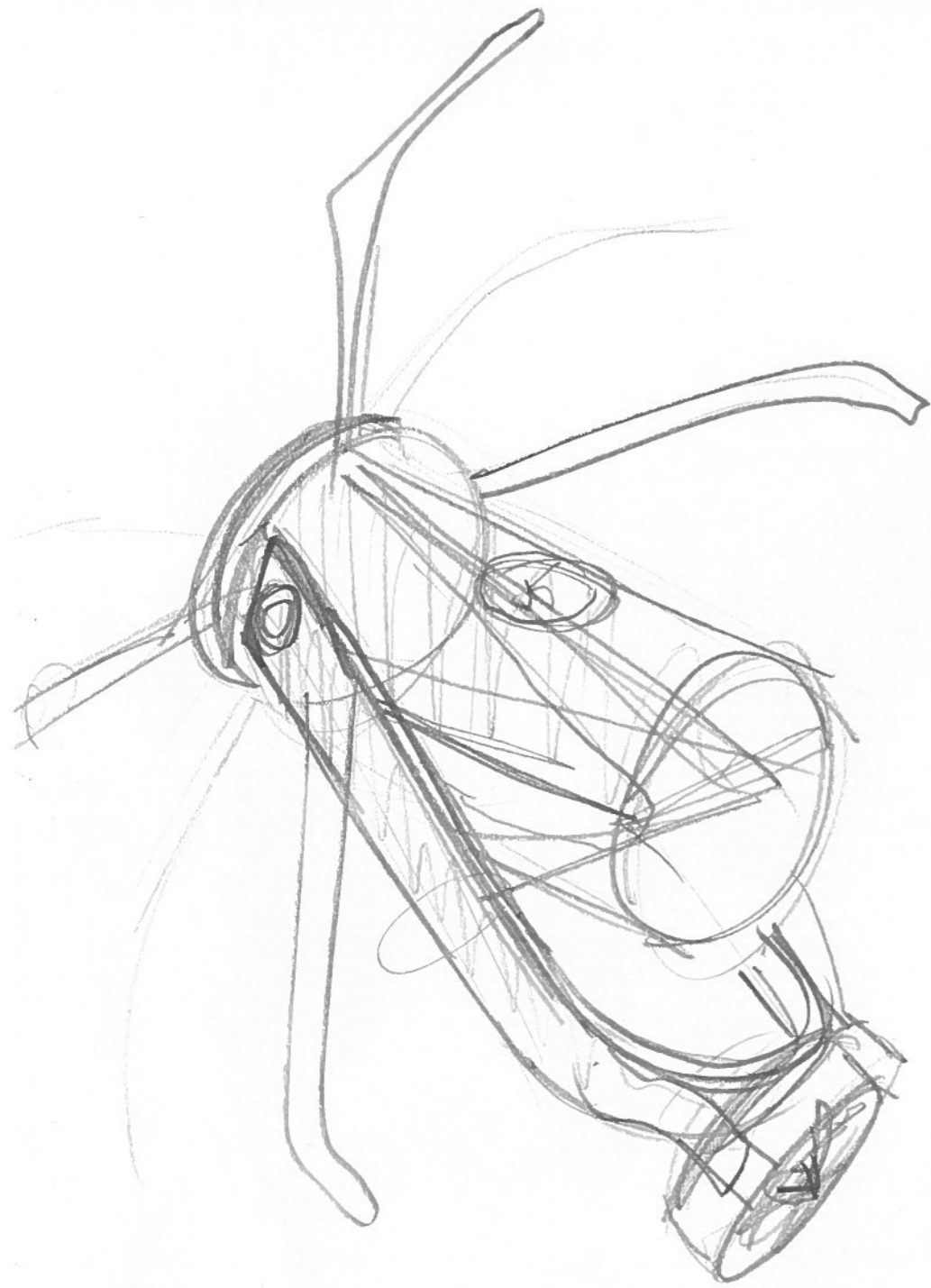




THRUSTER

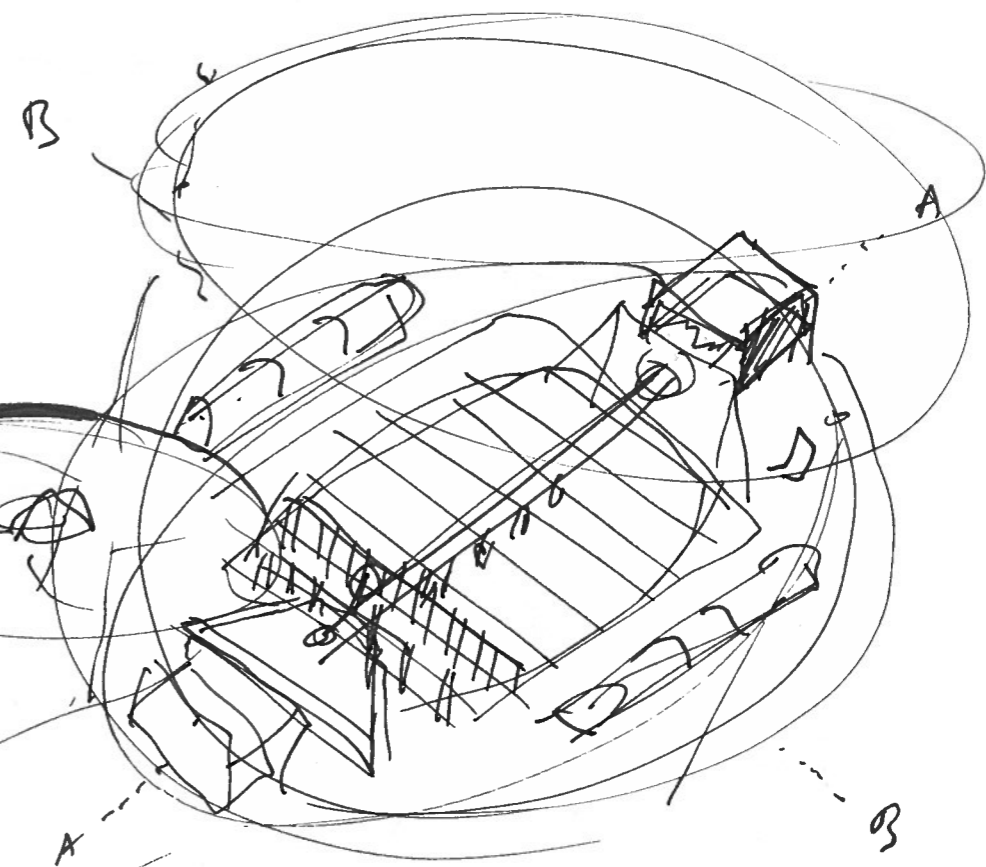
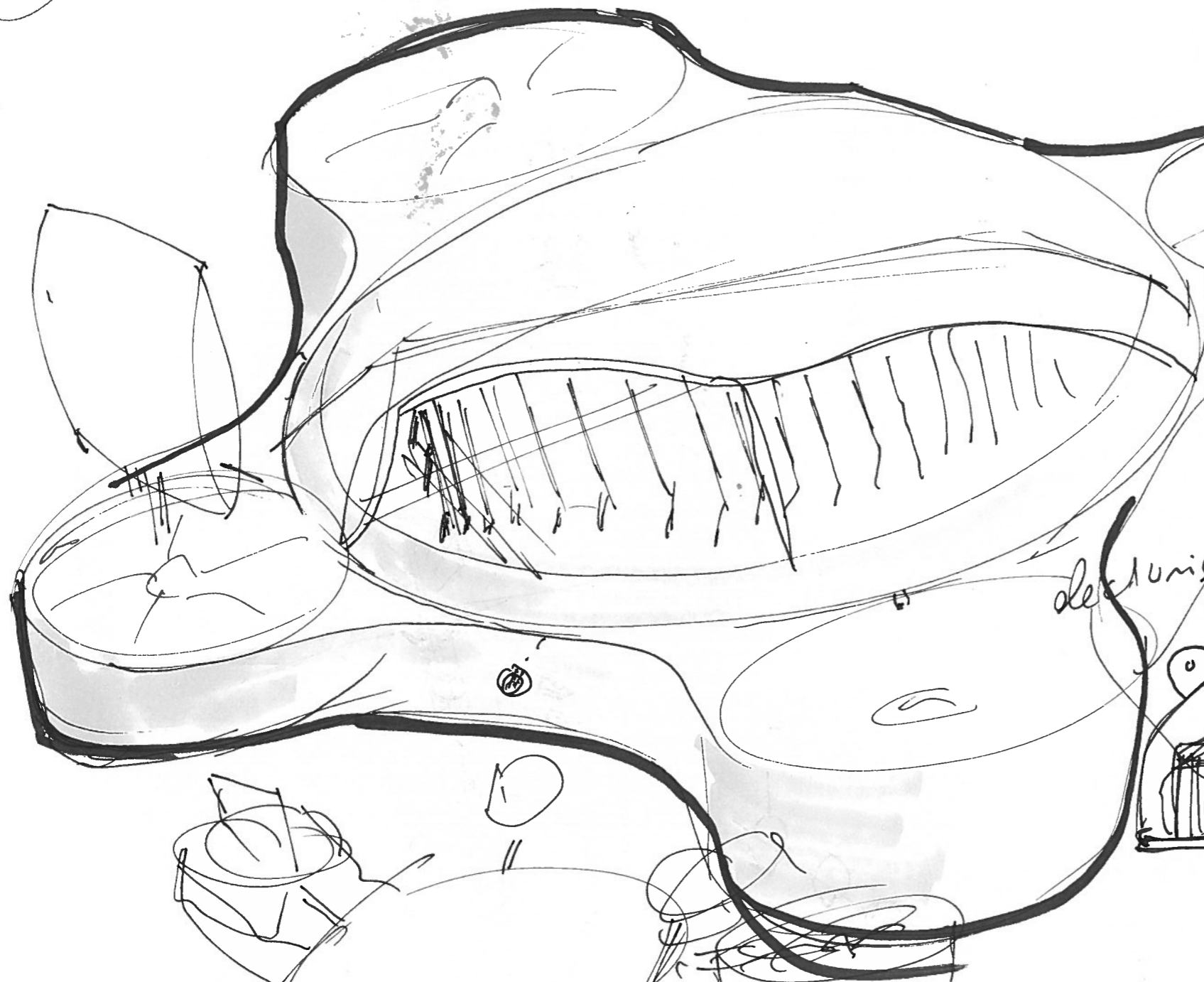
STER-PRINSIP





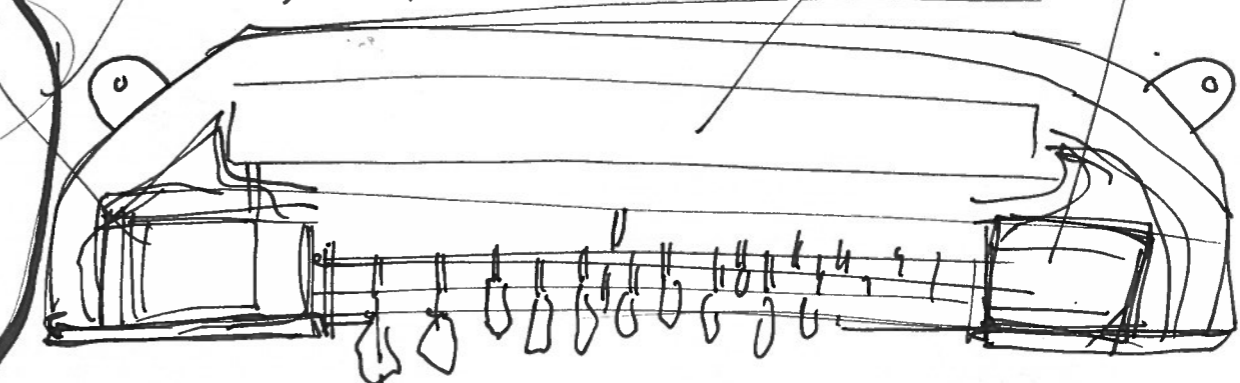
1

# STRUKTUR PASJEN



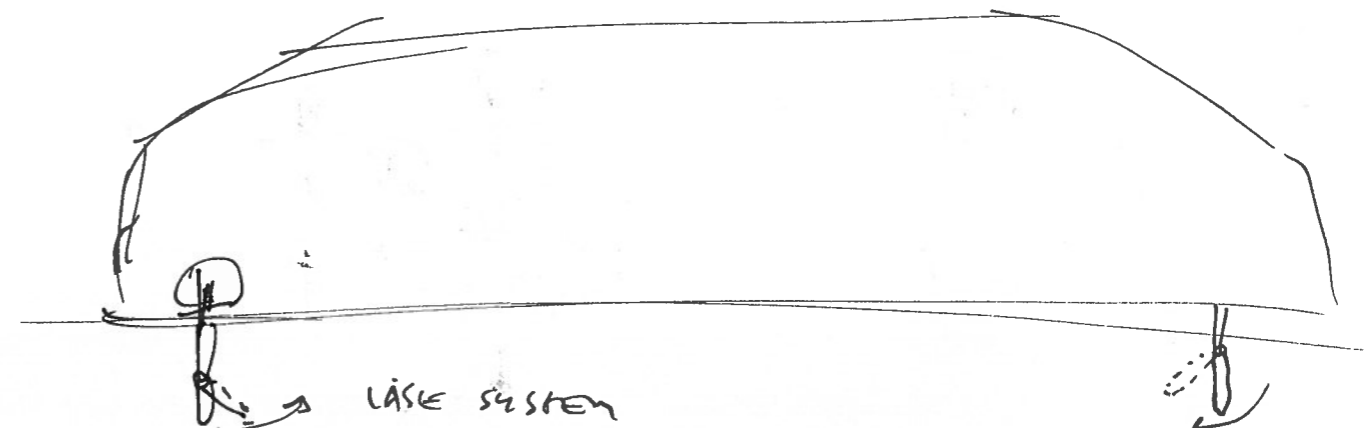
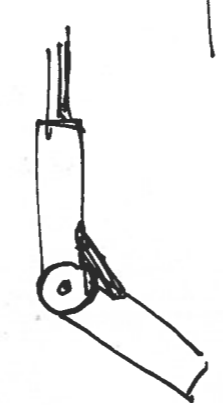
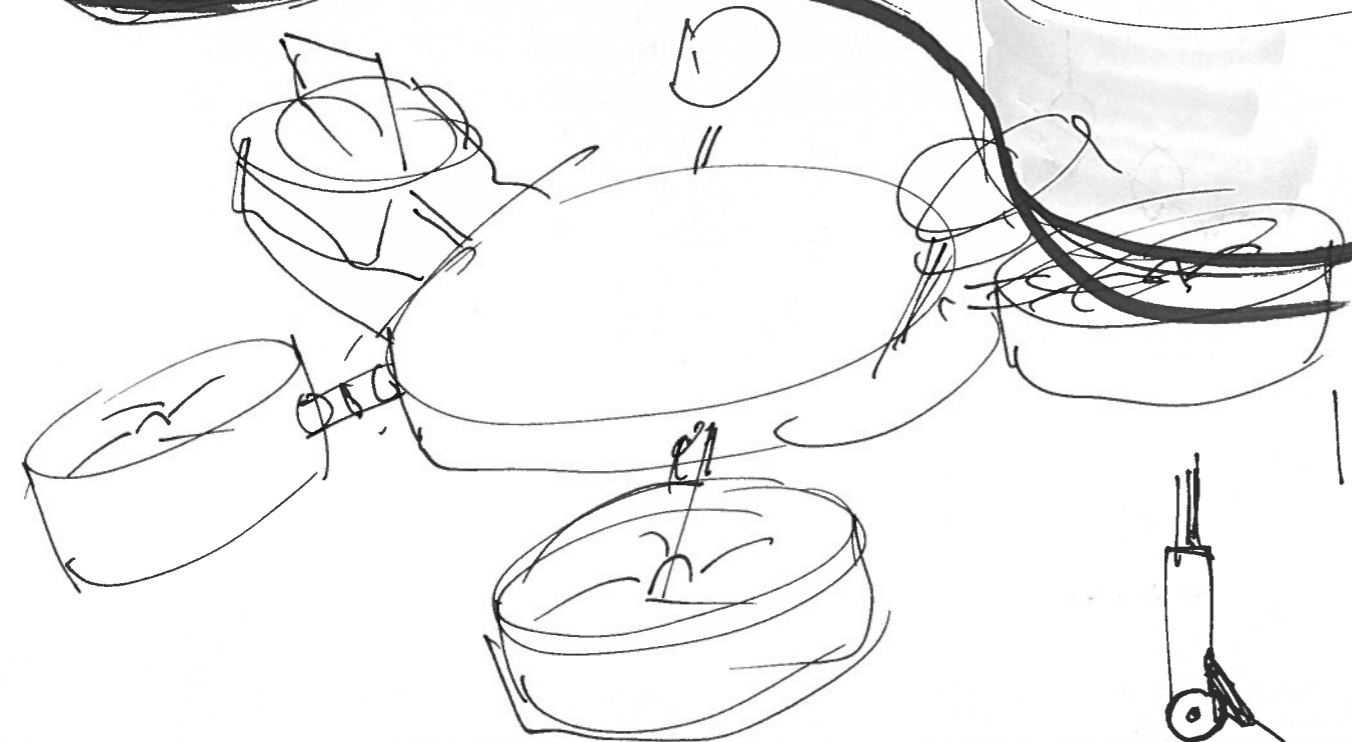
elektronisk blok 6V  
SMT A-A

BATERAI motor (12V)



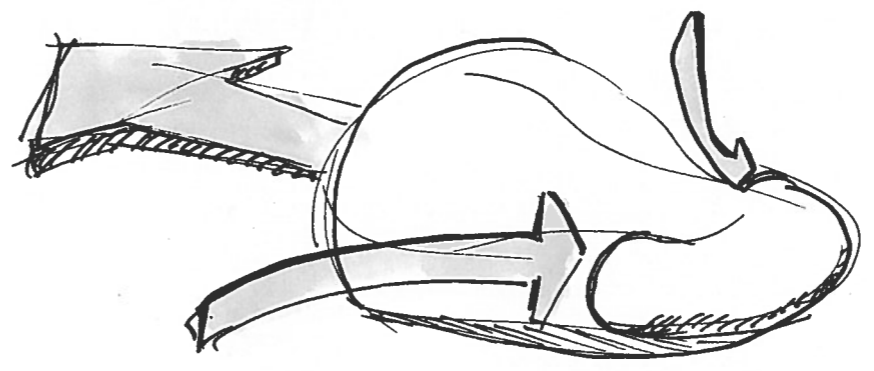
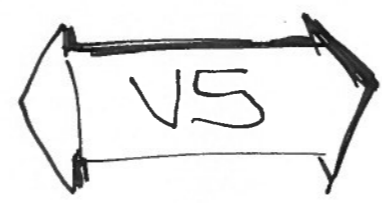
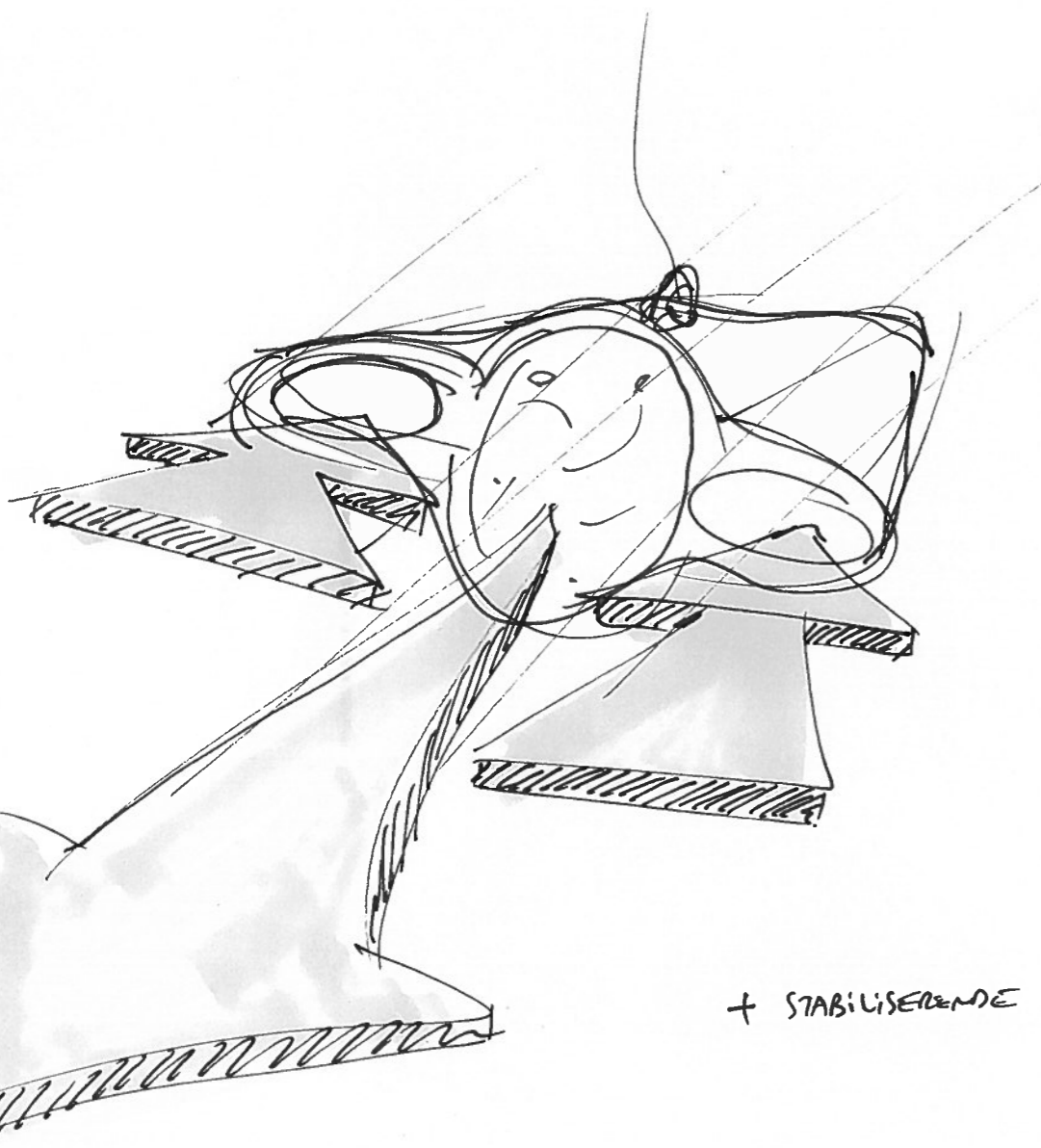
20x20 hole (40cm) 30x4

40cm



LASER SYSTEM

HOSE:



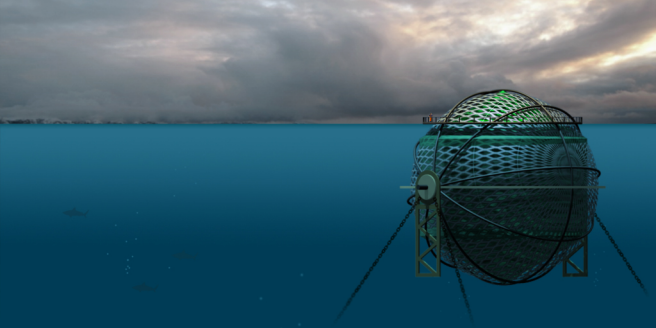
+ STABILISIERENDE UMGEBUNG? ÷ MER DRAG

+ MINDRE DRAG  
+ mer kompakt.

÷ SUGER INN FISK











person: 1,75m  
sphere Ø: 40m