



# Fremtidens landbaserte produksjonsanlegg for settefisk

**Mari Skatvold**

Industriell design

Innlevert: Juni 2012

Hovedveileder: Guy-Christer Lønngren, IPD

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for produktdesign





# *INNLEDNING*

Denne rapporten presenterer resultatene av Mari Skatvolds masteroppgave. Masteroppgaven har vært gjennomført våren 2012 ved Institutt for produktdesign i samarbeid med SINTEF Fiskeri og havbruk AS. Formålet med oppgaven har vært å utvikle et konseptuelt forslag til fremtidens settefiskanlegg.

Rapporten tar for seg det endelige resultatet og prosessen. Dette inkluderer bakgrunnen for oppgaven, informasjonsinnhenting og avgrensning, utforskning og idégenerering, utvikling og detaljering av systemkonsept.



*TAKK TIL*

*Guy Lönngren og Jóhannes Sigurjónsson  
veiledere ved IPD*

*Mats Heide, Leif Magne Sunde og avdeling for havbruksteknologi  
ved SINTEF Fiskeri og havbruk AS*

*Idar Klungervik, Ørjan Tveiten og Ole Christian Norvik  
Marine Harvest Norge*



# INNHold

Innledning	2
Takk til	3
Sammendrag	6
Abstract	7
<b>INTRODUKSJON</b>	<b>9</b>
SINTEF Fiskeri og havbruk	10
Oppgaven	12
<b>BAKGRUNN</b>	<b>17</b>
Havbruk	18
Lakseoppdrett	20
Settefiskanlegg	22
Produksjonsenheter	25
<b>AVGRENSNING</b>	<b>41</b>
Avgrensning av oppgaven	43
Valgt avgrensning	49
Kravspesifikasjon	50
<b>UTFORSKNING</b>	<b>53</b>
Aktuell teknologi	54
Fremtidens anlegg	62
Utforskning	67
Systemkonsept	72
<b>UTVIKLING</b>	<b>75</b>
Spisset kravspesifikasjon	76
NornaSky	76
En del av det hele	81
Informasjonsfiltrering	82
Systemet og brukeren	84
Fremtidens smarttelefon	86
Multifunksjonsklokke	89
<b>ENDELIG KONSEPT</b>	<b>97</b>
Systemkonsept	98
Systemkomponenter	100
<b>REFLEKSJON</b>	<b>109</b>
<b>KILDER</b>	<b>113</b>

# SAMMENDRAG

Masteroppgaven er gjennomført i samarbeid med SINTEF Fiskeri og havbruk AS, avdeling for havbruksteknologi og Marine Harvest Norway.

Tema for oppgaven har vært fremtidens settefiskanlegg. Oppdrettslaksen starter livet sitt i settefiskanlegget og her legges mye av grunnlaget for overlevelse i sjø. Høy dødelighet i første del av sjøfasen kombinert med underskudd på smolt i flere deler av landet har understreket behovet for videre utvikling og utbygging i denne delen av verdikjeden.

SINTEF Fiskeri og havbruk satte få begrensninger for oppgavens retning, innhold og resultat, noe som gjorde oppgaven svært utfordrende og svært interessant. Etter en første informasjonsinnhenting og analyse valgte jeg å fokusere på innhenting, bearbeiding og utveksling av informasjon i settefiskanlegget, med mål om å utvikle et system for å håndtere dette.

Videre fulgte en andre informasjonsinnhenting, denne gangen med spesielt fokus på aktuell og kommende teknologi, og denne dannet grunnlaget for idégenerering og utforskning av muligheter.

Prosjektet har resultert i et konseptuelt forslag for et system for håndtering av informasjon og kommunikasjon i anlegget, med mål om å frigjøre tid og ressurser til oppgaver som skaper en interessant arbeidsplass. Systemet er todelt og består av et intelligent system og en smarttelefon og ei multifunksjonsklokke som knytter brukeren til det intelligente systemet. Hovedfokus i utviklingen av konseptet har vært på hvordan systemkomponentene skal fungere, og utseende og grensesnitt er ikke å anse som detaljert i særlig grad.



# ABSTRACT

The project is conducted in collaboration with SINTEF Fisheries and Aquaculture, Department of Aquaculture Technology and Marine Harvest Norway.

The theme of thesis was the land based smolt facility of tomorrow. Farmed salmon start life in the smolt facility and this stage forms the basis for survival in the seawater stage is. High mortality in the first part of the seawater stage combined with smolt deficits in several parts of the country has stressed the need for further development in this part of the value chain.

SINTEF Fisheries and Aquaculture put few restrictions on the project direction, content and results, which made it very challenging and very interesting. After a first information gathering and analysis, I chose to focus on the collection, processing and exchange of information in the hatchery, with the goal of developing a system to handle this.

Furthermore, following a second data collection, this time with a special focus on current and emerging technologies, and this formed the basis for ideation and exploration of possibilities.

The project has resulted in a conceptual proposal for a system for managing information and communication facility, with the goal of freeing up time and resources to tasks that an interesting workplace. The system is in two parts and consists of an intelligent system and a smartphone and a multifunctional wrist watch that connects the user to the intelligent system. The main focus in the development of the concept has been on how the system components are to function, and appearance and interface should not be considered as finalised to a large degree.



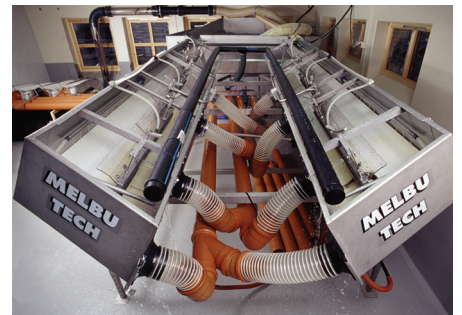
# *INTRODUKSJON*

*SINTEF FISKERI OG HAVBRUK  
OPPGAVEN*

# SINTEF FISKERI OG HAVBRUK

SINTEF er Skandinavias største uavhengige forskningskonsern, og har 2100 ansatte. SINTEF Fiskeri og havbruk AS er et av fire forskningsaksjeselskaper, og har som hovedområder fiskeriteknolog, havbruksteknologi, prosesseteknologi og marin ressursteknologi, i tillegg til internasjonale prosjekter og rådgivning. SINTEF Fiskeri og havbruk samarbeider med industri, interesseorganisasjoner, virkemiddelapparat og myndigheter i sine prosjekter.

Denne oppgaven er skrevet i samarbeid med avdeling for havbruksteknologi, som jobber med oppdrett av akvatiske organismer i hele verdikjeden fra rogn til slakteri.







## Masteroppgave for student Mari Skatvold

### Fremtidens landbaserte produksjonsanlegg for settefisk

*Land-based Smolt Facility of Tomorrow*

Masteroppgaven gjennomføres i samarbeid med SINTEF Fiskeri og havbruk.

Norsk havbruksnæring har utviklet seg til å bli en svært effektiv matvareindustri, og er i dag det største bidraget til Norges matvareeksport. For å lykkes med videre vekst innenfor denne sektoren er det nødvendig med gode produksjonsfasiliteter i alle ledd. Oppdrettslaksens liv starter i settefiskanlegget, og det er økende fokus på utvikling av slike anlegg. Underskudd av settefisk i flere deler av landet sannsynliggjør bygging av flere store anlegg i kommende år. Havbruksnæringen er under stadig press til å bli mer bærekraftig, og som et ledd i denne prosessen innføres det i mai 2012 en prøveordning som tillater at settefisken kan få vokse seg større på land. Dette vil kunne gi både miljøfordeler og bedre fiskehelse, men det innebærer også nye utfordringer relatert til å holde en betydelig større biomasse på land.

Oppgaven tar sikte på å utvikle et konseptuelt forslag til fremtidens settefiskanlegg, basert på nåværende og fremtidige behov for bærekraft, automasjon, fiskevelferd, HMS og attraktive arbeidsplasser. Fokus for oppgaven vil være innovasjon og fremtidsrettet design.

Oppgaven vil blant annet omfatte:

- Informasjonsinnhenting, kartlegging og analyse;
  - Nåværende og fremtidige behov
  - Nåværende system, både i Norge og andre land
  - Aktuelle løsninger fra andre industrier
- Idé- og konseptutvikling
- Detaljering av konsept

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

Ansvarlig faglærer: Guy Lönngrén  
Bedriftskontakt: Mats Heide, SINTEF Fiskeri og Havbruk

Utleveringsdato: 16. januar 2012  
Innleveringsfrist: 11. juni 2012

Trondheim, NTNU, 16. januar 2012

FAKULTET FOR  
INGENIØRVITENSKAP  
OG TEKNOLOGI  
MASTEROPPGAVEN

Utlevert : 16.1.12  
Innleveres senest : 11.6.12

  
Guy Lönngrén,  
ansvarlig faglærer

  
Jon Herman Rismoen,  
instituttleder

# *OPPGAVEN*





# *BAKGRUNN*

*LAKSENS LIVSSYKLUS*

*LAKSEOPPDRETT*

*SETTEFISKANLEGGETS PRODUKSJONSENHETER*

*PERSONAS*

# HAVBRUK

Havet er en svært effektiv produsent av organisk materiale sammenlignet med landbaserte økosystemer. Marine ressurser har likevel en svært endelig grense, selv om vi har lett for å tenke på havet som uendelig stort. Den øvre grensen for fangst av villfisk er sannsynligvis allerede nådd; de fleste artene det fiskes mest etter anses som fullt utnyttet, enkelte langt over grensen. Selv om fangsten har vært strengt regulert i seinere år, er det flere arter som ikke har tatt seg igjen som forventet. Det kan ta flere tiår før enkelte bestander er tilbake på ønsket nivå. Skal inntaket av fisk øke som det har gjort må vi sørge for å øke produksjonen tilsvarende.

Norsk havbruksnæring sysselsetter i dag omtrent 22 000 mennesker, direkte og indirekte. Laksen er blitt vårt viktigste husdyr, og vi er verdens største eksportør; for eksport av sjømat sett over ett er vi kun slått av Kina. Selv om det har vært nedturer underveis er norsk havbruk å anse som en suksesshistorie, men skal næringen fortsette å være av stor betydning for det norske samfunnet og norsk økonomi må den utvikle seg. Og det i riktig retning.



## NORSK HAVBRUK

1970

- Brødrene Grøntvedt setter ut 20 000 laksesmolt på Hitra, i det som regnes som verdens første lakseanlegg.
- Produksjonen i næringa er på 5000 tonn.
  - Konesjonsloven for oppdrettsnæringa vedtas.

1980

- Produksjonen er på 8000 tonn.

Havbruksnæringen får stor oppmerksomhet i media. Det er all grunn til å tro at dette presset vil vedvare, og det drives derfor aktiv omdømmebygging på tvers av organisasjoner og bedrifter. Målet er at næringa skal oppfattes som bærekraftig, seriøs, profesjonell og attraktiv.

Som resten av denne oppgaven vil resten av dette kaptittelet primært fokusere på oppdrett av laks. Kapitlet tar for seg hele produksjonsprosessen, fra stamfisk til filet, men fokuserer spesielt på settefiskanlegget og de ulike utfordringene knyttet til den daglige driften av anlegget.



1990

- Produksjonen er på 170 000 tonn.
- Kombinasjonen av svært sterk vekst på slutten av 80-tallet og bankkrise fører til krise i næringa.

- 1220 lokaliteter.

2000

- Norge eksporterer 343 000 tonn laks.

- Den nye akvakulturloven vedtas.
- Fisk fra havbruk står for over halvparten av eksportverdien til norsk sjømat.
- 1270 lokaliteter.

2010

- 200 000 individer settes som maksimumsgrense per merd og det åpnes samtidig for en forlenget landfase.
- 1000 lokaliteter.
  - Produksjonen er på 1 million tonn.

# LAKSEOPPDRETT

*De fleste store havbruksaktørene i Norge er integrerte selskaper som dekker hele verdikjeden fra stamfisk til kunde.*

Dette gir muligheten til å planlegge jevn produksjon gjennom hele året og sørge for at de enkelte leddene har evne til å innrette seg etter krav fra andre deler av verdikjeden.

Norsk havbruk er strengt regulert fra offentlig hold, og for å kunne drive oppdrett er det krav om tildelt konsesjon, og for å få tildelt en konsesjon må oppdretteren ha tilgang til en lokalitet. Konsesjonene bestemmer maksimalt tillatt biomasse - MTB - hvor mye fisk oppdretterne får ha i sjøen til enhver tid. Lokaliteten er der produksjonsanlegget ligger, og hver konsesjon kan ha inntil fire lokaliteter. På hver lokalitet kan det kun holdes en årsklasse av laks, og når anlegget er tømt skal lokaliteten ligge brakk i minst to måneder.

Det er i dag omtrent 1000 lokaliteter på landsbasis, og det har de siste 10 årene vært en markant nedgang i antall lokaliteter selv om produksjonen har økt. Utviklingen går i retning av at produksjonen samles på større, god undersøkte og mer egnede lokaliteter. Gode strømforhold er svært viktig på lokaliteten. Det sørger for at fisken har det bra og at det omkringliggende økosystemet påvirkes minst mulig.

til utvokst matfisk er todelt. Den første fasen foregår i ferskvann på landbaserte settefiskanlegg og den siste fasen i merder på lokalitet ute på havet. I begge fasene foregår røkting av fisken døgnet rundt, året rundt.

I ferskvannsfasen holdes fisken i kar som øker i størrelse i takt med at den vokser. Her skal den utvikle seg fra rogn til hardfør smolt som klarer seg i saltvann ute på havet. Prosessen styres ved hjelp av temperatur, lys og føring, med mål om at fisken skal nå riktig størrelse i tide til utsett på lokalitet. I settefiskanlegget holdes fisken i kar, og det er svært viktig av hensyn til helse og velferd at individene i karet er relativt jevnstore. Det viktigste verktøyet for å opprettholde lik størrelse er jevnlig sortering. Til dette brukes maskiner som sorterer fisken i tre størrelser, hvor den minste går direkte til avlivning.

Utsett skjer vanligvis i løpet av to perioder, på våren og på høsten, og smolten som settes ut veier 70 - 250 gram. Smolten transporteres til lokaliteten i brønnbåter, og operasjonen må planlegges nøye

for å minimere stressbelastningen på fisken. Overflytningen fra kar til båt og fra båt til merd innebærer flere potensielle stressfaktorer, og i tillegg kan laksen bli sjøsyk dersom det er dårlig vær under transporten. Stress er svært uheldig for immunforsvaret til fisken og må unngås så langt det er mulig.

Ute på lokalitet skal fisken vokse seg stor til slakt. Høyere fôringsintensitet og bruk av lys, kombinert med målrettet avl, fører til at oppdrettslaksen vokser mye raskere enn sine ville slektninger. På lokalitet holdes fisken i merder, som består av en notpose som henger fra et flyteelement. En typisk lokalitet har 6-10 merder, hvor hver har en diameter på 50 meter og er 20-50 meter dype. En gjennomsnittlig merd inneholder 2,5% fisk og 97,5% vann. En ny lovendring medfører at øvre tillatte grense er 200 000 laks per merd.

Når fisken har vokst seg stor nok ute på lokaliteten, transporteres den levende til slakteriet i en brønnbåt. Når denne slakteprosessen først er igangsatt må den fortsette helt til lokaliteten er tømt. Når fisken er slaktet må den bearbeides før eller etter rigor (dødsstivhet). Førstnevnte gir lengre holdbarhet på ferdig produkt, men krever nær forbindelse mellom slakteri og første del av videreførdlingen.

*Både fersk- og sjøvannsfasen innebærer at få mennesker har ansvar for store områder og store verdier.*

## ROGN

Oppdrettsprosessen begynner på land, i kar med ferskvann. Enkelte settefiskanlegg har egen stamfisk og befrukter rogn selv mens andre kjøper fra rognprodusenter.

Det tar omtrent 60 dager fra befruktning til rognen klekker.



## YNGEL

Etter klekking har yngelen en plommesekk på magen som sørger for næring i de første 4-6 ukene. I dette stadiet skjer mange forandringer over kort tid og yngelen er svært følsom for ytre påvirkning.

Etter disse første ukene vennes yngelen gradvis til fôr i det som kalles startfôringsfasen.



## SMOLT

Etter 10-16 måneder i ferskvann er fisken klar for å settes ut i matfiskanlegg på sjøen. Den veier nå 60-100 g.

Fisken går på slutten av denne perioden gjennom store fysiologiske forandringer som gjør at den takler overgangen fra ferskvann til saltvann. Dette kalles smoltifisering. Smolt er laks som er tilpasset livet i saltvann, men lever i ferskvann



## MATFISK

Brønnbåter brukes til å transportere smolten ut til merder i sjøen, og fisken holdes her i 14-22 måneder. Når den veier 4-6 kg er den klar for slakt.

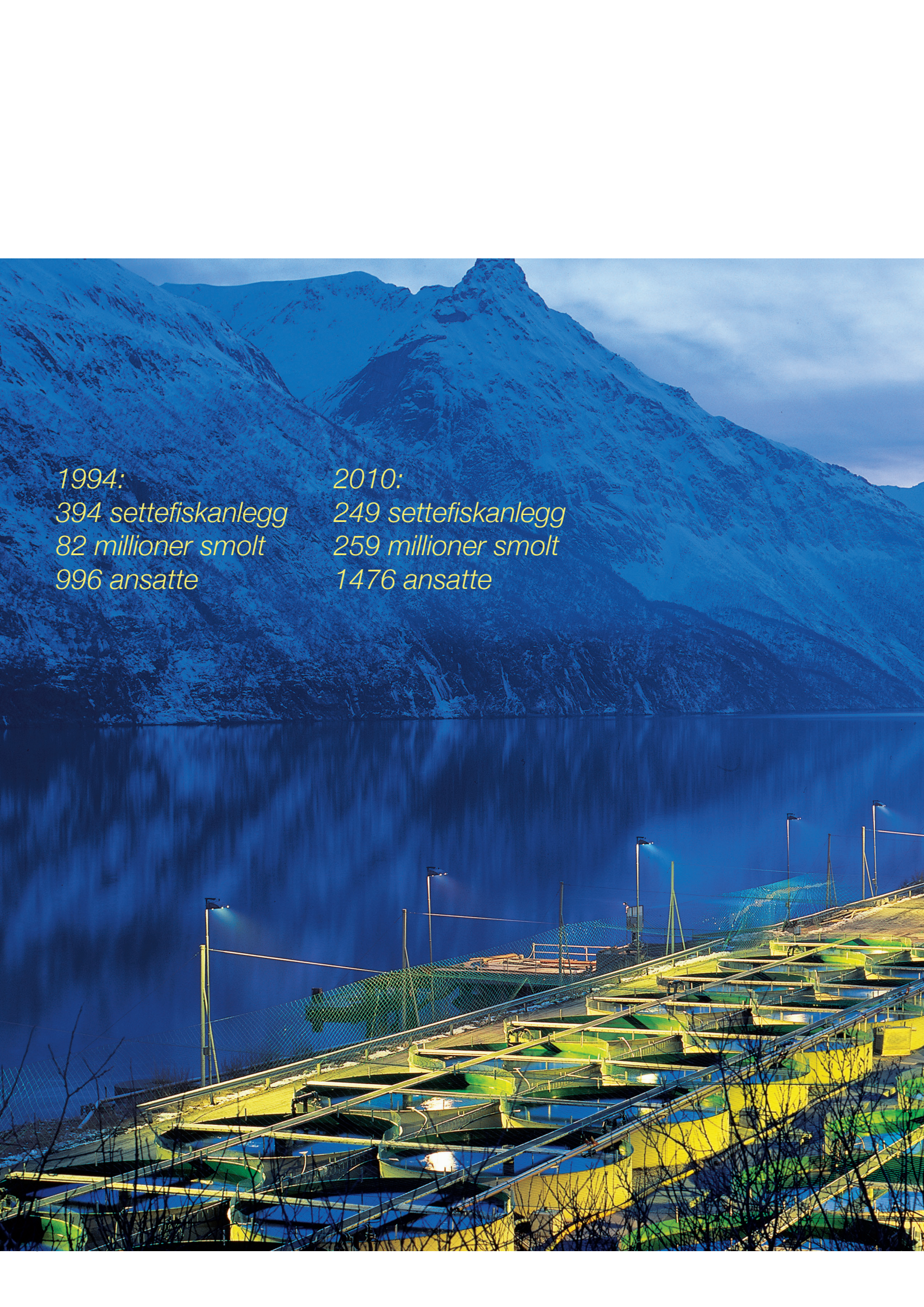
På hver lokalitet kan det kun holdes én årsklasse av laks, og når den er tømt må den ligge brakk i minimum to måneder før ny fisk settes inn.



## PRODUKT

Laksen transporteres til slakteriet med brønnbåt, og transporten går kontinuerlig til hele lokaliteten er tømt. På slakteriet blir laksen bedøvet, avlivet sløyd, vasket, sortert etter størrelse og pakket. Laksen kan bearbeides pre-rigor, eller den kan lagres i 2-5 dager til den går ut av rigor. For et produkt med kort holdbarhetstid er denne tidforskjellen å regne som stor.





*1994:  
394 settefiskanlegg  
82 millioner smolt  
996 ansatte*

*2010:  
249 settefiskanlegg  
259 millioner smolt  
1476 ansatte*

# SETTEFISKANLEGG

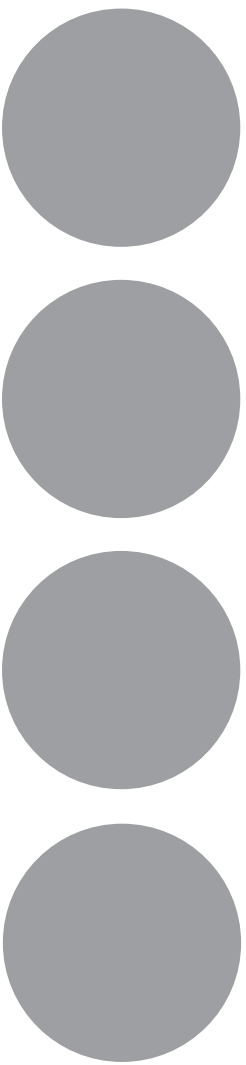
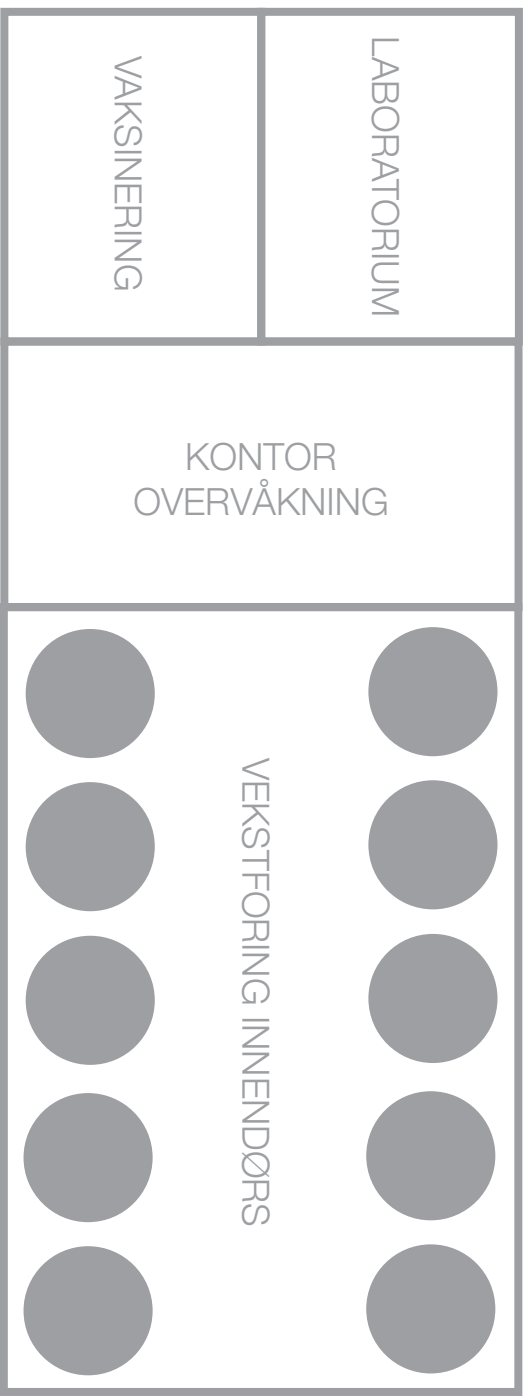
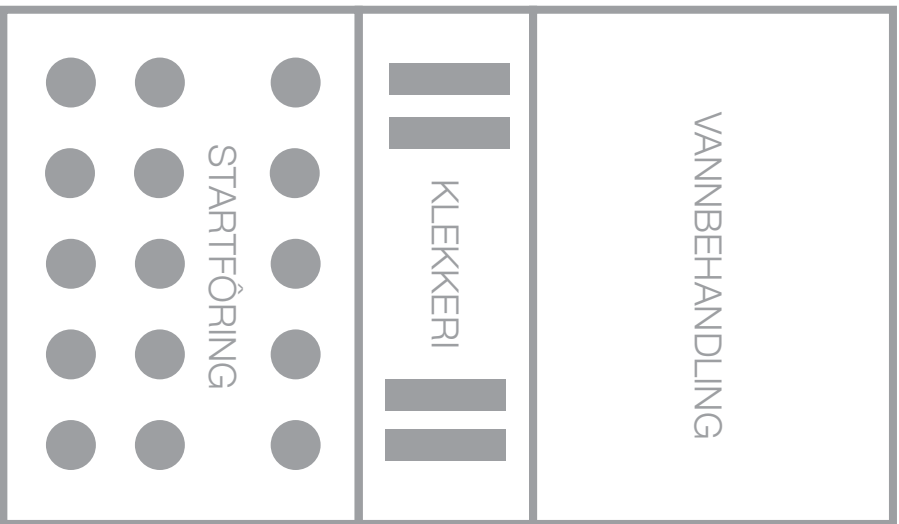


Oppdrettslaksens liv starter i settefiskanlegget, og her legges mye av grunnlaget for overlevelse i sjø. I 2010 gikk 33 millioner laks, 33% av den totale produksjonen, tapt på grunn av død.

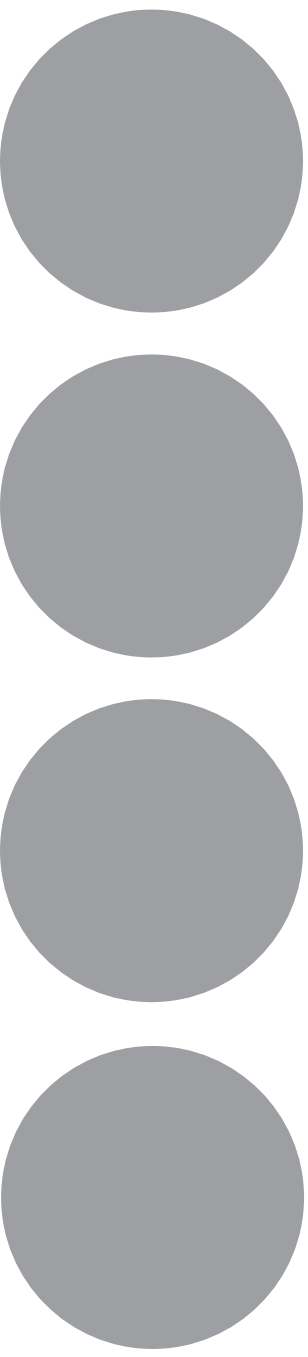
Også for settefiskanleggene går utviklingen i retning færre, men større anlegg. I 1994 var det 394 anlegg og en gjennomsnittsproduksjon på 200 000 smolt, i 2010 var det 249 anlegg og en gjennomsnittsproduksjon på 1 000 000 smolt. Større anlegg betyr ikke flere ansatte per anlegg. Et anlegg som produserer 4,5 millioner smolt greier seg med 10 årsverk, og økende automatisering og sentralstyring fører til at det produksjonsvolumet per årsverk stadig øker.

Siden slutten av 80-tallet har det vært lite nybygging av settefiskanlegg. Utbedring og utvidelse av eksisterende anlegg har gjort det mulig å øke produksjonen, men grensen er iferd med å bli nådd.

De fleste anlegg i Norge baserer seg på at vannet går gjennom anlegget, og vanntilgangen er en sentral begrensende faktor for produksjonen. Resirkuleringsteknologi, som innebærer vannet gjenbrukes ved hjelp av rensesystemer, gjør at mindre enn 1% av vannet må erstattes for hver syklus. Dette sparer vann, energi til oppvarming og gir bedre kontroll på vannkvaliteten.



VEKSTFORING UTENDØRS





# PRODUKSJONSENHETER

Et gjennomsnittlig settefiskanlegg består av klekkeri, startfôring og vekstfôring. Innenfor disse produksjonenehetene kan det være delt opp i individuelle avdelinger av både hygieniske og praktiske årsaker; dette gjelder særlig for vekstfôringen, som utgjør den største delen av anlegget. Dette avsnittet inneholder en beskrivelse av de ulike produksjonenehetene, med mål om å gi en bedre forståelse av arbeidshverdagen i anleggene.

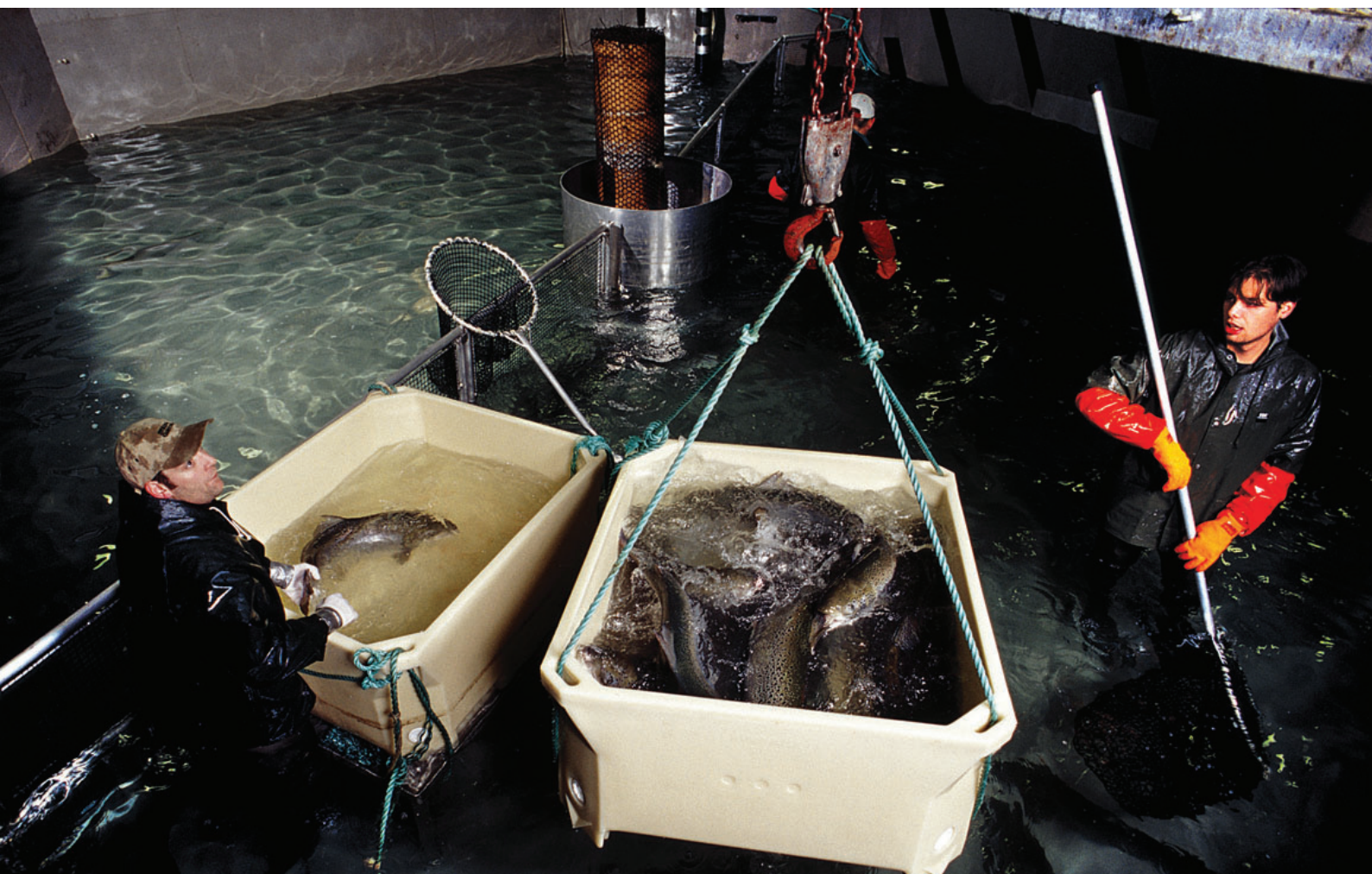
Gjennom hele produksjonsprosessen er det et overordnet mål om å minimere stressbelastningen på fisken. Stress er svært uheldig for fiskens immunforsvar og kan ha uheldige konsekvenser både i settefiskanlegget og når fisken seinere settes ut på lokalitet. God hygiene, god kontroll på miljøbetingelser og skånsom håndtering av fisken reduserer stressbelastningen, men kan også kreve tiltak som i seg selv kan være stressende for fisken. Utbyttet av slike tiltak må alltid veies opp mot stressbelastningen underveis.

I tillegg til produksjonenehetene, har anleggene også behov for blant annet fôrlager, vaksineringsstasjon, laboratorium og arbeidsplass for veterinæren.



## STAMFISK

Stamfisken er oppdrettsfiskens foreldre. Stamfisken holdes i merder i sjøvann, og tas opp i ferskvann på våren noe som etterligner laksens naturlige reproduksjonssyklus. Enkelte anlegg kjøper øyerogn fra rognprodusenter mens andre har egen stamfisk, og stryker og klekker selv. Stamfisken avles opp med hensyn til krav om bestemte egenskaper som vekst, kjønnsmodning, immunforsvar eller farge på kjøttet. Det er flere ulike laksesykdommer som kan smitte fra vertikalt fra stamfisk til avkom, og det er svært viktig å sikre at stamfisken er frisk.



## KLEKKERI

*I løpet av denne fasen skjer det mange endringer over kort tid, og det er svært viktig å opprettholde korrekte og stabile miljøbetingelser for å oppnå best mulig resultat.*

Klekkeriet utgjør en del av de fleste settefiskanlegg, og her er kravene til hygiene og miljø svært strenge.

### Utstyr

Det finnes flere ulike løsninger innenfor klekkeutstyr. Det mest utbredte hertillands er klekkerenner med klekkedekker i. Rogna legges i klekkedekker, som så plasseres etter hverandre i klekkerennene. Rennene har vanntilførsel i den ene enden og utløp i den andre, og gjennomstrømningen kontrolleres nøye. Silene i avløpene må kontrolleres daglig for å hindre at de tettes igjen. At karet flyter over er uheldig for vanngjennomstrømningen. Rens av silene er også viktig for å forhindre at yngel suges fast og skader plommesekken. Ved å montere rennene i reoler ovenfor hverandre, kan vann gå fra renne til renne, men dette er uheldig i tilfelle smitte.

Rogna ligger på en klekkerist, som er plassert like over bunnen på kassene. Nyklekket plommesekkkyngel har et sterkt instinkt på å søke nedover og kan passere gjennom hullene i rista. Under rista er det vanlig å ha et klekkesubstrat, se bilde på side 26, noe som fungerer som en støtte for yngelen slik at mesteparten av næringen i plommesekken går med til vekst framfor bevegelse. Substrat kan gi problemer med soppvekst og må rengjøres nøye mellom hver bruk. Klekkerist er også positivt for å forhindre at yngelen suges fast i vannutløpet i kassen.

### Lys, vann og varme

Vannkvaliteten og andre egenskaper ved vannet må kontrolleres og registreres. Hvor rognen er i utviklingsprosessen beregnes på bakgrunn av antall døgngrader, summen av døgnets gjennomsnittstemperatur i det

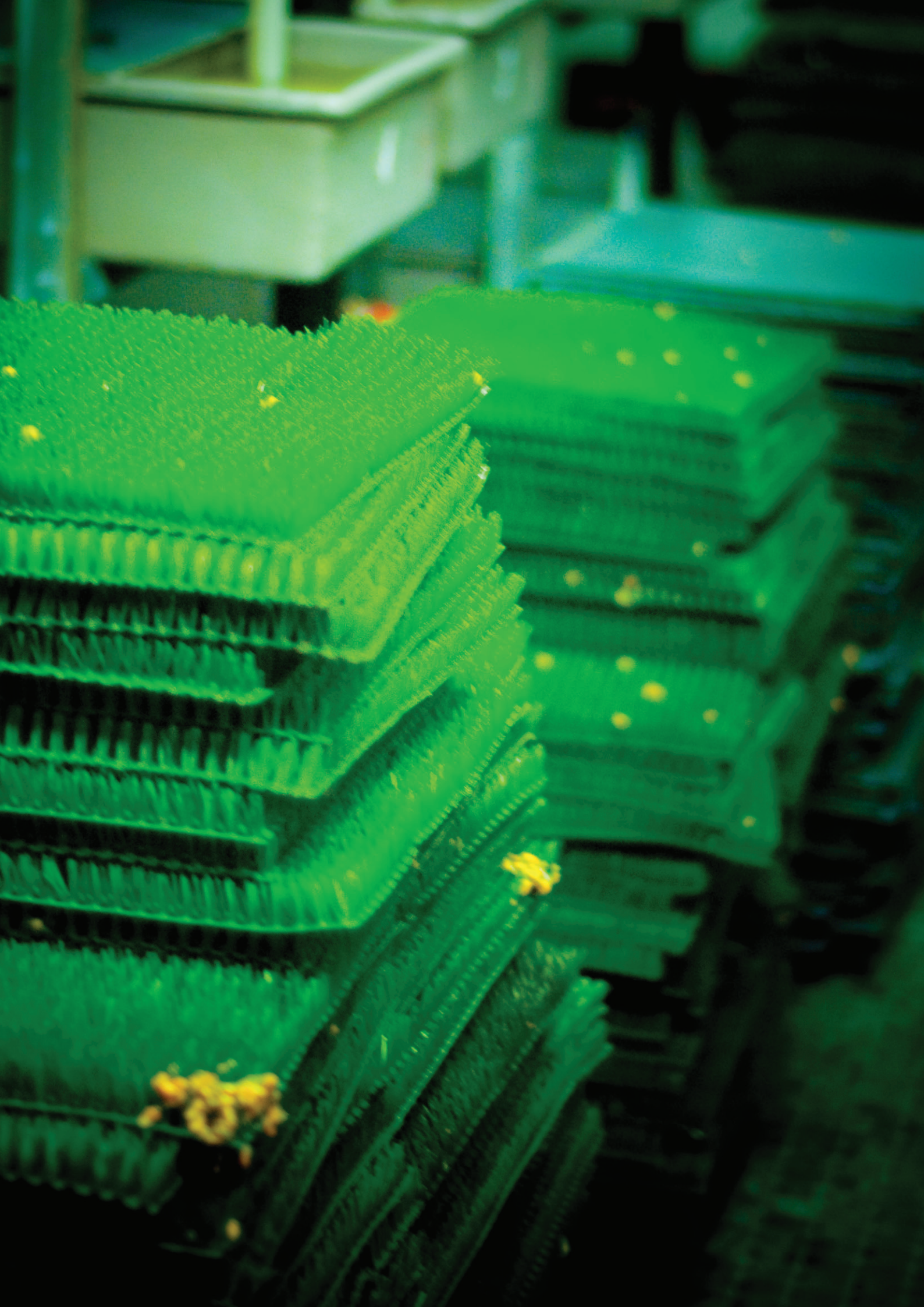




Klekkerenner montert i reoler ovenfor hverandre



Klekkekasser i en klekkerenne.



aktuelle tidsrommet. Svingninger i temperatur og oksygeninnhold kan føre til stormklekking, det vil si at all rogna klekkes i løpet av et døgn. Høye CO<sub>2</sub>-nivå har negativ effekt på utviklingshastigheten, og nyklekket yngel er særlig sårbare for lav pH. Nytt utstyr må ha stått i vann i minimum en uke for å danne en bakteriefilm som beskytter rogn fra eventuelle skadelige stoffer i plasten.

### **Renhold og hygiene**

Hygiene er svært viktig i klekkeriet, og alt utstyr skal være desinfisert før innlegging av rogn. Når rogn når øyerognstadiet sorteres dødrogn ut, og både rogn og klekkebakker desinfiseres igjen før rogn legges tilbake. På vei inn til klekkeriet skal det være en smittesluse for å hindre at smitte blir ført med personellet.

Soppangrep er den største trusselen på dette stadiet, og kan ta livet av store rognpartier på kort tid hvis ingenting blir gjort.

Kort oppsummert er kravene til miljø svært strenge i plommesekkfasen; her er det mange endringer som skal skje over kort tid

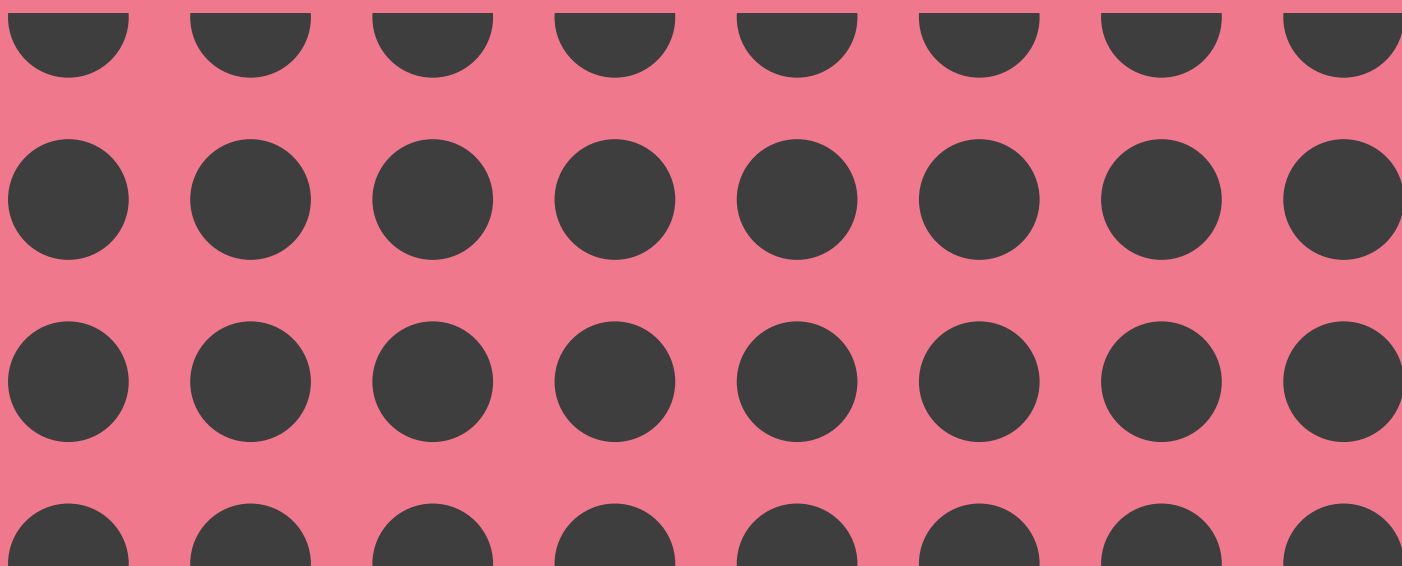
## STARTFÔRING

*I startfôringa skal yngelen lære seg å ta til seg fôr, og det fôres hyppig døgnet rundt. Ved å observere hvordan fisken forholder seg til fore kan man få en indikasjon på mistrivsel, sykdom eller overfôring.*

Yngelen overføres til startfôringa mot slutten av plommesekkstadiet. Jo tidligere startfôringen kommer igang, desto mindre energi trengs til oppvarming for å sikre at smoltstadiet nås til riktig tid. For tidlig overføring av yngelen er imidlertid svært uheldig, i og med at den enda ikke har utviklet evnen til å ta til seg fast føde i form av fôrpellets. Dette understreker igjen betydningen av å ha kontroll på antall døgngader. Startfôringa varer som regel i seks uker.

### Fôring og utstyr

Startfôringa er gjerne skilt ut som en egen avdeling, med mindre kar. Noen anlegg benytter større allroundkar, og har starfôring og vekstfôring i samme avdeling. I startfôringsavdelinga skal yngelen lære å ta til seg fôr, og det brukes fôrpellets som er tilpasset størrelsen på fisken. Det er forholdsvis små fôrmengder som går med, og





det lønner seg å bruke høykvalitetsfôr som ikke får overvintre til neste sesong. Det er i denne perioden viktig med hyppig fôring gjennom hele døgnet, gjerne så ofte som hvert 10. minutt. Observasjon av hvordan fisken foholder seg til fôret kan gi informasjon om mistrivsel, sykdom eller overføring.

#### Lys, vann og varme

I startfôringsavdelingen bør vanntemperaturen ligge rundt 10-14 °C. Høy temperatur gir raskere vekst, men er energikrevende og kan føre til sykdom og sopp. I den første perioden hviler yngelen mye på bunnen, og vannstanden bør ikke være for høy og strømhastigheten bør være lav. De viktigste vannparametrene bør måles daglig for å sikre gode vekstvilkår og hindre alvorlige sykdomsutbrudd.

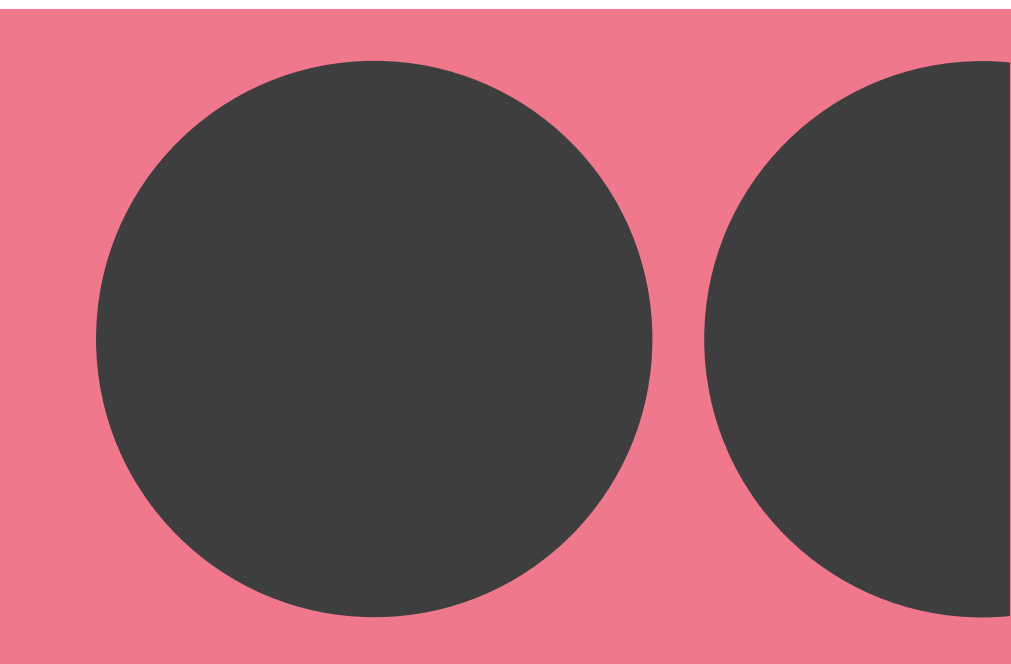
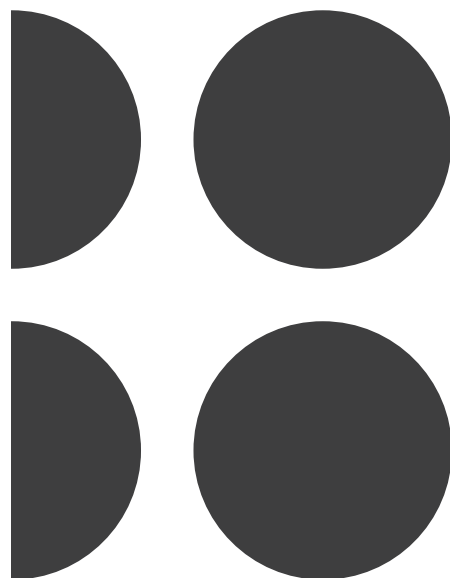


## VEKSTFÔRING

*Vekstfôringa er den mest arealkrevende delen av et settefiskanlegg. Fiskens krav til omgivelsene endrer seg i takt med vekst og utvikling og må følges nøye. Under smoltifiseringen er fisken igjen svært sårbar for uheldige faktorer i omgivelsene*

Dette er også den avdelingen hvor fisken tilbringer størsteparten av tiden ved anlegget. Det som bidrar til å gjøre denne delen av anlegget spesielt krevende er at det etterhvert går med forholdsvis store mengder fôr og at fisken utgjør en betydelig mengde biomasse som skal sorteres og flyttes ofte.



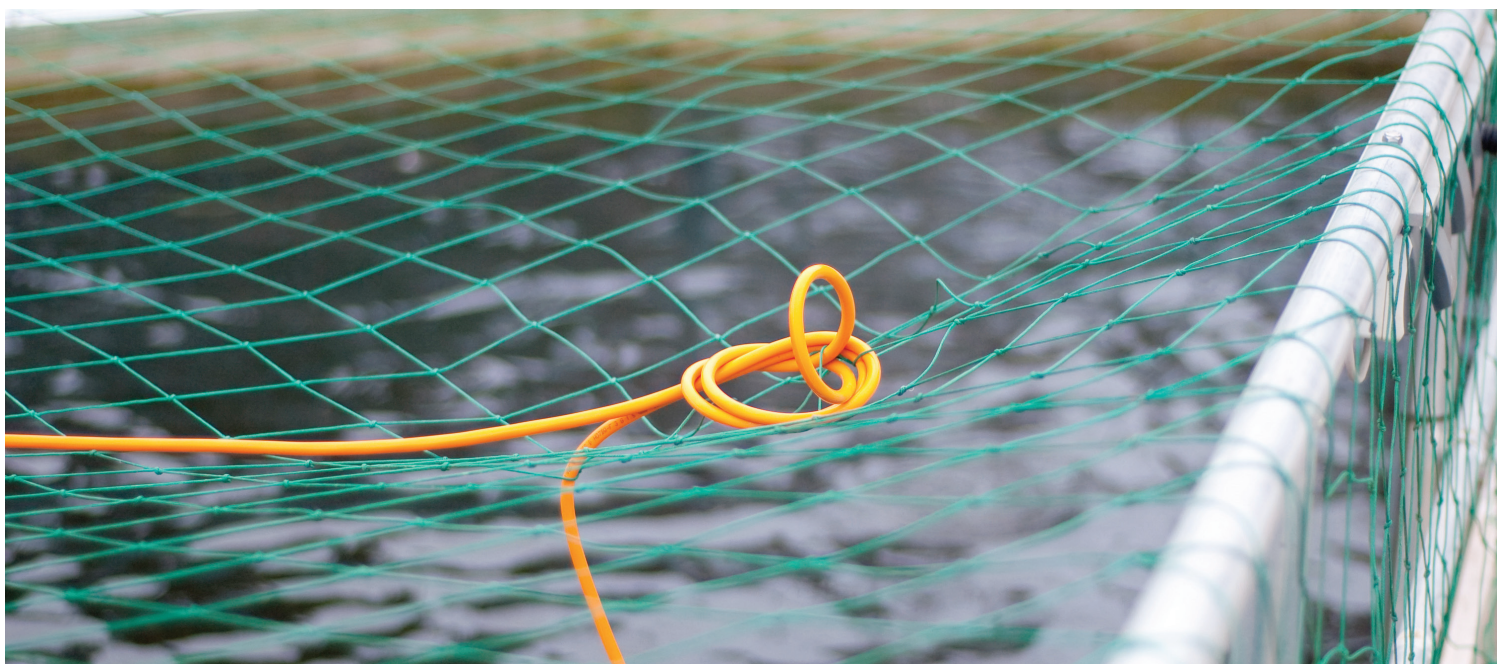


### Utstyr, tilvekst og fôring.

Vekstfôringa består ofte av flere avdelinger, som av hygieniske og diftsmessige årsaker bør være adskilte med sluser og egen påkledning. Fisken sorteres flere ganger i løpet av tida i vekstfôringa, og det er viktig med nok karkapasitet, gode løsninger for internttransport og en overordnet plan for fiskens ferd gjennom avdelingen. Dette muliggjør god hygiene og hindrer unødvendig transport av fisken.

Mot slutten av produksjonsfasen i settefiskanlegget er fisken mindre temperaturavhengig, og karene kan legges utendørs for å utnytte det naturlige lyset. Lyset gir økt algevekst og mangelen på tak og vegger gjør karene sårbare for rovdyr,

I vekstfôringsavdelingen fôres det sjeldnere etterhvert som fisken vokser, og det er heller ikke nødvendig med fôring døgnet rundt. Fôrmengden per fisk skal være tilpasset fiskens størrelse, fordøyelseshastighet og temperaturen. Det finnes tabeller og programvare som kan brukes til å beregne forventet tilvekst basert på temperatur og fiskens størrelse, og disse kan videre brukes til å beregne fôrforbruk. Det bør tas veieprøver fra hvert kar månedlig for å korrigere for eventuelle avvik fra tabellen. Dette kan gjøres ved å beregne gjennomsnitt fra et utvalg enkeltfisk og gange opp med antallet i karet eller ved å veie hele karetets biomasse, og krever at antall fisk per kar er kjent. Informasjonen man får slike målinger må alltid veies opp mot stressbelastningen på fisken.



## Sortering

Allerede etter at startfôringa er over kan det være stor variasjon i størrelsen på fisken, og den må sorteres. Sortering etter størrelse er en svært viktig del av produksjonsprosessen, og det ideelle er at hver avdeling har sitt eget sorteringsanlegg. Det å sortere fisken etter størrelse er gunstig for å forhindre sykdom og skader; vanligvis sorteres det i tre størrelser hvor den minste går direkte til avlivning. Jevn størrelse gir bedre vekst og bedre fiskehelse, men fordelene må veies opp mot den stressbelastningen det er å sortere. Gode forhold på anlegget fører til jevnere vekst og reduserer dermed behovet for sortering.

Sorteringsprosessen er en av flere

operasjoner som innebærer å flytte fisken fra et sted til et annet, og det er svært viktig å sørge for skånsom håndtering av fisken. Det er vanlig å bruke pumper for å flytte på fisken, men disse kan være både uforutsigbare og fysisk belastende for fisken.

## Renhold og hygiene

God hygiene og kontinuerlig renhold er en svært viktig del av det forebyggende arbeidet på anlegget.

Alt utstyr skal være rengjort og desinfisert før ny fisk settes inn, og det samme gjelder når fisken sorteres i nye kar underveis. Det er videre nødvendig med regelmessig renhold av karene mens de er i bruk. Denne prosessen innebærer

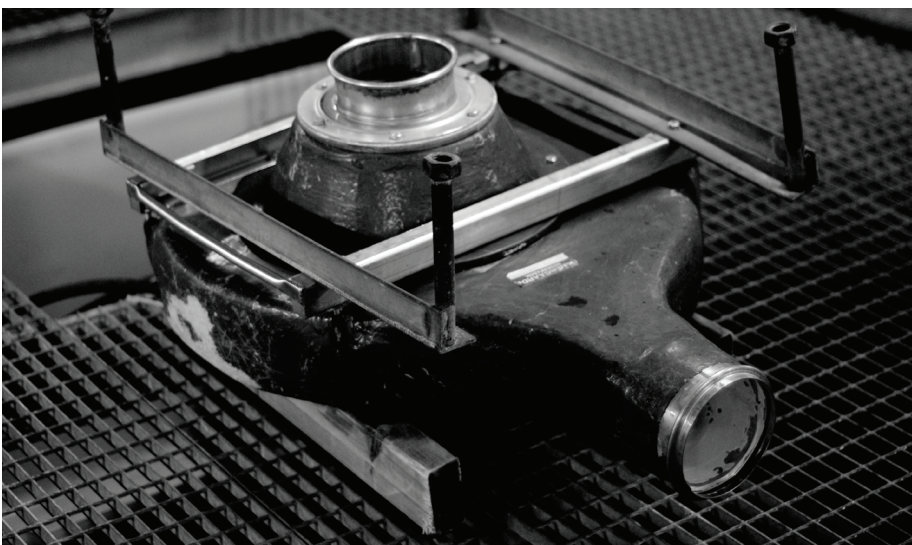
å tappe ned vannet mens fisken fremdeles er i karet, og det er viktig å balansere rengjøringsbehov og stressbelastning. I tillegg bør syke og døde individer, fôrrester og avføring fjernes daglig.

Ved å opprettholde gode rengjøringsrutiner gjennom hele produksjonsprosessen senkes også behovet for bruk av sterke kjemikalier, noe som er bra for både fisk og oppdretter.

## Lys og varme

I denne produksjonsenheten skal det ikke skal være for mye av verken lys eller varme.

Lys er det viktigste årtidssignalet for dyr og planter, og en økende daglengde er svært



Sneglehuspumpe



Sorteringsmaskin

viktig for å styre og fullføre smoltfiseringsprosessen. Dette betyr at det er minst like viktig å skjerme karene for uønsket tilleggsllys som det er å sørge for tilstrekkelig lyssetting på dagtid.

Når det gjelder oppvarming er som tidligere nevnt et viktig prinsipp at det skal brukes høye temperaturer tidlig i livssyklusen. I vekstfôringsavdelinga er både biomassen og vannforbruket kommet til et nivå som gjør det svært energikrevende å måtte holde høye temperaturer her. Fisk som har vært gjennom hurtigvekstfasen er mindre temperaturavhengig, men fram til dette så må temperaturen i karene kontrolleres.





*ANALYSE OG*

# *AVGRENSNING*

*Å AVGRENSE OPPGAVEN*

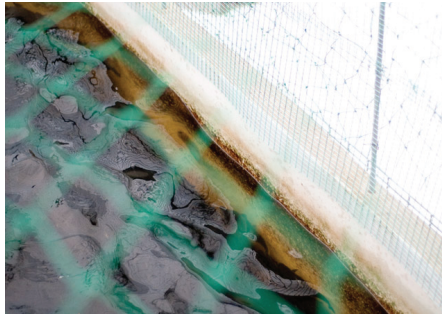
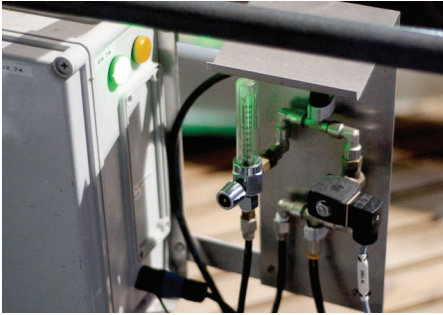
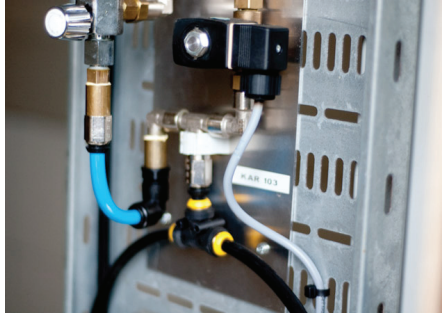
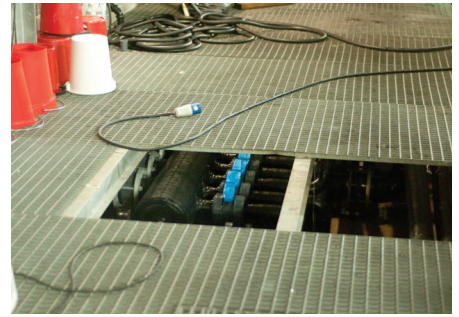
*ALTERNATIV 1: INFORMASJON OG KOMMUNIKASJON*

*ALTERNATIV 2: RENHOLD OG HYGIENE*

*ALTERNATIV 3: INTERNLOGISTIKK*

*ALTERNATIV 4: FLYTTING AV FISK*

*VALGT AVGRENSNING*



# AVGRENSNING AV OPPGAVEN

*I løpet av forarbeidet fant jeg flere ulike avgrensningsmuligheter, og valgte videre å skissere litt rundt de fire mest aktuelle alternativene for å finne ut mitt interesseområde krysset settefiskanleggenes behov.*

Etter at jeg besøkte settefiskanlegget i Slørdalen laget jeg en bildecollage i et forsøk på å sortere intrykkene fra besøket etter tema det var mulig å jobbe videre. Disse temaene endte opp med å være teknologi, hygiene, informasjon, verktøy og HMS, og dette dannet utgangspunktet for videre arbeid med avgrensningsområder. Hele collagen er å finne som vedlegg, og det er også skissene i full størrelse.

Det å avgrense oppgaven var helt nødvendig for å kunne komme fram til et konkret resultat. Skissene dannet et visuelt grunnlag for videre diskusjon med SINTEF, og var også et nyttig hjelpemiddel til å finne ut hvor mine egne interesser lå og gi en pekepinn på hvor resultatet kunne bli best

*Skisserarbeidet resulterte i fire alternativer for avgrensning: informasjon og kommunikasjon, hygiene, internlogistikk og det å flytte på fisken.*

# ALTERNATIV 1: INFORMASJON OG KOMMUNIKASJON

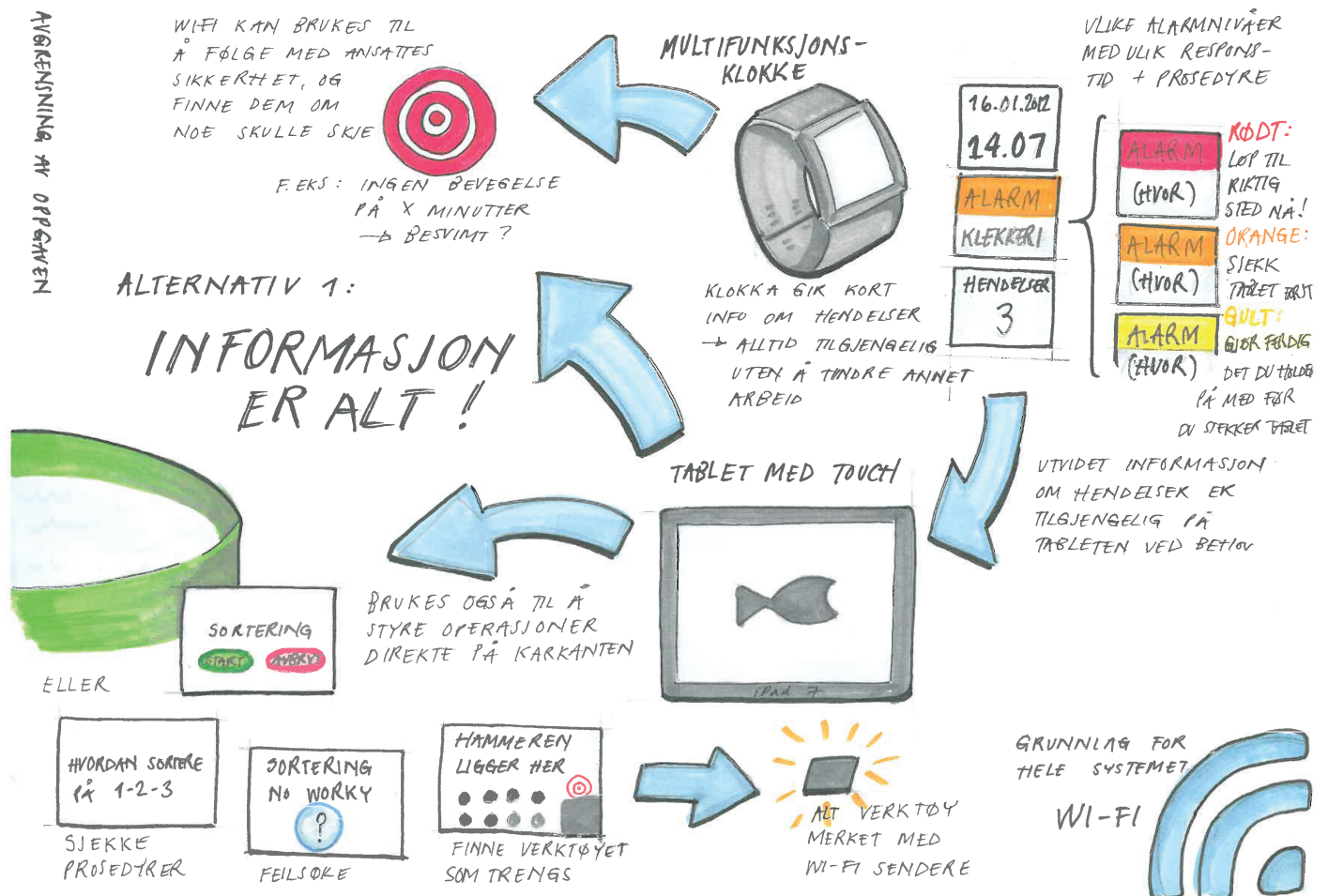
Det er allerede mye informasjon som skal være tilgjengelig i rett tid, på rett sted og for de rette menneskene i et settefiskanlegg. Mitt første alternativ til avgrensning omhandlet hvordan denne informasjonen kan samles inn, systematiseres og videre kommuniseres og presenteres.

Det å sørge for at fisken til enhver

tid har det bra stiller strenge krav til blant annet vannkvalitet, lysstyring og fôringsregime. I mange anlegg er det i dag flere parallelle system i bruk for å overvåke de ulike miljøparametrene.

I tillegg til den informasjonen som i dag samles inn er det også et stort og ubrukt potensiale for informasjon som kan samles inn

og brukes til å forbedre og forenkle produksjonen.



## ALTERNATIV 2: RENHOLD OG HYGIENE

Hygiene er svært viktig i settefiskanlegget, og det stilles strenge krav til smittesluser, påkledning og soneinndeling. Produksjonsavdelingene skal være rengjort før innsett av fisk, og underveis i produksjonen skal fisken alltid sorteres over i rengjorte kar.

Kravene til hygiene gjør at

mennesker og utstyr ikke skal flyttes fritt mellom de ulike produksjonsavdelingene.

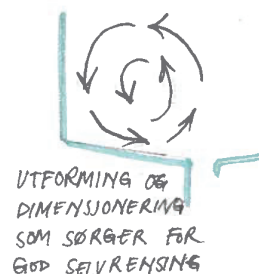
I tillegg til sanering mellom hver produksjonsrunde er det også behov for renhold av karene underveis for å opprettholde god nok vannkvalitet. En slik prosess er en stressbelastning for fisken, og det er et mål om kar som i stor grad

sørger for god selvrensing, laget av smussbestandige materialer.

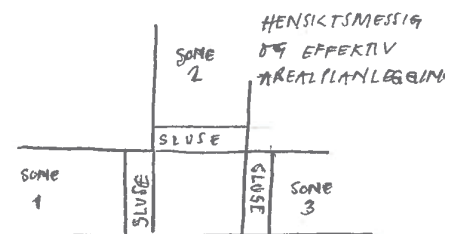
Mitt andre avgrensingsalternativ omhandlet hvordan best å møte de hygieniske kravene, både i forhold til inndeling av sonene, produksjonsutstyr og renholdsverktøy.

AVGRENSNING AV OPPGAVEN

UNIT DESIGN



UTFORMING OG DIMENSJONERING SOM SØRGER FOR GOD SELVRENSING



OVERORDNET ORGANISERING

ALTERNATIV 2:

GOD HYGIENE  
PÅ 1-2-3



VUNNGÅ SKJØTER/KANTER OSV. SOM SAMLER SKITT OG ER VANSKELIGE Å RENGJØRE



SMARTE MATERIALER MED SELVRENSENDE EGENSKAPER



AUTOMATISKE OG SELVRENSENDE SOM SØRGER FOR KONSTANT RIKTHOLD.



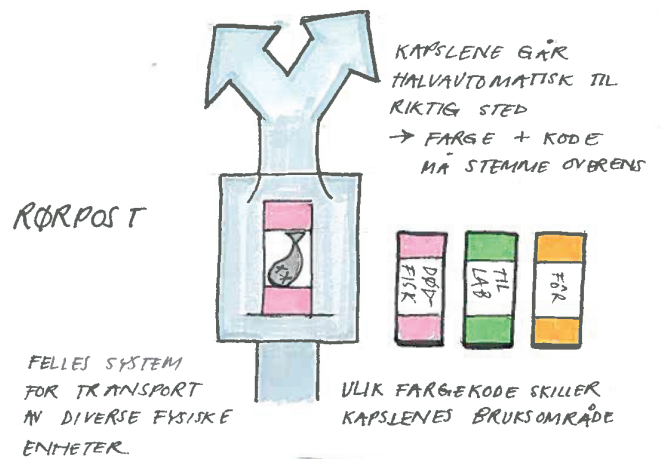
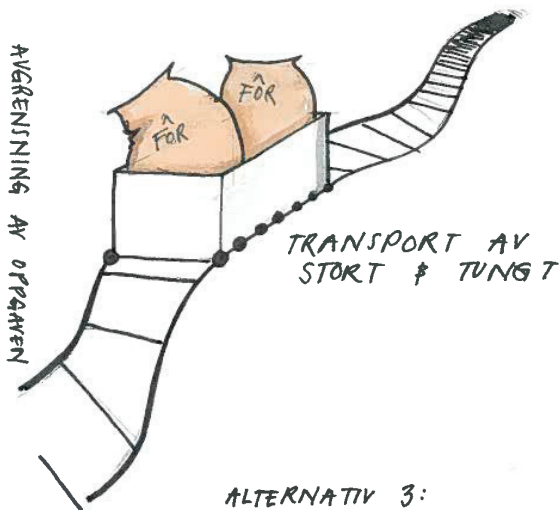
RIKTIG VERKTØY SOM ENKELT KAN TRANSPORTERES TIL RIKTIG STED

VERKTØY

## ALTERNATIV 3: INTERNLOGISTIKK

Innenfor et settefiskanlegg er det mye forskjellig som skal flyttes fra A til B. Før skal transporteres fra lager og til karene, dødfisk skal transporteres fra karene via en oppbevaringsenhet og til destruksjon, verktøy og utstyr skal transporteres mellom produksjonsavdelinger.

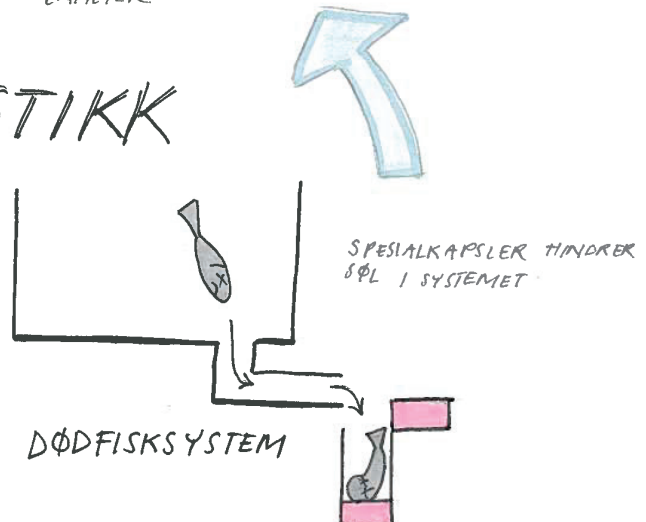
Dette medfører mange utfordringer innenfor alt fra hygiene til effektivitet, og alternativ tre tok for seg løsninger rundt dette.



ALTERNATIV 3:

## INTERNLOGISTIKK

(≡ LEVENDE FISK)



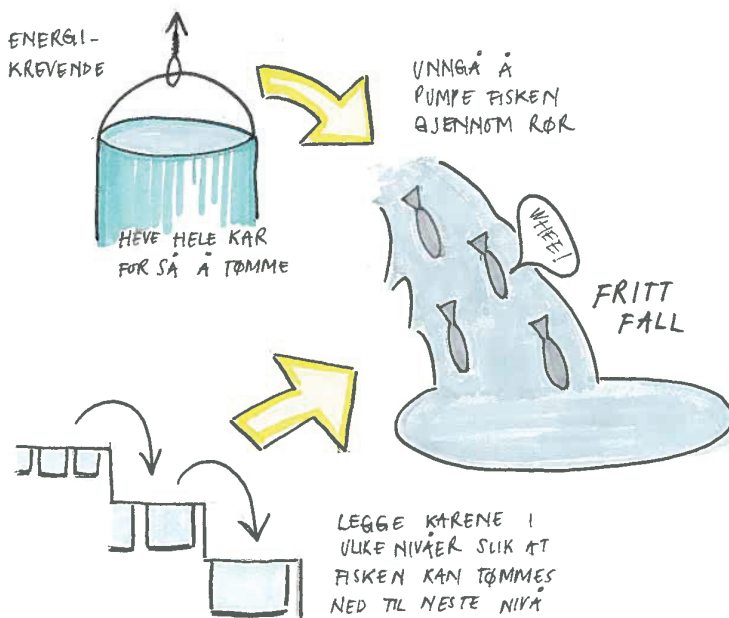
## ALTERNATIV 4: FLYTTING AV FISK

Det å flytte på fisken ble et eget alternativ, utenfor den generelle internlogistikken. I et settefiskanlegg er det en stadig økende biomasse som skal håndteres og flyttes på. Fisken skal sorteres flere ganger underveis, den skal overføres fra en produksjonsavdeling til den neste, vaksineres og etterhvert flyttes over i brønnbåt for transport

ut til merdene på lokalitet. Alle disse operasjonene medfører en stressbelastning på fisken og det er viktig å sørge for metoder som er så skånsomme som mulig. Samtidig er det også viktig å balansere hensynet til fisken med blant annet energibehov og arbeidsoppgaver.

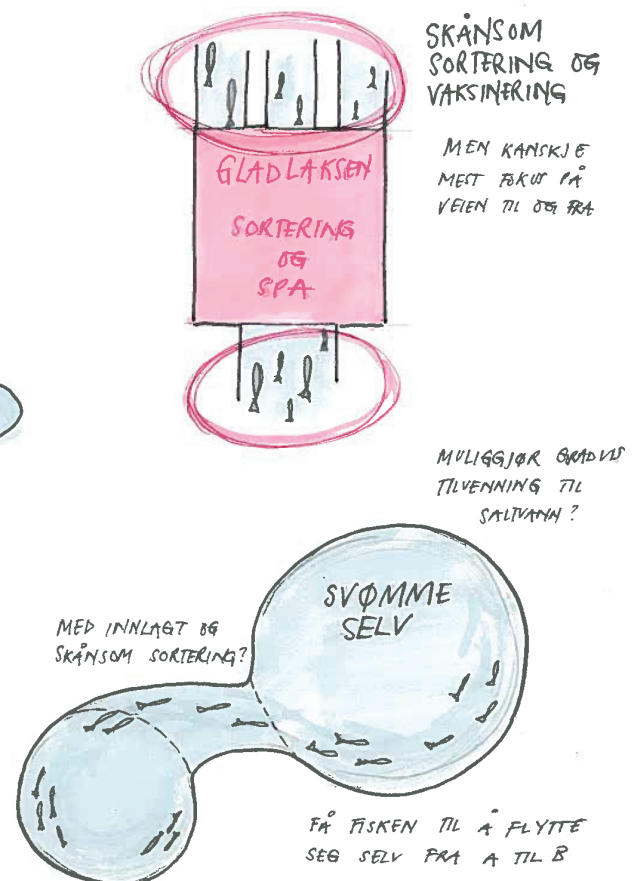
Alternativ fire omhandlet ulike løsninger rund det med å flytte

på fisken. Alt fra å organisere anlegget slik at det blir naturlig fall til løsningen hvor fisken selv svømmer fra et kar til det andre.



ALTERNATIV 4

# FLYTTE PÅ FISKEN







# VALGT AVGRENSNING

*Alternativ 1, informasjon og kommunikasjon, skilte seg helt klart ut, både sett i forhold til egne interesser og settefiskanleggenes fremtidige behov.*

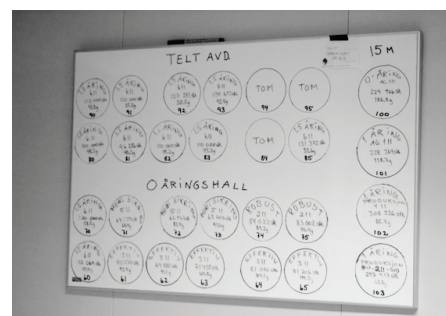
Det å håndtere den store informasjonsmengden er aktuelt i hele havbruksnæringa, fra settefiskanlegg til brønnbåt til prosesseringsanlegg. Selv om informasjonsmengden er stor allerede i dag, er det også et stort utnyttet potensial for informasjon som kan innhentes, behandles og brukes i anleggene.

Jeg la merke til de mange og svært oppdelte kildene til informasjon når jeg besøkte settefiskanlegget i Slørdalen. Viktig informasjon er kun tilgjengelig ett sted, og kontorarbeid i termdress og flytevest blir konsekvensen når observasjoner ute i anlegget skal vurderes sammen med informasjon som kun er tilgjengelig i kontrollrommet.

Effektiv håndtering av informasjon og kommunikasjon har fått mer oppmerksomhet i seinere år, og det finnes i dag løsninger som skal forenkle denne delen av anleggsstyringen. Likevel er det mye utvikling som gjenstår og mange muligheter som kan utnyttes bedre.

Selv om jeg ved å velge avgrensning hadde kommet langt på vei i oppgaven, gjensto det mye arbeid på dette punktet i prosessen. Derfor var det også viktig for meg å velge en avgrensning som lot meg jobbe videre med noe jeg synes er interessant. Denne avgrensningen ga meg mulighet til å jobbe med design fiction, løsninger som strekker seg forbi det vi kjenner og vet at er mulig i dag.

Ved å utforske teknologi, både nåtidig og fremtidig, og ikke minst utforske muligheter for hvordan denne teknologien kan kombineres i fremtidens settefiskanlegg fikk jeg også muligheten til å vise at det finnes andre løsninger på utfordringene næringa står ovenfor i kommende år.



# KRAVSPESIFIKASJON

## **Overordnet mål:**

Et konseptuelt forslag til et system for informasjonsinnhenting og -behandling som skal bidra til å skape interessant, variert og attraktiv arbeidsplass. Systemet skal lette styring, overvåkning og registrering ved å gjøre aktuell informasjon tilgjengelig og forståelig.

## **Realiserbarhet:**

Det endelige konseptet skal inneholde både elementer som det er sannsynlig at lar seg realisere og elementer som er å anse som design fiction. Fremtiden kan ikke designes ved å se i bakspeilet, men for at konseptet skal kunne fungere som et nyttig innspill til arbeidet med å utvikle næringens framtid må det inneha en viss grad av realisme.

## **Teknologi:**

Konseptet skal utforske eksisterende og kommende teknologi, og søke å dra linjer inn i framtiden og til oppdrettsnæringen.

## **Oppgavefordeling:**

Konseptet skal bidra til å skape en arbeidsdag med interessante og varierte oppgaver, hvor det tas hensyn til at mennesker og maskiner har ulike styrker og svakheter. Automatiske systemer skal så langt det lar seg gjøre ta over oppgaver som anses som kjedelige, som må utføres kontinuerlig eller som krever høy nøyaktighet. Eksempler på dette er måling og evaluering av vannkvalitet og lagerføring av forbruksvarer. Dette frigir tid til oppgaver som å observere fiskens adferd og oppgaver relatert utvikling og forbedring av anlegget.

## **Hardware:**

Konseptet skal omfatte fleksible verktøy og hjelpemidler som så langt det er mulig ikke er låst til et bestemt sted eller en bestemt bruker. Dette verktøyet skal kunne løse varierte arbeidsoppgaver og tåle påkjenningene i arbeidshverdagen på anlegget.





# *UTFORSKNING*

*AKTUELL TEKNOLOGI*

*SCENARIO: FREMTIDENS SETTEFISKANLEGG*

*UTFORSKNING*

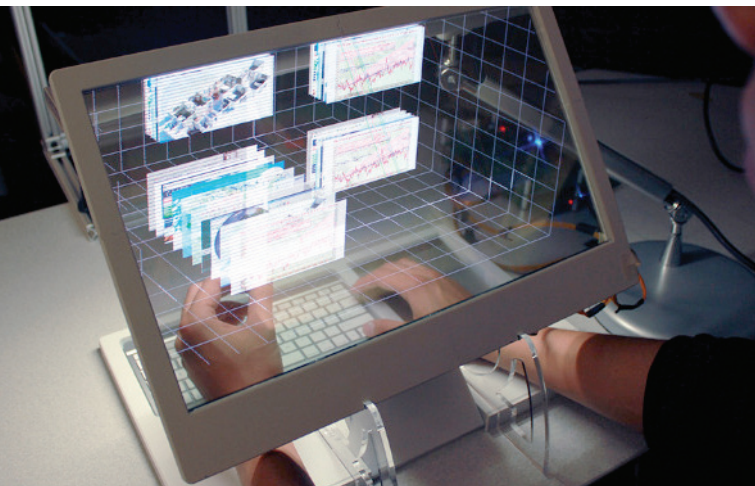
*SYSTEMKONSEPTIDÉ*

# AKTUELL TEKNOLOGI

*Før konseptutviklingen kunne begynne for alvor var det nødvendig å få en oversikt over hvilken teknologi som er aktuell og hvordan denne kan forventes å utvikle seg i nærmeste framtid. De viktigste verktøyene i begynnelsen av konseptutviklingen ble derfor en inspirasjonscollage og en teknologisk tidslinje.*

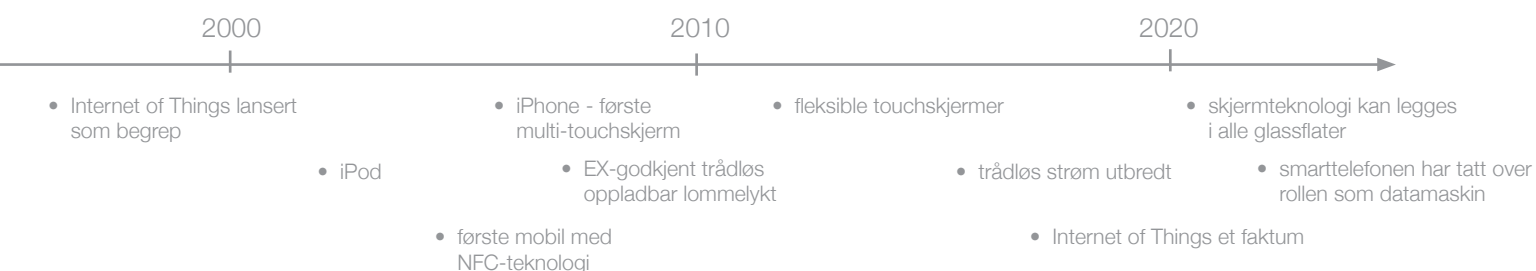
Etter å ha valgt fokusområde for oppgaven var det på tide å gå fra et tidsperspektiv som var et vagt 5-10 år fram i tid til noe mer konkret. Dette innebar å finne ut hvilken teknologi som var interessant og egnet, hvordan denne ville utvikle seg i de kommende ti årene og hvordan den da kan brukes til innhenting, bearbeiding og utveksling av informasjon i settefiskanlegget. Jeg tok derfor en ny runde med informasjonsinnhenting, denne gangen med fokus på teknologi og fremtidsscenarioer. Dette er et felt som utvikler og endrer seg i et svært høyt tempo, og blogger og nettsteder ble min viktigste kilde til informasjon.

Store selskaper som Google og Microsoft har alle fremtidslaboratorier som til enhver tid jobber med et stort antall futuristiske prosjekter, hvor bare en liten brøkdel blir realisert. Et og annet prosjekt legger ut av disse laboratoriene og dukker opp på både teknologi og fremtidsrettede blogger og mer desginrettede blogger som [core77.com](http://core77.com) og [designboom.com](http://designboom.com). Det samme gjør også ulike prosjekter fra studenter og designere, og det var her jeg hovedsaklig lette etter teknologi og løsninger som kunne egne seg.

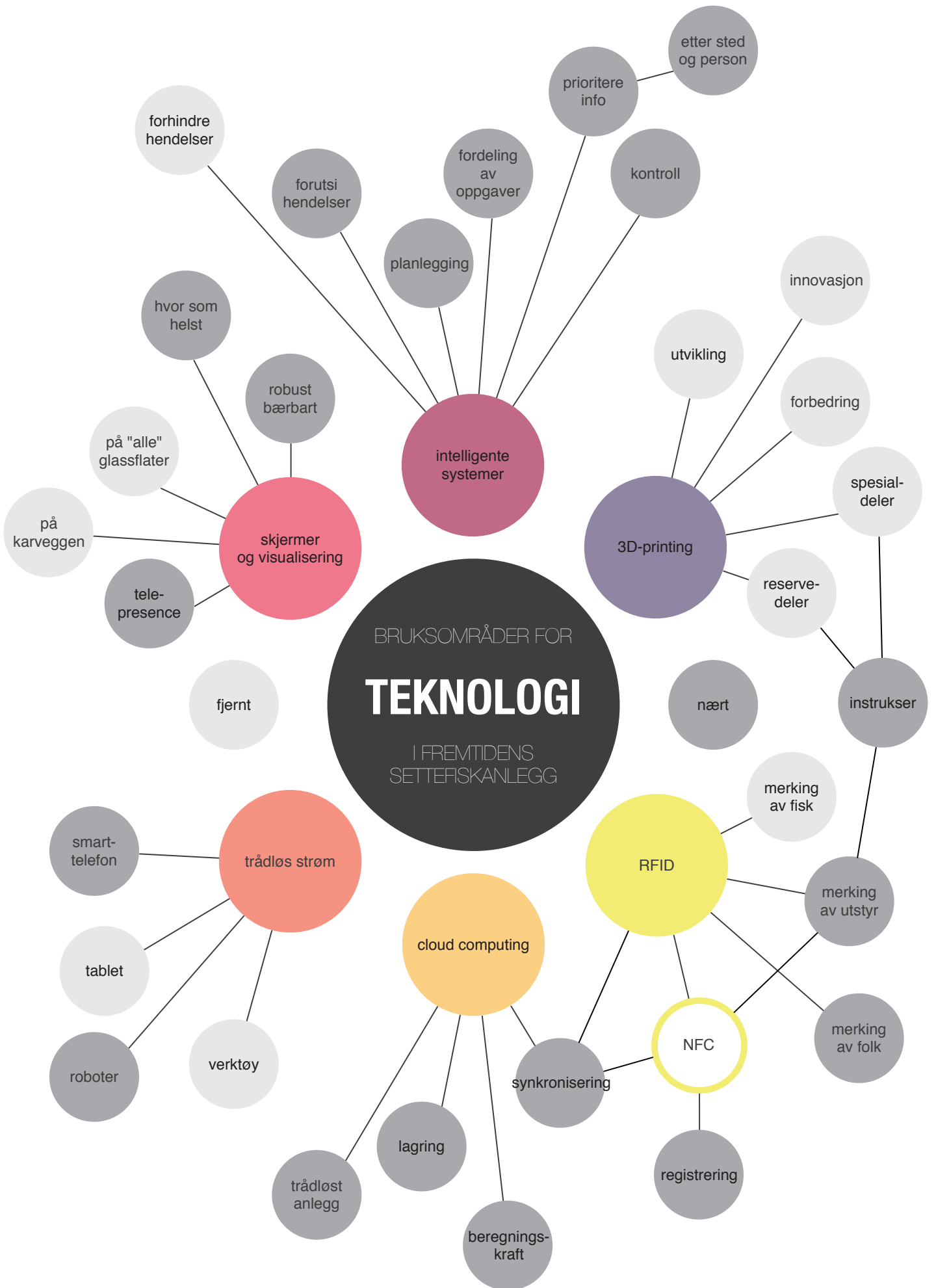


Det mest aktuelle, interessante og fascinerende ble samlet i en inspirasjonscollage, og denne ble igjen utgangspunkt for en teknologisk tidslinje. Denne strekker seg drøye ti år tilbake og ti år fram i tid, fra slutten av 90-tallet og fram til 2022. Blogger og nettsteder ga meg mange spådommer om fremtiden, og ved å se på hvor gammel teknologien er og hvordan den har utviklet seg til nå vurderte jeg sannsynligheten til spådommene og fylte i hullene som manglet.

Jo lenger fram i tid, desto mer usikre er selvløselig spådommene, men det er det som er design fiction. Det er ikke meningen at vi skal designe fremtiden ved å se i bakspeilet. Baserer vi oss kun på det vi vet at går an kommer vi ingen vei.



BRUKSOMRÅDER FOR  
**TEKNOLOGI**  
I FREMTIDENS  
SETTEFISKANLEGG





## TEKNOLOGISK TANKEKART

*Resultatet av avgrensningsfasen og den teknologifokuserte informasjonsinnhenting ble brukt til å lage et tankekart, og dette dannet grunnlaget for den videre utforskningen og idégenereringen.*

Tankekartet ble brukt å sortere egne tanker og idéer rundt hvordan denne teknologien kunne brukes til å takle utfordringene rundt innsamling og bearbeiding av data, utveksling av informasjon og kunnskap forbundet med den daglige driften i settefiskanlegget. I dette tankekartet er Internet of Things representert ved de tre underområdene cloud computing, intelligente systemer og RFID.

I tankekartet skilte jeg mellom nær og fjern fremtid, markert med henholdsvis mørk og lys grå, basert på tidslinjen. Særlig 3D-printing skilte seg negativt ut i den forstand at jeg var i tvil om at utviklingen ville komme langt nok i løpet av et tiårsperspektiv. Jeg valgte derfor å ikke bruke denne teknologien videre i idégenereringen. Det var ikke dermed sagt at jeg gikk bort ifra alt som var lysegrått. Litt design fiction må til.

Selv om det endelige målet var et konseptuelt forslag til et system for håndtering av informasjon og kommunikasjon, valgte jeg i idégenereringen å fokusere mer på hvordan denne teknologien kunne brukes til å takle de daglige utfordringene i ulike deler av anlegget. Jeg ville ikke låse den kreative prosessen fast i hvordan det skulle utgjøre et sammenhengende system allerede på dette stadiet.

*Fra inspirasjonscollagen og den teknologiske tidslinjen var det særlig tre områder som skilte seg ut som spesielt interessante; fremtidig skjermteknologi, the Internet of Things og trådløs strøm.*

## INTERNET OF THINGS

I løpet av siste 10 årene har Internett tatt de første stegene over i neste generasjon. Fra å være avhengig av mennesker for å få informasjon inn i systemet, har nå Internett selv evnen til å samle inn data. Dette er mulig fordi det nå finnes over dobbelt så mange ting som er tilkoblet Internett enn det er mennesker på jorda, og det blir stadig flere. Disse tingene er alt fra avanserte smarttelefoner som produserer mye data til bormaskiner utstyrt med ID-brikker som kan fortelle hvor de er og hvor ofte de blir brukt

For å forstå begrepet Internet of Things er det viktig å skille mellom Internett og nettet (the web). Internett er det fysiske nettverket dannet av routere, telenett og satellitter, og har som primær oppgave å frakte informasjon fra et punkt til et annet klart, sikkert og pålitelig.

Nettet er det applikasjonslaget som ligger over Internett, og har som primær oppgave å danne et grensesnitt som gjør informasjonen brukbar.

Framveksten av IoT har gitt Internett sanser; det kan registrere temperatur, trykk og belastning og foreta vurderinger på bakgrunn av dette. Dette gir muligheten til å alltid ligge i forkant, være proaktiv framfor å kun reagere.

En av forutsetningene for IoT er RFID eller denne teknologiens arvtakere. RFID er en metode for å lagre og hente data ved hjelp av små enheter, kalt RFID-brikker. Disse brikkene inneholder antenner som gjør dem istand til å motta og svare på radiofrekvenssignaler. RFID-brikker kan også kombineres med annen teknologi i samme størrelsesorden for å gi enda flere muligheter.

*Neste generasjons Internett, med evnen til å samle inn, analysere og distribuere data uavhengig av menneskelig input.*



## FREMTIDENS SKJERMTEKNOLOGI

De siste årene har vi sett en rask utvikling innenfor touchskjermteknologien, noe som til en viss grad skyldes fremveksten av bærbare enheter med få knapper som smartelefoner og etterhvert også tablets; en gruppe produkter som stiller helt spesielle krav til skjermen. Utviklingen har gått fra plastbaserte og skjøre resistive (trykksensitive) skjermer til mer hardføre, glassbelagte kapasitive (berøringssensitive) skjermer. Alle som har mistet en nyere smarttelefon i bakken vet likevel at en del utvikling gjenstår.

Særlig er det utviklingen innen glass og innen transparent elektronikk som gir interessante muligheter. Vi kan få integrerte skjermer i en stor del av det vi omgir oss med til daglig, alt fra vinduer og baderomsspeil til kjøkkenbenk og arbeidsbord. Skjermer som kun vises når de er i bruk og som

er usynlige ellers. Transparente skjermer gir også nye muligheter for interaksjon med omgivelsene. Et lag med informasjon kan legges på det du ser gjennom skjermen, uten at denne oppfattes som en barriere.

Utviklingen vil også gi produkter som tåler mer, uten at det nødvendigvis kommer tydelig fram av designet. Allerede i dag finnes det tilnærmet uknuselig glass, vanntett nanobelegg og innkapslede komponenter gir lengre liv til de mobile enhetene vi etterhvert har med oss over alt.

Skal vi ha noen nytte av omgivelser gjennomsyret av integrerte skjermer krever dette en helt annen tilnærming til hvordan vi bruker dem sammenlignet med i dag.



*Solide, energjeffektive og lette mobile enheter som sømløst kommuniserer med integrerte skjermer i alt fra kjøkkenbenk til baderomsspeil.*

*Effektiv  
energioverføring  
fra en kraftkilde til  
en mottaker, uten  
bruk av en fysisk  
sammenkobling*

## TRÅDLØS STRØM

Allerede i 1893 demonstrerte Nikola Tesla at det var mulig å få en lyspære til å lyse uten fysisk tilkobling til en strømkilde. Utviklingen har gått langsomt framover siden den gang, men i seinere år har det kommet produkter som baserer seg på trådløs strøm, som for eksempel eksplosjonssikker lommelykt utviklet av norske WPC. I tillegg til produkter for forbrukermarkedet, er også trådløs strøm svært interessant i forbindelse med utvikling av den teknologien som trengs for å skape Internet of Things.

Trådløs strøm vil si det å overføre elektrisk energi fra en kraftkilde til en mottaker uten bruk av en fysisk sammenkobling. De mest utbredte løsningene baserer seg på direkte induksjon eller resonant magnetisk induksjon, noe som vil si at energien overføres via et magnetfelt.

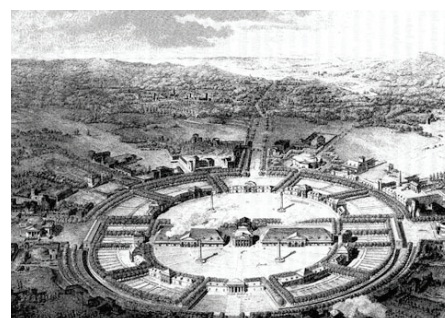
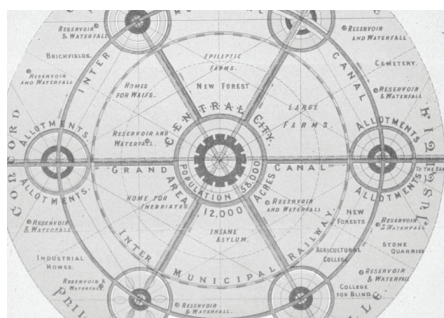
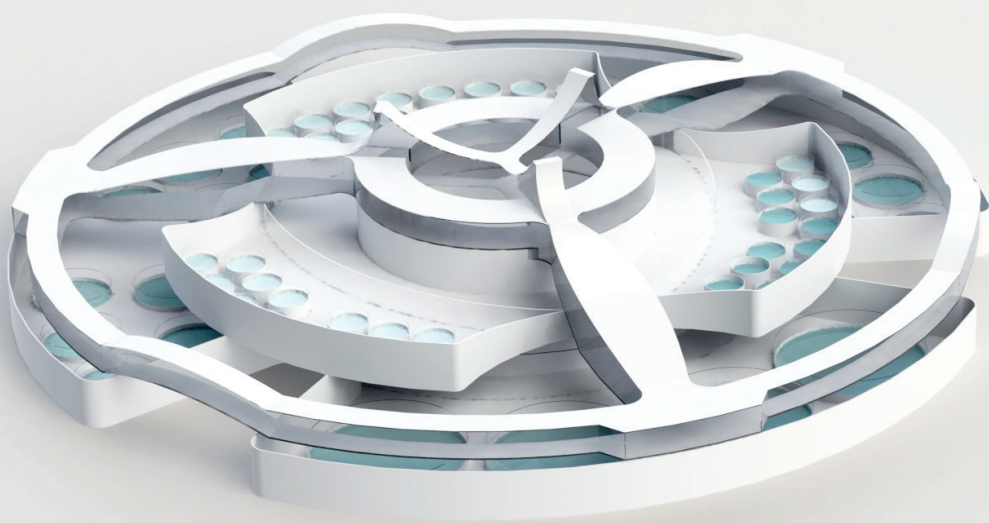
Bruk av trådløs strøm krever at overføringen er effektiv, det vil si at mesteparten av energien fra kraftkilden når mottakeren. I dag finnes det systemer som kan overføre med 95% effektivitet. Sikker og enkel bruk krever også intelligente systemer, ved at de to delene må kunne identifisere hverandre og gjerne utføre enkle status tester som for eksempel ladestatus, batteristatus og lignende. Kraftkilden bør også slå seg av automatisk dersom uønskede objekter kommer innenfor feltet.

Trådløs strøm kan bety at det å lade opp alle fremtidens bærbare enheter blir en naturlig del av det å bruke dem. Smarttelefonen kan lades når du legger den fra deg på bordet og bilen når du setter den fra deg i garasjen. Det vil ikke være nødvendig å bevisst koble i en ledning.



# FREMTIDENS ANLEGG

Scenariet for fremtidens settefiskanlegg er tilpasset en automatisert produksjonsprosess i store anlegg med få ansatte. Viktige elementer er et sentralt kontrollrom, korte avstander, adskilte avdelinger og gangveier som gir visuell tilgang til de ulike avdelingene uten at det er nødvendig å gå gjennom en smittesluse eller skifte klær.



## ET FREMTIDSSCENARIO

Scenariet for fremtidens anlegg ble laget på bakgrunn av sannsynlig og ønsket utvikling i næringa. Anleggene vil bli større, mer automatiserte og ha færre ansatte i forhold til produksjonsnivået. Samtidig vil kravene til stabil drift, god hygiene og positiv omdømmebygging forbli høye.

Større anlegg gir større avstander, og et mål for scenariet var at viktige funksjoner skulle få en sentral plassering. Sirkelen ble et naturlig utgangspunkt, og inspirasjon til videre arbeid ble hentet fra utopiske planer for sirkulære byer. Sirkelformen bidrar også til å begrense avstanden mellom anleggets ytterkanter.

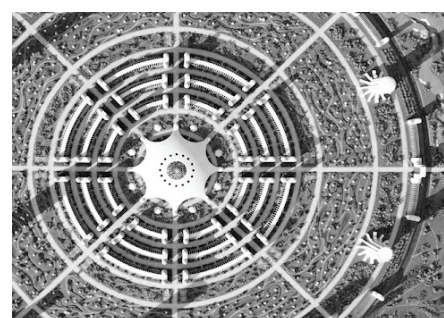
Korteavstander er ikke nok i seg selv, det må også være enkelt å bevege

seg mellom avdelingene, også fra et hygienemessig synspunkt. Automatisering er som nevnt et viktig stikkord for fremtiden, og med økt automatisering kommer både økt behov og økt kapasitet for observasjon. Gangveiene knytter anlegget sammen, men de danner også en observasjonsplattform som gir visuell tilgang til de ulike avdelingene uten at det er nødvendig å gå gjennom sluser eller skifte klær.

At produksjonen er lagt i flere plan skyldes både et mål om effektiv utnyttelse av arealet og om bruk av tyngdekraften for å flytte på fisken. Etterhvert som fisken vokser flyttes den fra øvre plan til nedre, med unntak av yngelen som klekkes i nedre plan for å utnytte plassen best mulig. Her er det

snakk om en svært liten biomasse som må flyttes mot tyngdekraften.

Det er selvfølgelig flere områder dette scenariet ikke løser på en realistisk måte eller berører i det hele tatt. System for vanntilførsel og resirkulering, transport av levende og død fisk, plassering av viktige funksjoner som laboratorium og vaksineringsmaskin er blant det som jeg har valgt å la utgjøre en svart boks. Det forutsettes at det er der og at det fungerer, men det er ikke mer detaljert enn som så. Det er alt som kreves for at dette scenariet skal kunne brukes i videre utforskning av idéer og utvikling av et systemkonsept.



*Anlegget måler 100 meter i diameter og en karkapasitet som tilsvarer en årlig produksjon av 10 - 15 millioner smolt.*

### *EN SKJEMATISK MODELL*

Anlegget består av tre plan, øverst er kontrollrommet og gangveiene som binder avdelingene sammen, på neste plan er startfôring og første del av vekstfôring og på nedre del er siste del av vekstfôring i tillegg til klekkeriet. Avdelingene utgjør separate hygieniske soner, . Anlegget har en grunnflate på drøye 30 000 kvadratmeter og karkapasitet tilsvarende en årlig produksjon av 10-15 millioner smolt.





kontrollrom

gangveier

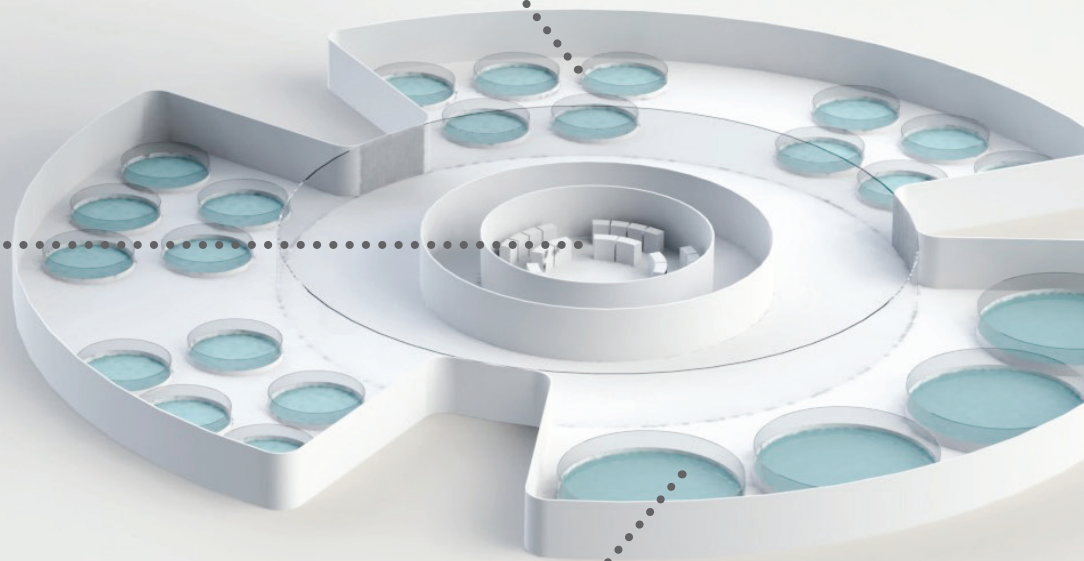
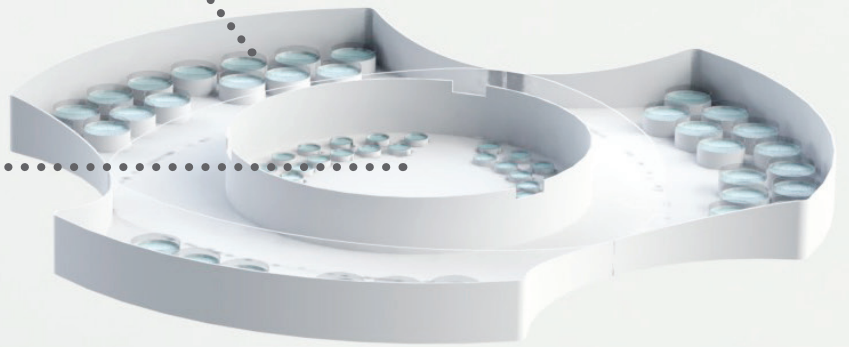
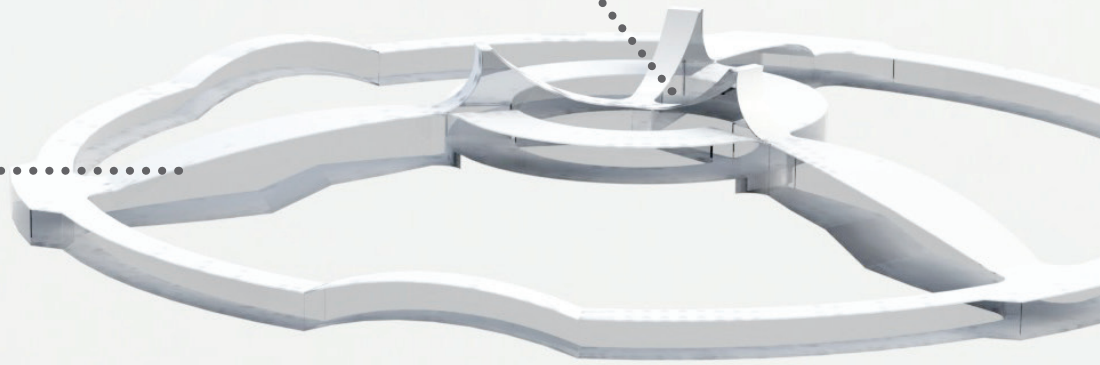
vekstfôring 1

startfôring

vekstfôring 2

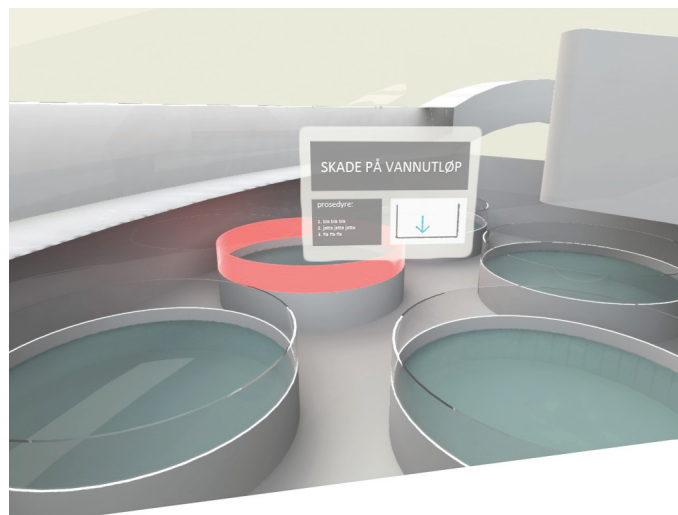
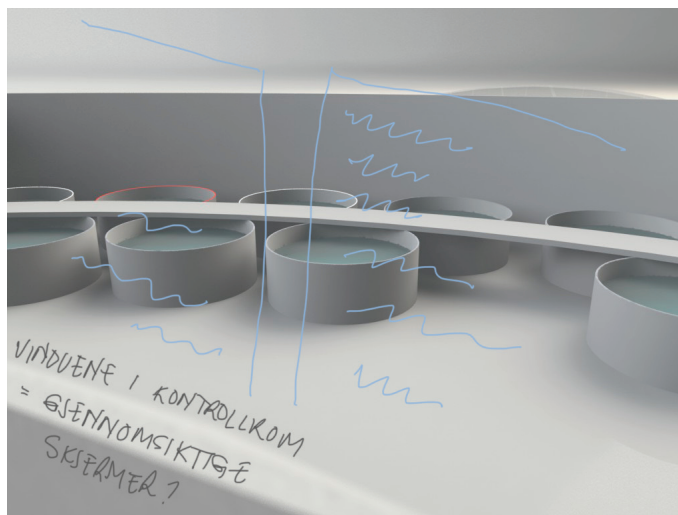
klekkeri

vekstfôring 3



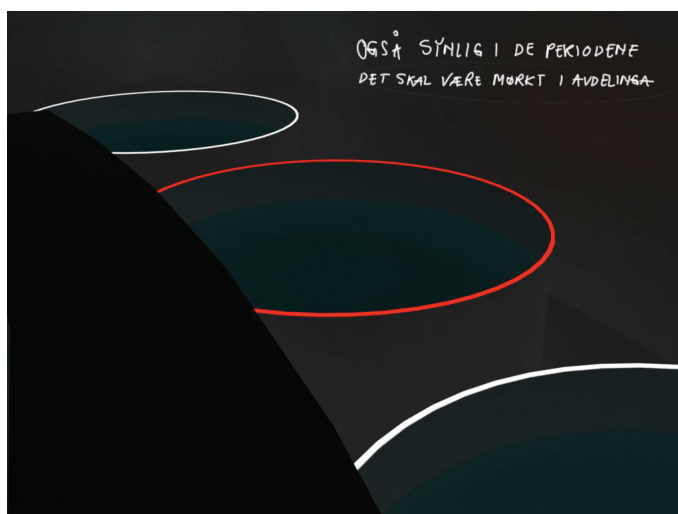


# UTFORSKNING



Tankekartet bidro til å danne en oversikt over hvilken teknologi som kunne brukes hvor, og målet for den videre idégenereringen var hvordan dette skulle møte brukeren. Miljøsensorikk overvåker kontinuerlig fiskens omgivelser, men hvordan skal denne informasjonen formidles til de ansatte på anlegget? Hvilke verktøy skal de ansatte bruke for å få tilgang til det de trenger å vite? Dette og mye mer var problemstillinger jeg søkte å finne løsninger på.

Både analog og digital skissing var viktige verktøy i denne fasen, og modellen av anlegget ble brukt aktivt som en tredimensjonal bakgrunn for idégenereringen. Den ga et mye bedre inntrykk av størrelse, avstander og oversikt enn det å lese om at et anlegg som produserer 4,5 millioner smolt i året har 24 kar med en diameter på åtte meter. Modellen var konstruert med mål om at det skulle gå raskt å foreta endringer og se resultatet, noe som var nyttig i arbeidet med et anlegg som består av svært mange delkomponenter. I tillegg ble også Photoshop brukt til å skisse videre på rendringene fra SolidWorks. Dette gjorde det mulig å prøve ut ulike idéer raskt, uten å måtte begynne på nytt hver gang eller risikere å ødelegge en skisse som hadde tatt lang tid.

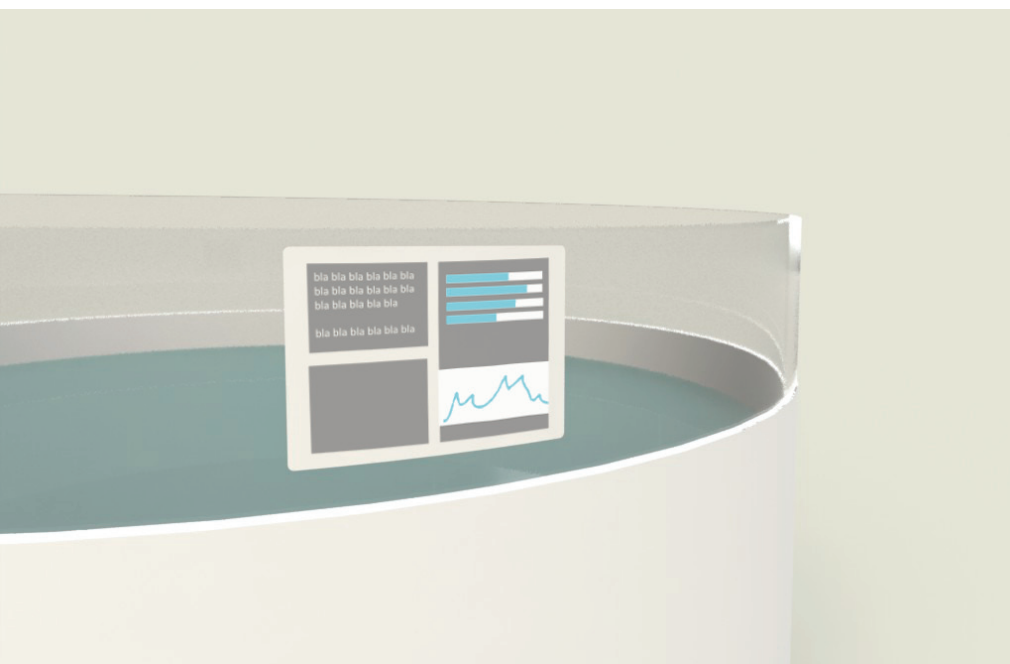


## INFORMASJONSPUNKTER

Produksjonsprosessen i settefiskanlegget innebærer at få mennesker har ansvar for store områder og store verdier. Med økt produksjonspress blir marginene mindre, og små uhell kan føre til store tap. I settefiskanlegget legges også grunnlaget for hele verdikjeden; uheldige hendelser og forhold her kan ha svært store ringvirkninger.

Sensorikk i vann og utstyr kan overvåke og kontrollere, registrere og vurdere, systemet kan lære og kjenne igjen mønstre, men det betyr likevel ikke at det kan styre anlegget helt alene. Målet er heller at systemet skal sørge for å frigjøre tid og ressurser til oppgaver som skaper en interessant arbeidsdag. Det at sanntidsdata og lagrede registreringer om alt fra fôringsregime og vannmiljø til verktøystatus er kan være tilgjengelig hvor og når som helst er ikke nok i seg selv. Uten gode og gjennomtenkte verktøy for å få tilgang til denne informasjonen er den lite verdt.

Jeg utforsket ulike løsninger for hvordan denne informasjonen kunne gjøres tilgjengelig, både for den som er nede på gulvet og den som står i kontrollrommet eller på en gangbro. Bruk av mobile enheter kombinert med stasjonære skjermer ble tidlig et utgangspunkt for videre idégnering, og videre hvordan skjermer kunne integreres i ulike overflater. En viktig problemstilling var hvordan håndholdte enheter skulle håndteres i en hverdag hvor mye av arbeidet er praktisk og krever to hender.



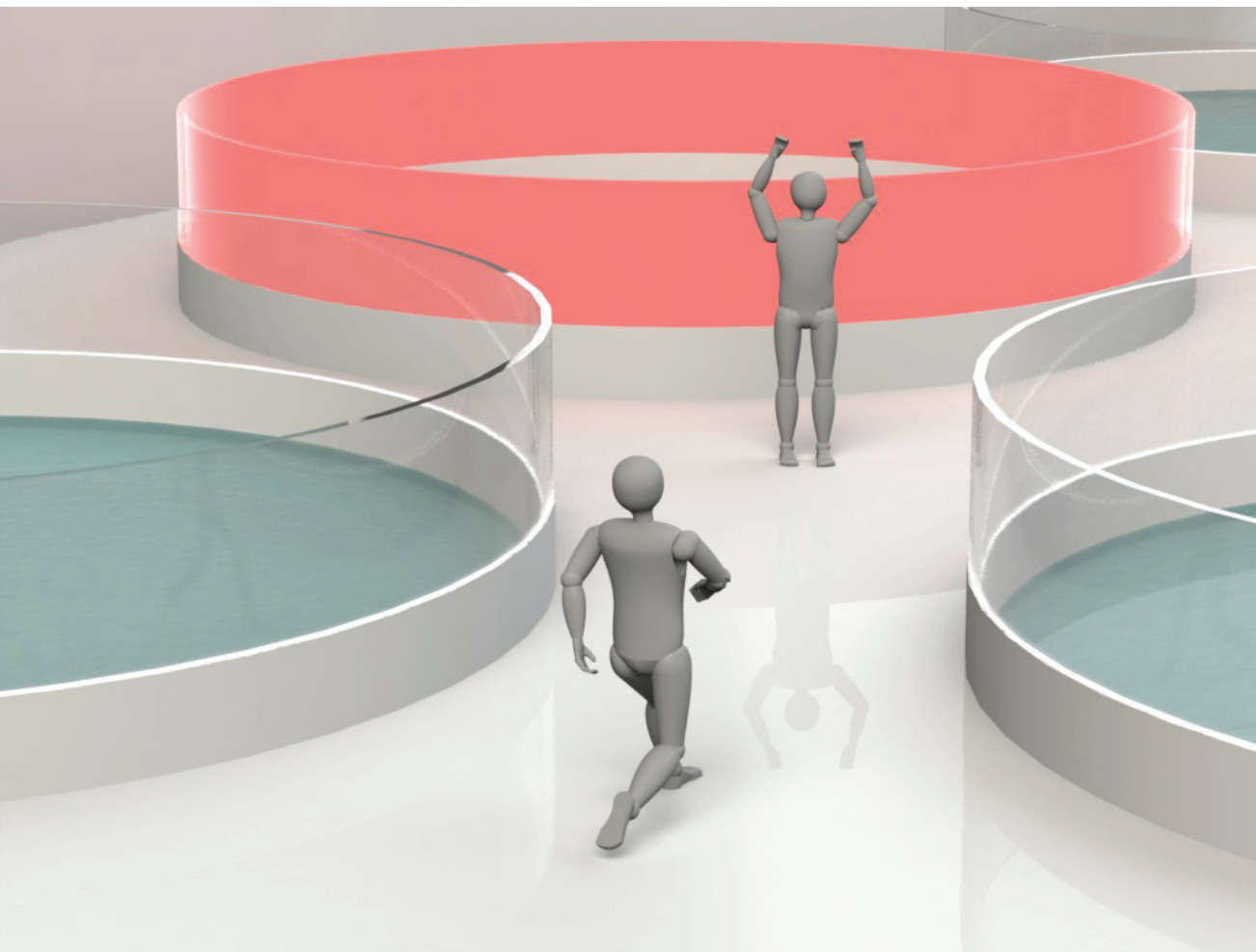


Tilgang til enkel og umiddelbar informasjon ved bruk av lys eller materialer som endrer utseende var også et interessant område med flere muligheter. Ikke alt må nødvendigvis formidles i ord på en skjerm. Enkle fargesignaler kan brukes til å gi informasjon på en slik måte at det som ikke haster heller ikke avbryter arbeidet.

## *UHELL OG ULYKKER*

Settefiskanlegget er allerede et komplekst system, hvor de ulike leddene i produksjonsprosessen påvirker hverandre i stor grad. Med økende bruk av teknologi øker også sannsynligheten for at feil skal skje, og det er viktig å forvente at disse feilene vil skje. Å forvente at de skjer betyr ikke å akseptere at de skjer, det betyr å sørge for at de rette mekanismene finnes for å sikre at disse feilene ikke får utvikle seg til alvorlige ulykker.

Det å raskt kunne reagere når noe skjer er svært viktig. Dette innebærer å vite hva som har skjedd og hvor det har skjedd, og sørge for at denne informasjonen når riktig person.



# SYSTEMKONSEPTIDÉ

*Arbeidet med å samle resultatene fra utforskningen og idégenereringen til et systemkonsept ble det tidlig klart at resultatet må være todelt; et intelligent system og de fysiske verktøyene som gir brukeren tilgang til det systemet vet og systemet tilgang til det brukeren vet.*



Det intelligente systemet henter inn data fra sensorikken og andre kilder, det har evne til å lære og gjenkjenne mønster og foreta vurderinger om videre drift på bakgrunn av dette, men det kan likevel ikke forventes å skulle styre hele anlegget alene. Minst like viktig er derfor de fysiske verktøyene som knytter brukeren og det intelligente systemet sammen.

Den videre konseptutviklingen hadde som mål å definere hvilke kilder det intelligente systemet skulle hente informasjon fra og hvordan denne informasjonen skulle behandles før den ble presentert for brukeren. Videre skulle de fysiske verktøyene defineres, med hovedfokus på hvordan de skulle brukes for å knytte brukeren til det intelligente systemet.







*DETALJERING OG VIDERE*

# *UTVIKLING*

*SPISSET KRAVSPESIFIKASJON*

*NORNASKY*

*INFORMASJONSFILTRERING*

*SYSTEMET OG BRUKEREN*

*FREMTIDENS SMARTTELEFON*

*MULTIFUNKSJONSKLOKKE*

# SPISSSET KRAVSPESIFIKASJON

*Konseptutviklingen resulterte i svært mange mindre delkonsepter, men ingen tydelig helhet. Et viktig mål for det avsluttende arbeidet var derfor å forenkle, tydeliggjøre og skape nettopp denne helheten. Resultatene av konseptutviklingen ble presentert for SINTEF Fiskeri og havbruk, og en diskusjon rundt disse resulterte i en noe revidert og spisset kravspesifikasjon for bruk i den siste fasen av utviklingen.*

## **Overordnet mål:**

Bidra til å skape interessant, variert og attraktiv arbeidsplass ved hjelp av nåværende og kommende teknologi.

## **Realiserbarhet:**

Det endelige konseptet skal inneholde både elementer som det er sannsynlig at lar seg realisere og elementer av design fiction.

## **Oppgavefordeling:**

Konseptet skal bidra til å skape en arbeidsdag med interessante og varierte oppgaver, hvor det tas hensyn til at mennesker og maskiner har ulike styrker og svakheter.

## **Hardware:**

Det endelige konseptet skal omfatte få, men fleksible verktøy som kan brukes til å løse varierte oppgaver. Målet skal være at brukerne skal ha mulighet til å ha begge hendene fri så mye som mulig.

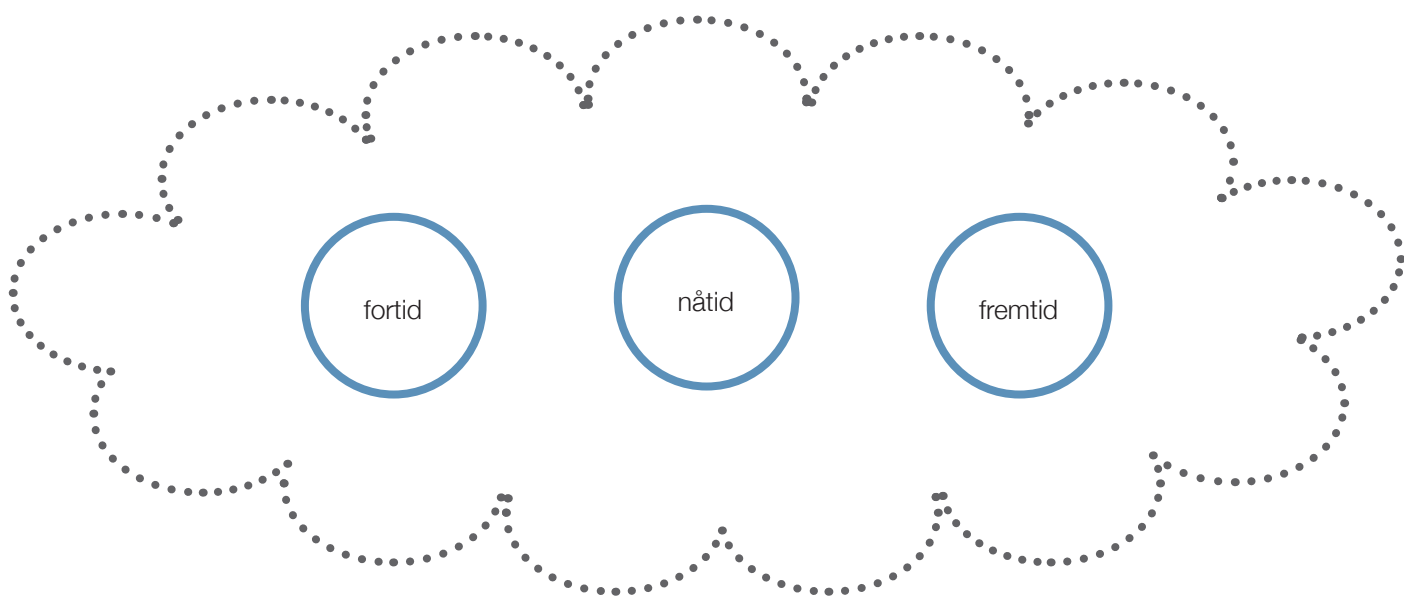
## **Kompleksitet:**

Det endelige konseptet skal bestå av så få elementer som mulig.

*Med utgangspunkt i den reviderte kravspesifikasjonen ble konseptet videreutviklet og detaljert med fokus på to hovedelementer: NornaSky - systemet for informasjonsinnhenting og -behandling som utgjør back end, og smarttelefonen og det tilhørende armbåndet som utgjør front end.*

# NORNASKÝ

*NornaSky utgjør baksiden av det overordnede systemet for informasjonsinnhenting og -behandling; navnet har sitt opphav i nornene og nettskyen.*



Nornene i norrøn mytologi var gudinner som bestemte skjebnen til mennesker og æser. De mest kjente er Urd, Verdande og Skuld, som representerer fortid, nåtid og fremtid. Nettskyen er en betegnelse på det å bruke eksterne serverparker til en eller flere av de operasjonene som det har vært vanlig å utføre på en lokal datamaskin. Det kan være alt fra lagring og prosessering til programvare.

NornaSky skal ha oversikt over fortiden ved å til enhver tid sørge for å dokumentere og arkivere nødvendig informasjon. Et konkret eksempel på dette er en vannkjemisk historie som alltid skal være tilgjengelig for å kunne knyttes opp mot hendelser som unormal dødelighet. Mer diffuse eksempler på informasjon som kan komme til nytte på et senere tidspunkt er statistikk over bruk av utstyr, medarbeidernes bevegelsesmønster, fiskens vekst og utvikling; dette kan brukes til å vurdere om det er nok utstyr, om man i bygging av nye anlegg eller utbedring av eksisterende skal endre noe og hvilken størrelse man kan forvente at fisken når på hvilken tid av året. Noe av denne informasjonen er interessant også lengre opp i systemet, mens noe kun er interessant på anlegget.

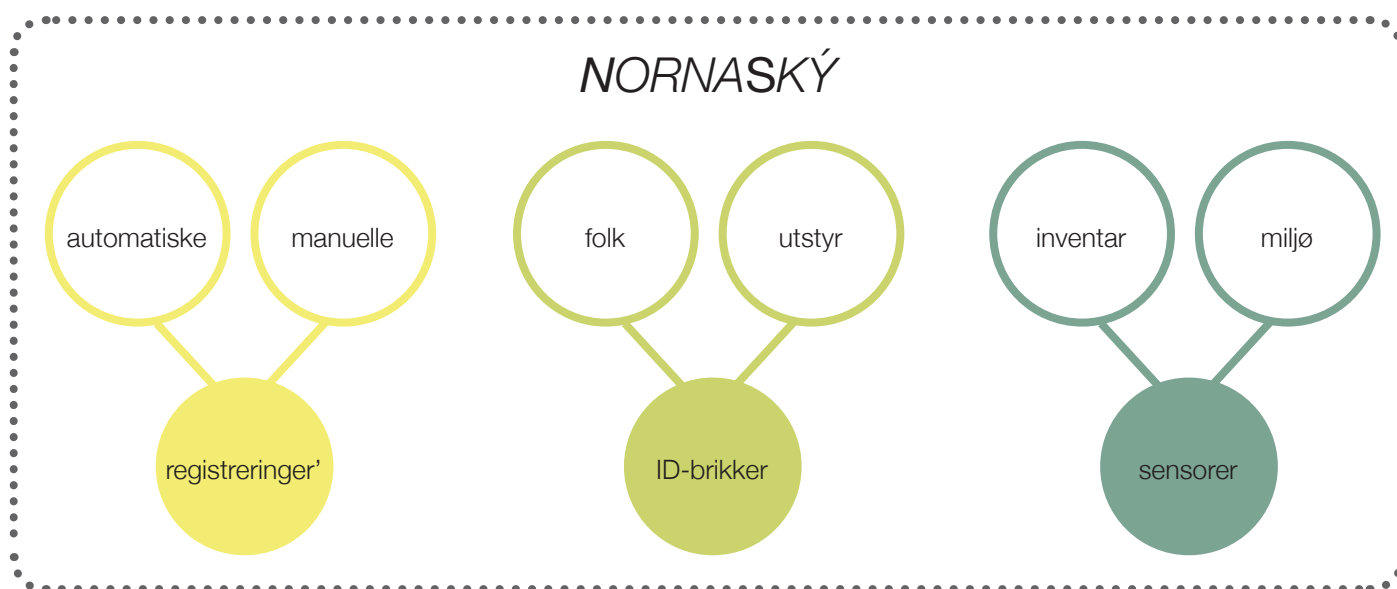
NornaSky skal ha oversikt over nåtiden ved å kontinuerlig innhente informasjon fra aktuelle sensorer, registreringer og ID-brikker, og videre sørge for at riktig informasjon når riktig person til riktig tid.

NornaSky skal så langt det går ha oversikt over fremtiden ved å kunne analysere mønster og hendelser, og komme med vurderinger på sannsynlige resultater. Det skal være et lærende system, noe som vil si at vurderingene vil bli mer og mer treffsikre over tid.

Nettskyen innebærer at all programvare, all informasjon, all lagringskapasitet og all beregningskraft som det til enhver tid er behov for i anlegget er være tilgjengelig hvor som helst, uten at det stiller tilsvarende store krav til hardware på brukerens side. Det er knapt behov for mer enn en internettilkobling og en skjerm.







*NornaSky samler inn og behandler data og informasjon fra tre hovedkilder, registreringer, ID-brikker og sensorer*

## REGISTRERINGER

Automatiske registreringer oppdateres fortløpende uten direkte menneskelig innblanding, og omfatter blant annet om lys er på- eller avslått, hvilke deler av fôringsystemet som er i drift, hvilke kar som er i bruk.

Manuelle registreringer er alt som legges inn av et menneske, fra informasjon om hvem de ulike medarbeiderne er og hva de kan, til rapporter, forslag til forbedringer og som ikke dekkes av de automatiske registreringene eller de andre hovedkildene til informasjon

## ID-BRIKKER

Alle medarbeidere er utstyrt med ID-brikker som automatisk innhenter informasjon om hvem som er hvor, og som videre kan brukes til å gi informasjon om hva de gjør.

ID-brikker brukes også til å innhente informasjon om løst utstyr og lagerbeholdning. For utstyr og verktøy innhenter disse brikkene informasjon om lokasjon, bruksfrekvens og status; for forbruksvarer som fôr innhentes informasjon som mengde på lager, forbrukshastighet og alder.

## SENSORER

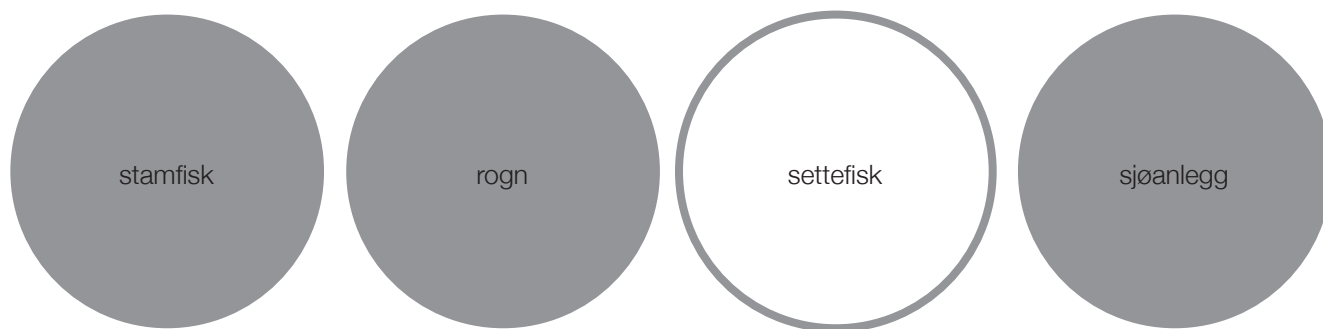
Integrerte sensorer i kar, rør, kontrollerer fortløpende om alt er i akseptabel stand eller om det er behov for utbedringer eller utskifting av elementer.

Miljøsensorikk i vannet holder kontinuerlig tilsyn med de ulike parametrene som påvirker fiskevelferden. Verdiene registreres slik at det til enhver tid er en vannhistorikk tilgjengelig.

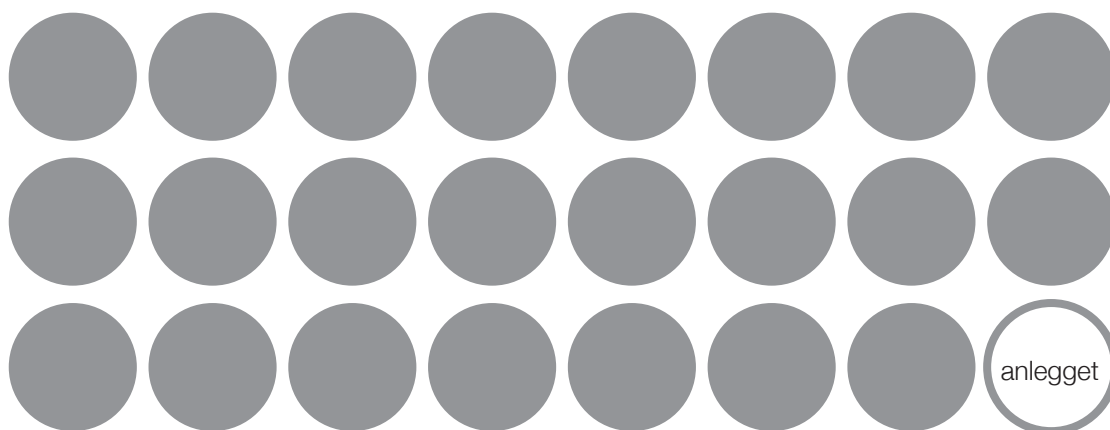
*NORNASKÝ - SENTRALT*



*NORNASKÝ - OPPDRETT*



*NORNASKÝ - SETTEFISK*

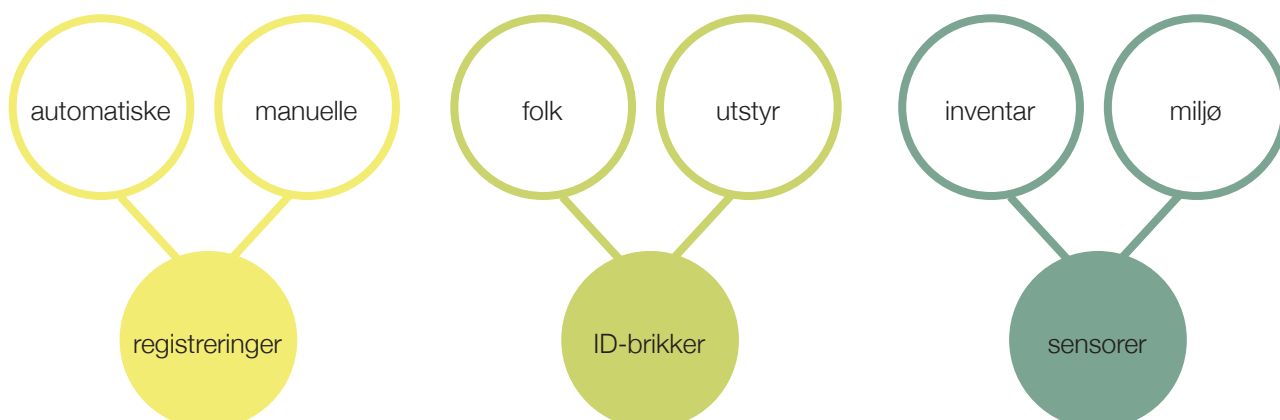


## EN DEL AV DET HELE

Med utgangspunkt i en integrert oppdrettsorganisasjon vil NornaSky være inndelt i nivåer som følger organiseringen av organisasjonen. Øverst ligger NornaSky - Sentralt, hvor informasjon fra de ulike områdene innenfor virksomheten - oppdrett, prosess, distribusjon og salg. På neste nivå, oppdrett, ligger informasjon om og fra de ulike områdene som utgjør organisasjonens oppdrettsvirksomhet. På nivået under, settefisk, ligger informasjon om og fra alle organisasjonens settefiskanlegg. NornaSky - På nederste nivå i denne delen av systemet befinner NornaSky for det aktuelle oppdrettsanlegget seg.

Informasjonen filtreres både opp og ned i systemet. På settefiskanlegget har man behov for informasjon fra organisasjonen sentralt om krav fra markedet for å kunne tilpasse produksjonen, men det er ikke behov for detaljert informasjon om det daglige arbeidet i salgsleddet. Det samme gjelder også motsatt vei; organisasjonen sentralt har behov for informasjon om status på produksjonen i anlegget, men skal ikke vite hvor hver enkelt medarbeider er til enhver tid.

### NORNASKÝ - AKTUELT SETTEFISKANLEGG



# INFORMASJONSFILTRERING

*På samme måte som informasjon filtreres opp og ned i systemet, filtreres den også på vei ut til den enkelte bruker. Målet med denne filtreringen er å hindre uvedkommende i å få tilgang til informasjon de ikke har noe med, og å sørge for at det er aktuell informasjon som til enhver tid er letttilgjengelig.*

## HVEM

Det første og absolutte filteret er hvem du er. En automatiker har ikke behov for samme informasjon som en biolog, men den viktigste funksjonen til dette filteret er likevel å sørge for at ingen uvedkommende får tak i sensitiv informasjon. Det er ikke mulig å omgå dette filteret.

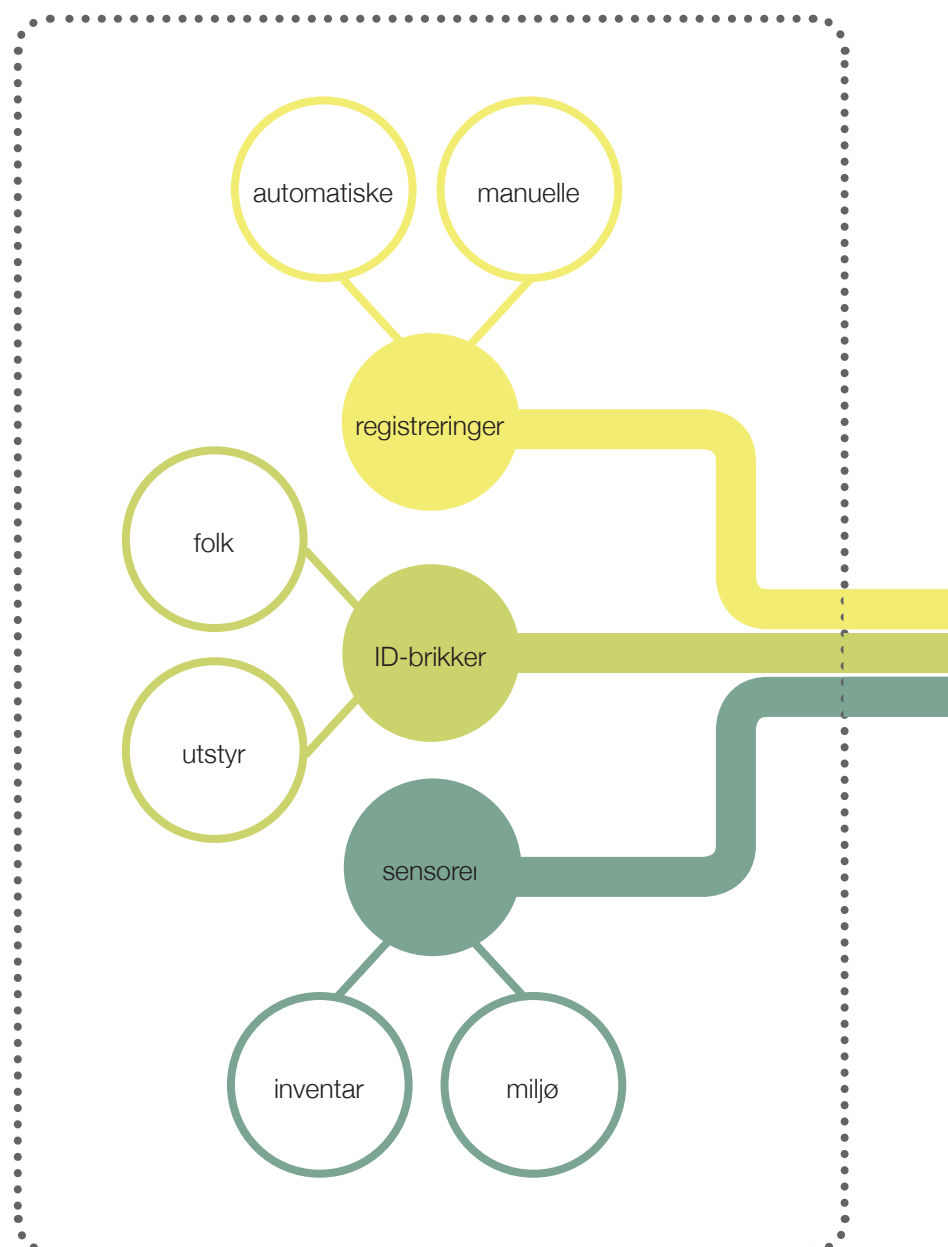
## HVOR

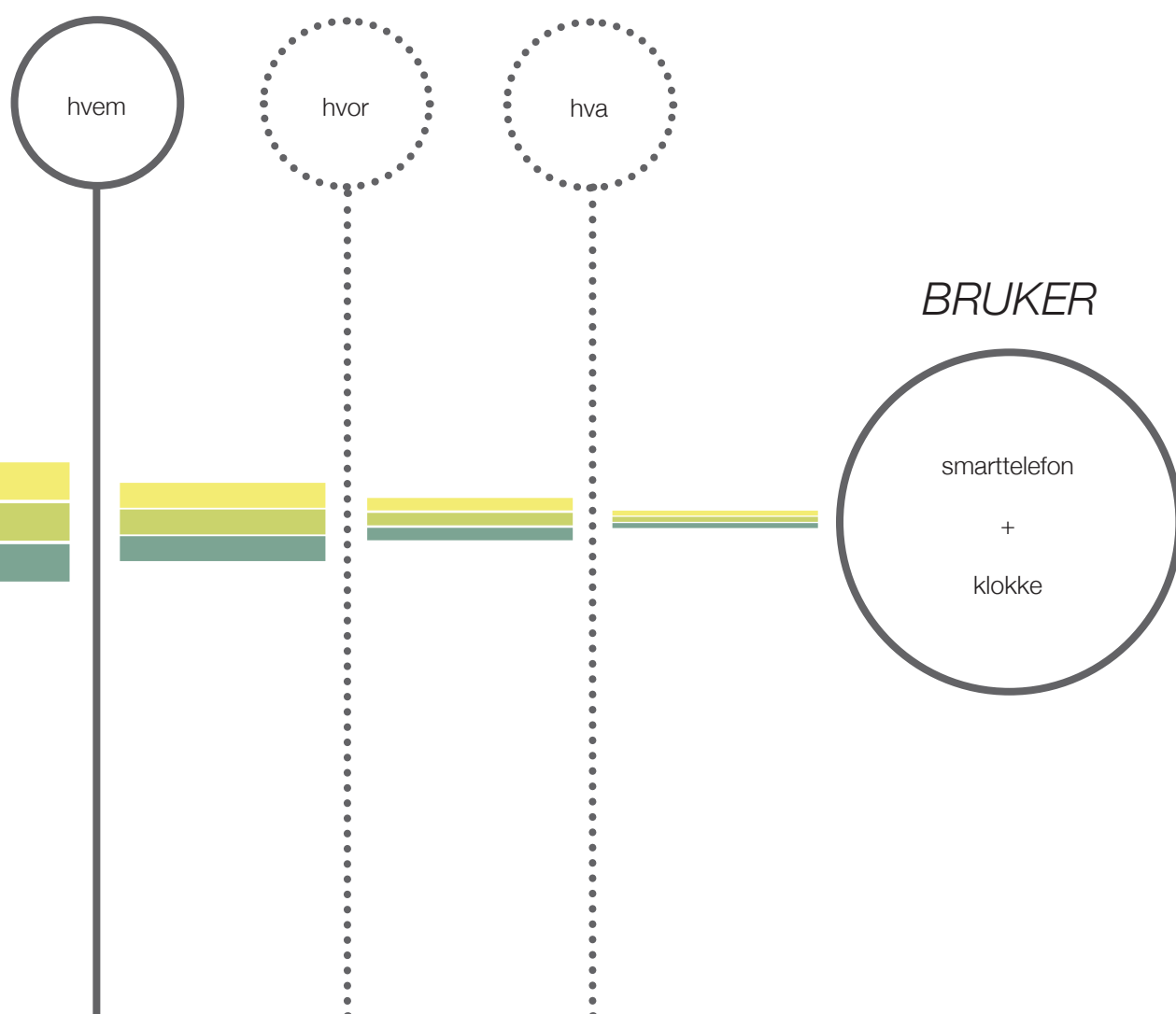
Det neste filteret er hvor du er. Hvis du er i klekkeriet er du sannsynligvis ikke like interessert i informasjon om vekstfôringsavdelinga. Det skal likevel ikke være nødvendig å fysisk være i den aktuelle avdelinga for å få informasjon om den, og dette filteret kan derfor slås av ved behov.

## HVA

Det siste filteret er hva gjør du. Hvis du holder på med vedlikehold på vaksinemaskina vil du ha informasjon om denne lett tilgjengelig. På samme måte som hvor-filteret kan dette også slås av ved behov.

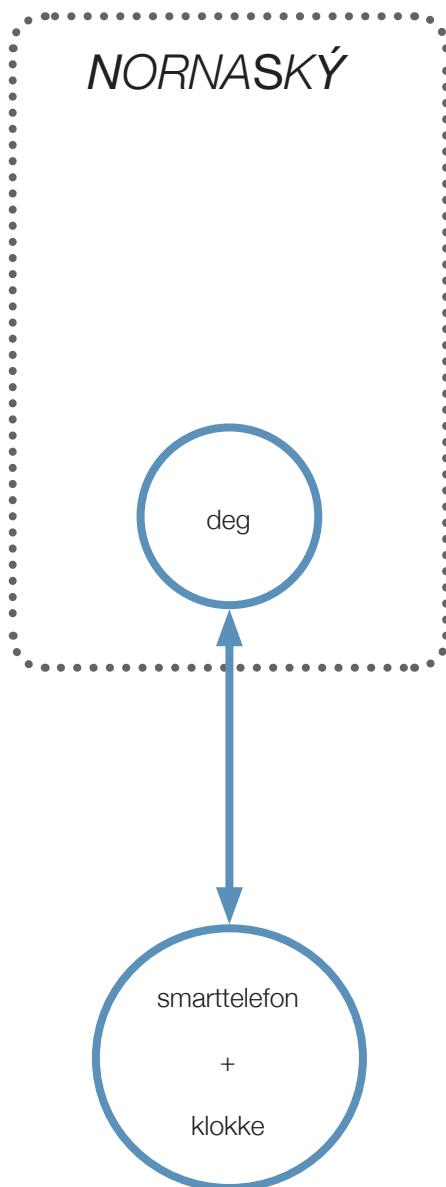
## NORNASKÝ





# SYSTEMET OG BRUKEREN

*NornaSky danner back end i dette systemet; en smarttelefon med tilhørende armbånd utgjør front end, i tillegg til at den også er en dynamisk forbindelse mellom brukeren og NornaSky.*



Et svært viktig mål i videreutviklingen og detaljeringen av konseptet var å redusere de nødvendige verktøyene til et minimum, både i antall og i størrelse. Det at brukerne alltid er tilknyttet NornaSky er en forutsetning for at systemet skal fungere etter intensjonen, og da kan ikke den fysiske forbindelsen være til hinder og irritasjon. Noe de fleste av oss har med til enhver tid, og som vi som regel kun tenker over når vi har glemt å ta det med, er smarttelefon og klokke.

Selv om smarttelefon og klokke som hjelpemiddel ikke er noe nytt, vil måten de brukes på være ny. Telefonen vil fungere som brukers primære datamaskin, og klokka vil fungere som en forlengelse av denne.

Smarttelefonen og den tilhørende klokka identifiserer deg som bruker overfor NornaSky. Det er det som sørger for at du mottar effektivt filtrert informasjon, med det som er mest interessant øverst. Din brukerprofil i NornaSky består av en statisk og en dynamisk del. I den statiske brukerprofilen ligger informasjon om hvem du er og hvilke kvalifikasjoner du har, altså informasjon som endrer seg sjelden eller kanskje aldri. Den dynamiske brukerprofilen mottar stadig oppdateringer fra deg, via smarttelefonen eller armbåndet; noen av disse oppdateringene skjer automatisk og noen krever bevisste handlinger.

Den viktigste automatiske oppdateringen er hvor du befinner deg, en oppdatering som gjøres via klokka. NornaSky bruker dette til å gjøre informasjon relatert til hvor du er lett tilgjengelig. Den samme oppdateringen brukes også i tilfelle det skulle skje noe, noen ganger i kombinasjon med den statiske brukerprofilen. Er det noe galt med vaksinasjonsmaskina er det anleggets automatiser som bør få beskjed først og ikke biologen selv om sistnevnte er den som er nærmest. Har derimot automatikeren satt seg fast i vaksinasjonsmaskina gis det beskjed til alle, uavhengig av kvalifikasjoner.



# FREMTIDENS SMARTTELEFON

*Det som kalles smarttelefon i dette systemkonseptet har like mye til felles med en nåværende smarttelefon som denne har med en mobiltelefon fra seint 80-tall. Fremtidens smarttelefon er egentlig en multifunksjonell enhet i lommeformat, hvor bruksområde og begrensninger bestemmes av tilbehøret.*

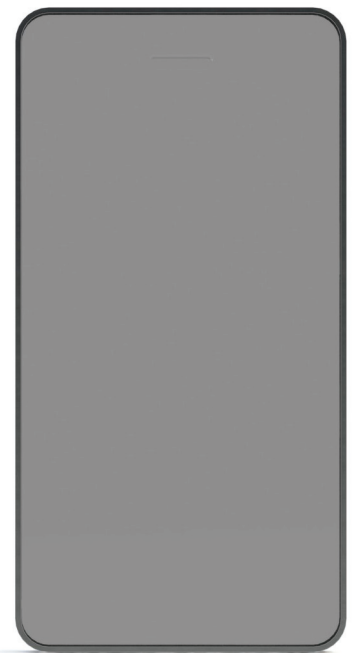
1987



2010



2022



Som frittstående enhet er den utseendemessig og funksjonelt tilnærmet lik de smarttelefonene vi kjenner i dag. Den kan ringe og sende meldinger, brukes til å surfe på nett, ta bilder og kjøre applikasjoner laget for bruk på en liten skjerm. Det som gjør den til noe ganske annet enn dagens smarttelefoner, er nettskyen og tilkoblingsmulighetene. Nettskyen gir tilnærmet ubegrenset potensial for programvare, beregningskraft og lagringsplass, og det er tilbehøret telefonen brukes sammen med som bestemmer hvor mye av dette potensialet det er mulig å utnytte.

Selv om størrelsen er dens største fordel er det også den største begrensningen. Det er en grense for hva som lar seg gjøre direkte på en så liten enhet; muligheten til å sømløst og umiddelbart kunne bygge ut funksjonaliteten ved koble til ulike typer tilbehør er minst like viktig som potensialet som nettskyen sørger for. Tilbehør er i dette tilfellet et svært vidt begrep, det kan være alt fra en ekstern skjerm eller et tastatur til medisinsk utstyr eller en bil. Felles for mye av tilbehøret er at det er utstyrt med et lett operativsystem gjør at det greier å oppfatte, identifisere og koble seg til telefonen. Intelligens, innhold og langringsplass kommer fra telefonen.



## I FREMTIDENS SETTEFISKANLEGG

I settefiskanlegget er det særlig det at telefonen tar over rollen som brukerens primære datamaskin som er interessant og viktig. Der det nå er vanlig å ha en telefon, en tablet, en laptop eller en stasjonær PC, hvor alle er separate enheter med individuelt innhold, vil telefonen i fremtiden være eneste enhet. Avhengig av tilkoblet tilbehør vil den kunne fungere som en tablet eller en laptop eller en stasjonær maskin, og innholdet vil alltid være det samme.

Den eksterne skjermen er kanskje det tilbehøret som alene tilfører mest funksjonalitet i denne sammenhengen, mye fordi en ekstern skjerm kan være så mangt, fra en bærbar tablet til hele overflaten på et arbeidsbord. Skjermteknologien blir bedre, billigere og mer fleksibel; der datamaskinene blir mindre og mer portable, vil skjermene bli større, flere og integrerte i mange ulike overflater. I settefiskanlegget vil kombinasjonen av en kraftig datamaskin man kan ha i lomma, og en rekke fornuftig plasserte eksterne skjermer i ulike formater bety at informasjonen fra NornaSky alltid vil være tilgjengelig - der den trengs og når den trengs.



*Tableten fungerer som en ekstern, bærbar skjerm som drives av telefonen. All intelligens og alt innhold ligger i telefonen, tableten har kun et lett operativsystem som gjør at den kan oppfatte og koble seg til en telefon som er i nærheten.*



# MULTIFUNKSJONSKLOKKE

*Eksterne skjermer gir større arbeidsflater og flere muligheter til å utnytte telefonens potensial, men i settefiskanlegget er det den minste skjermen som er den viktigste. Multifunksjonsklokka vil fungere som en forlengelse av telefonen, men den vil også ha en rekke viktige funksjoner ut over dette.*

Smarttelefonen oppfyller langt på vei kravet om at verktøyene som knytter brukeren til NornaSky skal være få, små og diskrete. Den er fleksibel og kraftig og dekker de fleste bruksbehov, samtidig som den får plass i lomma og kan være med brukeren til enhver tid. Likevel kan det på en arbeidsplass som settefiskanlegget, hvor

oppgavene i stor grad er fysiske og praktiske og krever begge hendene, være overraskende stor avstand mellom brukeren og noe som ligger i lomma.

Multiklokka har tre hovedfunksjoner, hvor den første er å fungere som en forlengelse av telefonen nettopp

for å sikre at informasjonen når brukeren i tide. Den andre hovedfunksjonen er automatisk registrering av brukerens posisjon og bevegelser i anlegget og den tredje er manuelle registreringer i forbindelse med blant annet utføring av arbeidsoppgaver og adgangskontroll.

## TELEFONENS FORLENGEDE ARM

*Multiklokka sikrer at informasjonen fra NornaSky når brukeren. Systemet vil ikke fungere hvis brukeren ikke legger merke til det som skjer på telefonen eller overser det med vilje.*

Selv om NornaSky sorterer og filtrerer informasjon med mål om at det som er aktuelt og interessant skal nå riktig bruker på riktig tidspunkt, vil ikke det som formidles til telefonen alltid være like viktig eller alltid haste i like stor grad. For å begrense risikoen for at brukeren skal begynne å overse telefonen må det å sjekke hva som skjer være enkelt og forstyrre pågående aktivitet i minimal grad.

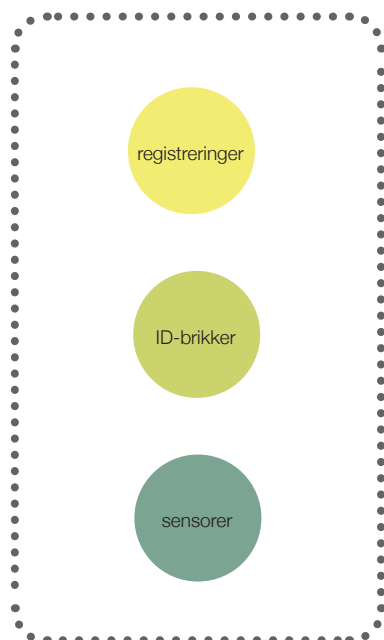
Telefonen kan også bli oversett uten at det er en bevisst handling fra brukerens side. Støy, aktivitet eller påkledning kan føre til at lyd- og vibrasjonssignaler ikke oppfattes. NornaSky skal overvåke og kontrollere anlegget, og er første hinder for uheldige hendelser. Ulykker vil likevel komme til å skje og det er derfor viktig at det reageres raskt for å begrense konsekvensene. Multiklokka vil alltid ha direkte kontakt med brukeren, og sørge for at alarmer som krever umiddelbar respons når frem. Som for eksempel når både primær og nødvanntforsyning til et kar ser ut til å ha feilet, noe som må kontrolleres og utbedres med en gang.

## FRA NORNASKY TIL BRUKER

Sensorer forteller NornaSky at det er lav vannstand i et kar fordi vannforsyningen ikke fungerer som det skal. NornaSky slår automatisk over på nødvannforsyningen, men heller ikke denne ser ut til å fungere som den skal.

Alarm med beskrivelse av problemet går ut til de ansatte med kompetanse innen vannforsyning, med beskrivelse av hvor og hva som har skjedd. Mer informasjon direkte eller via en ekstern skjerm ved behov.

Multiklokka videreformidler direkte en kortfattet versjon av alarmer fra telefonen. Brukeren kan velge å reagere direkte på denne informasjonen eller sjekke telefonen, avhengig av erfaring fra tidligere situasjoner.



Etterpå registrerer brukeren hva som har skjedd og hva som ble gjort i NornaSky. Vannstanden i karet viste seg å være normal, og sannsynligvis skyldes alarmer en defekt sensor. Utskifting av denne legges inn i oppgavelista.

Telefonen gir mer informasjon om hva som har skjedd, hvilke prosedyrer som skal følges og hvor eventuelle nødvendige verktøy befinner seg.

Brukeren oppfatter at noe skjer via lyd- og vibrasjonssignaler fra multiklokka. Basert på informasjonen som vises i displayet kan brukeren velge å reagere direkte eller innhente mer informasjon via telefonen.

## FRA BRUKER TIL NORNASKY



## POSIJONSREGISTRERING

*Det å registrere hvor brukerne befinner seg er et viktig grunnlag for informasjonsfiltreringen i NornaSky. I tillegg skal denne informasjonen gi de ansatte en tryggere arbeidsplass og kanskje også en bedre arbeidsplass i fremtida.*

Det å registrere hvor alle befinner seg til enhver tid er mektig informasjon som kan misbrukes, men som også kan ha mange positive bruksområder. Hensikten er ikke å overvåke de ansatte for å kontrollere at alle er der de skal være; hensikten er sørge for tilgang til aktuell informasjon, vite at alle har det bra eller finne dem raskt om det ikke er tilfelle.

Er du i klekkeriet er det sannsynlig at du vil ha informasjon om nettopp klekkeriet og derfor kommer denne øverst. NornaSky bruker denne posisjonsinformasjonen for å filtrere ut overflødig informasjon.

Fortsetter utviklingen som nå vil fremtidens settefiskanlegg være en arbeidsplass med få ansatte og store avstander. Arbeidsoppgaver må jevnlig utføres alene, og selv om en kollega befinner seg vegg i vegg er det likevel for langt unna til å oppfatte at noe har skjedd eller er iferd med å skje. NornaSky vil alarmere i situasjoner som at en ansatt ikke har vært i aktivitet over et gitt tidsintervall eller kanskje har gått rundt seg selv i et kvarter.

Informasjon om hvordan folk beveger seg i anlegget kan også analyseres i forbindelse med utbedringer eller nybygging. Bevegelsesmønstrene kan fortelle om to lokasjoner har for stor fysisk avstand i forhold til hvordan de brukes eller om det utvikler seg uheldige snarveier.

*Near Field Communication kan gi multiklokka en rekke bruksområder ut over det som allerede er beskrevet. Den vil blant annet kunne brukes til å kontrollere hvilke andre enheter telefonen kobler seg til, registrere igangsatte og utførte oppgaver eller erstatte adgangskort.*



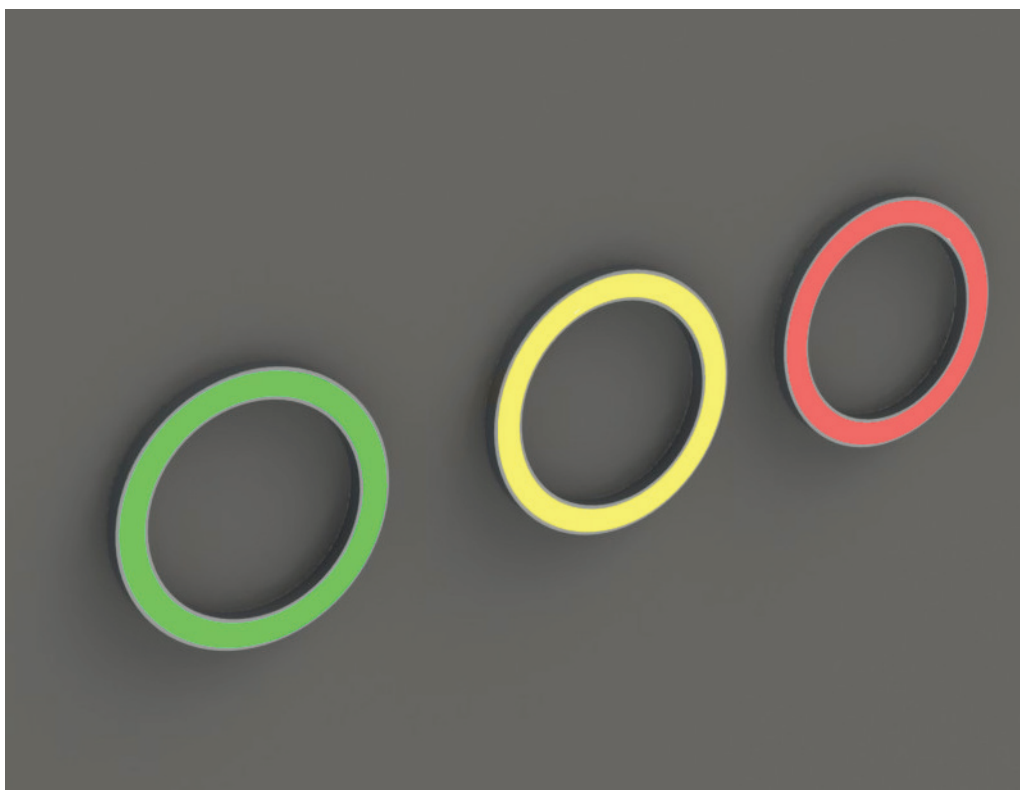
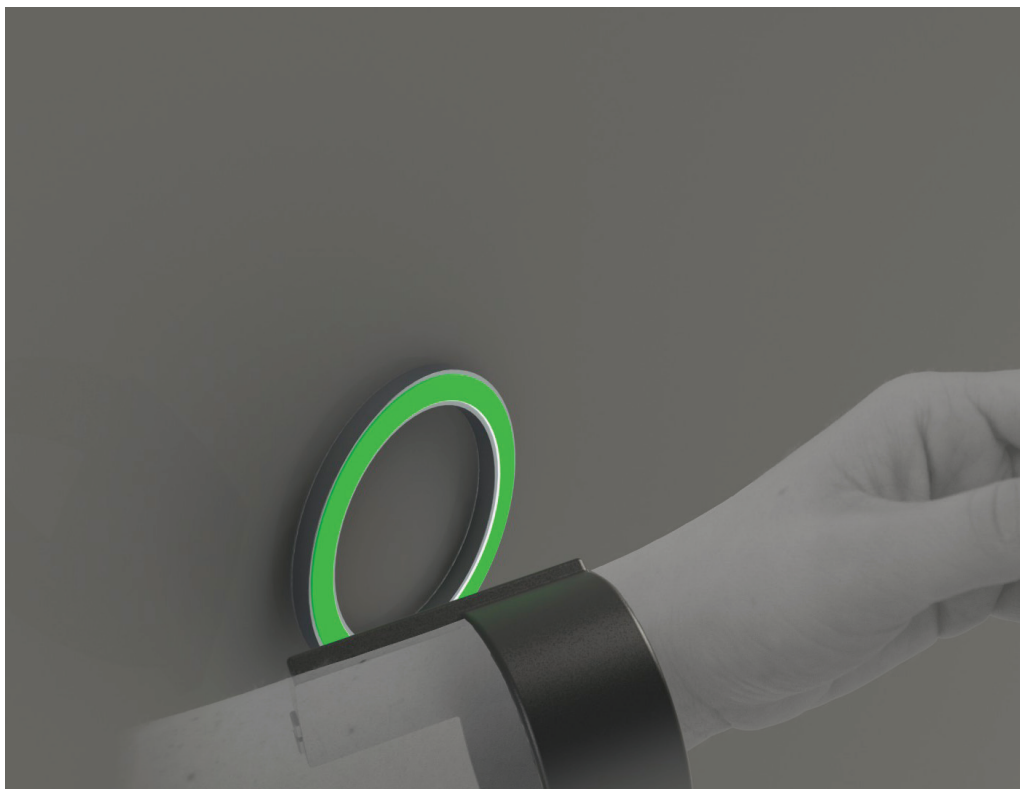


## NÆRKONTAKT

NFC er en kommunikasjonsprotokoll som baserer seg på RFID, og som lar enheter kommunisere med hverandre hvis avstanden mellom dem er liten. NFC er ikke beregnet for store dataoverføringer, og vil sannsynligvis ikke bli det i fremtiden heller. Styrken til NFC ligger i at det det svært raskt lar to enheter koble seg sammen og at den korte avstanden som kreves sikrer at sammenkoblingen skjer med hensikt.

Telefonen har mulighet til å koble seg til andre enheter over store avstander, og dermed er det viktig å kunne styre hvor, når og med hva en tilkobling skjer. Multiklokka kan ved bruk av NFC brukes til å styre dette på en enkel og umiddelbar måte. Ved å holde klokka inntil et bestemt punkt på en ekstern skjerm vil telefonen koble seg til denne.

På samme måte kan multiklokka brukes til å registrere hva brukeren gjør eller har gjort. NornaSky kan filtrere informasjon ytterligere på bakgrunn av hva brukeren holder på med. For oppgaver som gjentas jevnlig kan strategisk plasserte tags brukes til å registrere at man er holder på med en oppgave eller er ferdig med den.





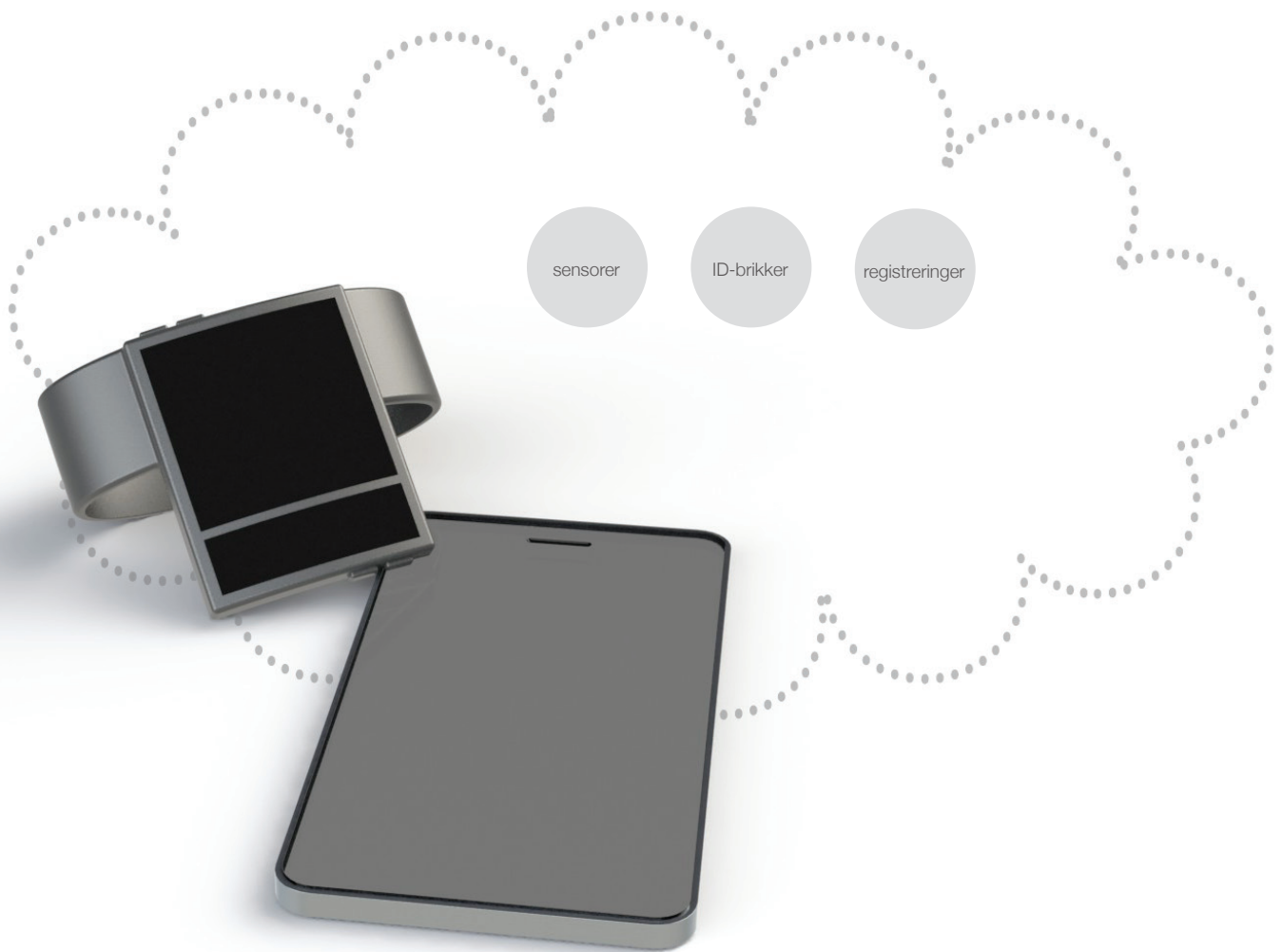
*ENDELIG*

# *KONSEPT*

*SYSTEMKONSEPTET  
SYSTEMKOMPONENTER*

# SYSTEMKONSEPT

*NornaSky sørger for å innhente og behandle informasjon fra de tre hovedkildene sensorer, ID-brikker og registreringer, og smarttelefonen og multifunksjonsklokka knytter brukeren sammen med NornaSky*



# SYSTEMKOMPONENTER

*De tre viktigste systemkomponentene er det intelligente systemet NornaSky, smarttelefonen og multifunksjonsklokka.*

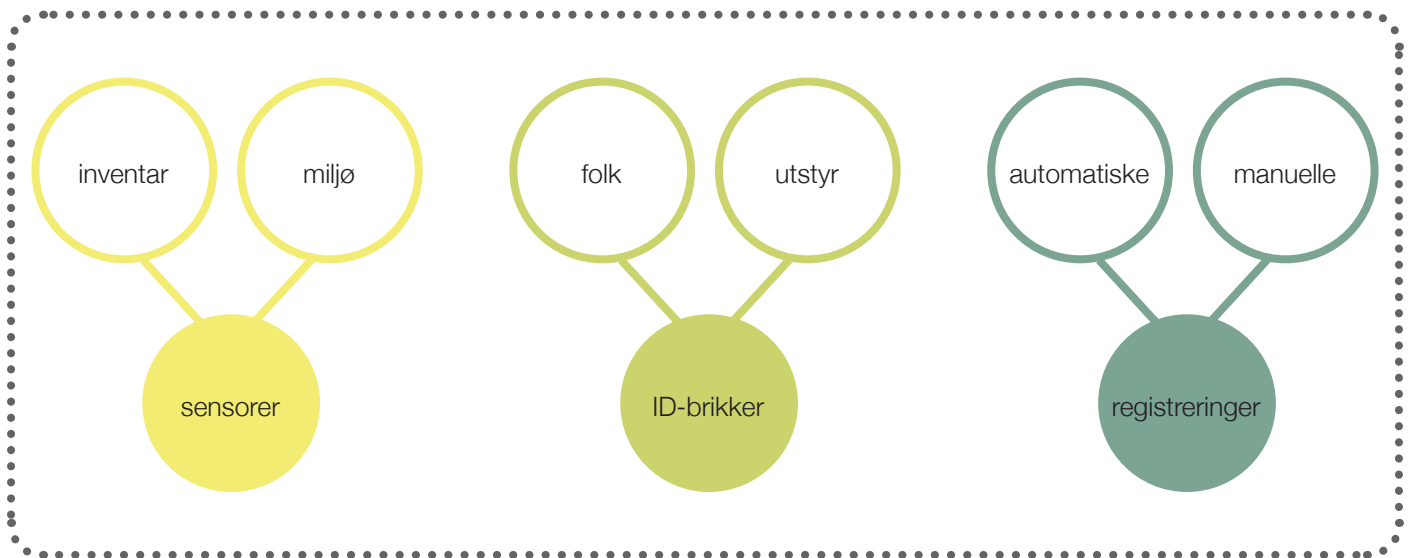
*NornaSky er systemet for innhenting og behandling av informasjon og kommunikasjon og utgjør back-end av det overordnede systemet*

## NORNASKY

NornaSky har navn etter nornene og nettskyen, og vil sørge for at informasjon om anleggets fortid, nåtid og fremtid kan være tilgjengelig når og hvor som helst.

NornaSky er et intelligent og lærende system som kan styre flere av anleggets funksjoner alene. Det kan bruke tidligere erfaringer til å gjenkjenne mønster i nåtid, vurdere sannsynlig utvikling i nær fremtid og handle på bakgrunn av dette. Disse vurderingene vil utvikle seg i takt med anlegget og bli mer treffsikre over tid.

De tre hovedkildene sensorer, ID-brikker og registreringer danner vurderingsgrunnlaget, og hver er igjen delt inn i to undergrupper.



Miljøsensorikkholder kontinuerlig oppsyn med fiskens omgivelser, og måler blant annet pH-nivå, O<sub>2</sub> innhold og vannstrøm.

Integrerte sensorer overvåker tilstanden til fast utstyr som kar og rør, og alarmerer hvis det er behov for utbedring eller utskifting.

Alle brukerne er utstyrt med ID-brikke i form av multiklokka som registrerer hvor de er og hvordan de beveger seg.

I tillegg har alt av utstyr og lagervarer brikker som innhenger informasjon om blant annet posisjon, status, mengde og alder.

Automatiske registreringer omfatter hvilke deler av fôringssystemet som til enhver tid er i bruk eller i hvilke deler av anlegget er lyset påslått.

Manuelle registreringer er alt som legges inn i systemet av brukerne, som rapporter, prosedyrer og alt som ikke dekkes av de andre hovedkildene.

## SMARTTELEFON

*Fremtidens smarttelefon er egentlig en kraftig, multifunksjonell enhet i lommeformat, og den er forbindelsen mellom brukeren og NornaSky.*

Nettskyen gir fremtidens smarttelefon ubegrenset potensiale for programvare, beregningskraft og lagringsplass, og i settefiskanlegget vil den ta over rollen som brukers primære datamaskin. Det er tilbehøret telefonen brukes sammen med som bestemmer hvor mye av dette potensialet det er mulig å utnytte. Liten størrelse begrenser hva som lar seg gjøre ved å bruke telefonen alene, og det å sømløst og umiddelbart kunne bygge ut funksjonaliteten ved hjelp av forskjellig tilbehør er minst like viktig som potensialet som ligger i nettskyen.

I settefiskanlegget er den eksterne skjermen kanskje det tilbehøret som tilfører mest funksjonalitet, for en ekstern skjerm kan være alt fra tablet til arbeidsbord til vindusflate.







## VEKSTFØR 2-12

Kombinasjonen av en kraftig datamaskin i lommeformat og en rekke eksterne skjermer gjør at brukeren kan interagere med NornaSky på det stedet og i det formatet som passer best akkurat der og da.

*Multiklokka er den minste eksterne skjermen, men også den viktigste*

## MULTIFUNKSJONSKLOKKE

I en praktisk og fysisk arbeidsdag danner den en forbindelse mellom brukeren og smarttelefonen, og sikrer at viktig informasjon alltid når fram samtidig som uviktig informasjon ikke forstyrrer. Multiklokka vil fungere som en forlengelse av telefonen, den vil forenkle tilkobling til eksterne enheter og den vil danne grunnlaget for informasjonsfiltreringen ved å fortelle NornaSky hvor brukeren er og hva brukeren gjør.

Informasjon fra telefonen formidles direkte til klokka slik at brukeren uten måtte ta opp telefonen kan vurdere om det er noe som haster eller om det kan vente

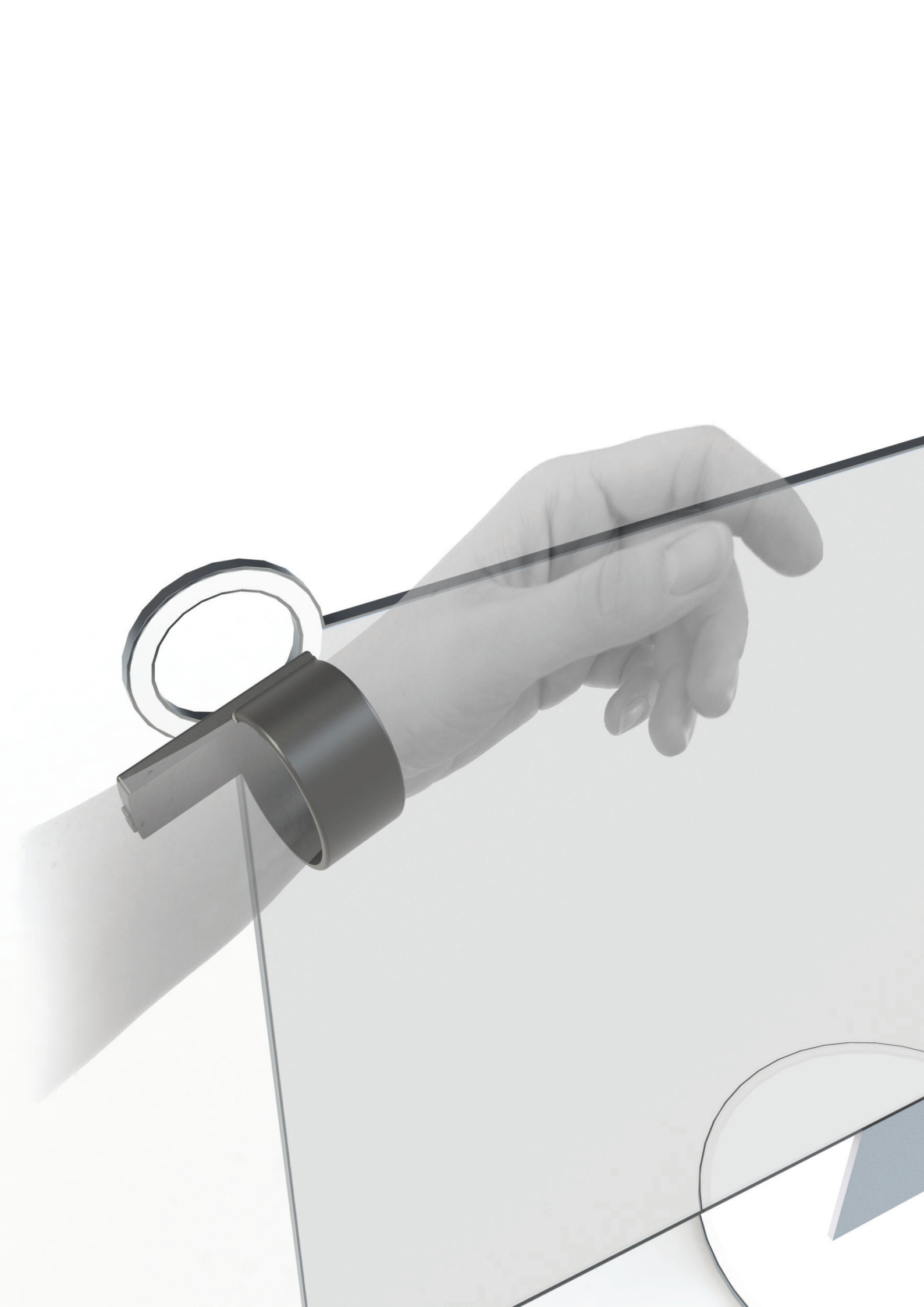




Om en innkomende telefon må besvares.



Eller hva som er neste post på dagens program.



Multiklokka brukes også for å kontrollere hvilke enheter smarttelefonen kobler seg til, for å registrere hva brukeren holder på med eller har gjort og erstatter adgangskort.





*REFLEKSJON*

Jeg valgte oppgave ut ifra gode erfaringer med SINTEF Fiskeri og havbruk AS som samarbeidspartner i tidligere prosjekter og på grunnlag av egen interesse og tilknytning til havbruk. Jeg kommer fra Hitra, hvor oppdrettsnæringa begynte da Grøntvedtbrødrene satte den første laksen i merder utenfor øya. Min olderfar var kanskje verdens første lakserøkter, han hadde ansvar for å ro ut til merdene med fôr. Fôret ble transportert ut i bøtter, kastet ut til laksen for hånd og var det samme som minken i pelsfarmen på land fikk. Man kan trygt si at oppdrettsnæringa har utviklet seg en del siden den gang.

På tross av dette brukte jeg litt tid på å bestemme meg for at det var fremtidens settefiskanlegg jeg ville at skulle bli min masteroppgave. Temaet var stort og mulighetene var mange. Jeg visste ikke hvordan jeg skulle jobbe eller hva jeg skulle ende opp med når jeg begynte. Jeg fikk i stor grad selv styre hvordan jeg begrenset oppgaven, hvilke mål jeg satte meg og hvordan jeg styrte prosessen underveis. Dette gjorde oppgaven både svært utfordrende og svært interessant.

Oppgaven har vært preget av at de virkelige utfordringene har kommet svært overraskende på meg. Jeg trodde det skulle bli utfordrende å avgrense oppgaven og komme fram til et resultat som var konkret og detaljert nok. Det var mye arbeid, og selv om jeg underveis måtte tenkte en del på hva jeg virkelig ville og samle mot til å gjøre det, var det likevel en prosess som gikk jevnt framover som den skulle. Ingenting ble virkelig feil og jeg kjørte meg aldri virkelig fast.

Den aller største utfordringen i hele oppgaven viste seg å være språket og ordene. Hvordan greie å forklare det som er inne i mitt eget hode slik at andre virkelig forstår det. Det har vært særlig vanskelig å gi navn til ting. De viktigste verktøyet i mitt systemkonsept er ei klokke og en smarttelefon; valgt på grunn av de egenskapene og det bruksmønsteret klokker og smarttelefoner har i dag, men likevel ganske forskjellige fra det vi kjenner. Det å greie å formidle og forklare denne forskjellen viste seg å være en større utfordring enn jeg hadde trodd. Jeg kunne valgt å gi dem nye navn, men jeg ville at de skulle danne en forbindelse til

det vi kjenner i dag og bidra til å gjøre konseptet mer tilgjengelig og enklere å forstå.

På tross av utfordringene har oppgaven hele veien vært interessant, nettopp fordi temaet var stort og mulighetene mange. Jeg fikk i stor grad styre oppgaven den i den retningen som passet meg og mine interesser best, og på grunn av dette var jeg hele veien villig til legge ned det arbeidet som var nødvendig for å komme fram til et resultat som kan være til nytte for SINTEF Fiskeri og havbruk videre.

Jeg er fornøyd med resultatet, særlig de fysiske verktøyene jeg har skissert. Både i eksisterende og fremtidige løsninger for både oppdrettsnæringa og andre industrier er det tableten som trekkes fram som det viktigste verktøyet i en fleksibel og trådløs arbeidshverdag. Nettskyen og raske internettforbindelser vil gjøre den til vår primære datamaskin i fremtiden, og den vil kunne brukes til alt. Jeg kan se verdien i å kunne jobbe bruke en tablett i flere ulike sammenhenger, men samtidig har jeg vanskelig for å akseptere at dette er den ultimate løsningen



i alle sammenhenger. Den er for stor til å passe i lomma, men ikke stor nok til å dekke alle behov. Den krever at minst en hånd går med til å holde den såfremt det ikke er fysisk flate det går an å legge den på i nærheten. Alle disse faktorene gjør at en tablet i mange situasjoner vil være mer til hinder enn til nytte, og for meg var det veldig naturlig å gi tableten rollen som en av mange eksterne skjermer og heller lansere smarttelefonen som den ultimate løsningen. Teknologien som mange ser for seg at vil gi tableten tilnærmede superkrefter kan like gjerne brukes i en smarttelefon.

Det som jeg likevel føler at er aller mest mitt i dette prosjektet er kombinasjonen av smarttelefon og multifunksjonsklokke. Ved siden av utdannelsen har jeg hele veien jobbet på sengepost på St. Olavs hospital. I overgangen til nytt sykehus ble alle vi ansatte utstyrt med hver sin IP-telefon som skulle gjøre det enklere å holde kontakt med hverandre og pasientene. Jeg har sett med egne øyne hvor langt det kan være til en smarttelefon som ligger i lomma når du det meste av arbeidsdagen har hendene fulle med noe annet, og denne erfaringen har påvirket

det endelige resultatet i denne oppgaven.

Samtidig skulle jeg gjerne hatt mulighet til å gjøre mer, særlig med de fysiske verktøyene. Jeg måtte på en måte gi meg når det virkelig begynte å bli morsomt. Det som ble det endelige resultatet av denne oppgaven skisserer kun en smarttelefon og ei multiklokke, det er ikke ment som definerte konsepter med en utforming som tar hensyn til brukskonteksten. Jeg har valgt å fokusere på hva de skal kunne gjøre, ikke nøyaktig hvordan de skal kunne gjøre dette.





## BØKER, ARTIKLER OG BROSJYRER

Bergheim A, Drenngstig A, Ulgenes Y & Fivelstad S. (2009) *Production of Atlantic salmon smolts in Europe – current characteristics and future trends*. Agricultural Engineering 41, side 46 - 52.

Bjerknes V (2007) *Vannkvalitet og smoltproduksjon*. Juul forlag, Rykkinn.

Couturier M, Trofimencoff T, Buil JU, Conroy J. (2009) *Solids removal at a recirculating salmon-smolt farm*. Aquacultural Engineering 41, side 71 - 77.

Fiskeri og havbruksnæringens landsforening. (2010) *Arbeidsmiljø og sikkerhet i havbruk*.

Fiskeri og havbruksnæringens landsforening (2011) *Årsmelding 2010*.

Fivelstad S, Bergheim A, Kløfte H, Haugen R, Lohne T & Olsen AB (1999) *Water flow requirements in the intensive production of Atlantic salmon fry: growth and oxygen consumption*. Aquacultural Engineering 20, side 1 - 15.

Gullestad P et al. (2011) *Effektiv og bærekraftig arealbruk i havbruksnæringen*. Fiskeri- og kystdepartementet.

Iversen M, Finstad B, McKinley RS, Eliassen RA, Carlsen KT, Evjen T. (2005) *Stress responses in Atlantic salmon smolts during commercial well boat transport and effects on survival after transfer to sea*. Aquaculture 243, side 373 - 382.

Lekang OI, Fjæra SO (1997) *Teknologi for akvakultur*. Landsbruksforlaget, Oslo.

Marine Harvest (2010) *Salmon Farming Industry Handbook 2010*.

Statkraft Grøner AS. *Laks og temperatur – en litteraturgjennomgang*

Stefansson SO, Holm JC & Taranger GL. (2002) *Oppdrett av laks og aure i Norge*. Institutt for fiskeri- og marinbiologi, Universitetet i Bergen.

Thorarensen H, Farrell AP. (2011). *The biological requirements for post-smolt Atlantic salmon in closed-containment systems*. Aquaculture 319, side 1 - 14.

## BILDER

[14-15] Marine Harvest

[18 - 19] Marine Harvest

[23] Marine Harvest/Steinar Johansen

[29] Marine Harvest/Steinar Johansen

## INTERNETTKILDER

Atmel *Atmel XSense touch sensors.*

Tilgjengelig på <http://www.atmel.com/Microsite/xsense/default.aspx>

Bakke H, Melingen GO. (2010) *Avlsarbeid - viktig bidrag til fremgang i norsk fiskeoppdrett.*

Tilgjengelig på: <http://www.bion.no/2010/10/avlsarbeid-%E2%80%93-viktig-bidrag-til-fremgang-i-norsk-fiskeoppdrett/>

Bort J. (2011) *10 technologies that will change the world in the next 10 years.*

Tilgjengelig på: <http://www.networkworld.com/news/2011/071511-cisco-futurist.html?page=3>

Cisco (2011) *The Internet of Things*

Tilgjengelig på: <http://blogs.cisco.com/news/the-internet-of-things-infographic/>

Codrington G. (2011) *15 technologies that will shape our lives in the near future.*

Tilgjengelig på: <http://enviableworkplace.com/15-technologies-that-will-shape-our-lives-in-the-near-future/>

Core77 [www.core77.com](http://www.core77.com)

Designboom [www.designboom.com](http://www.designboom.com)

Engadget [www.engadget.com](http://www.engadget.com)

Fast Company Co.Design [www.fastcodesign.com](http://www.fastcodesign.com)

Fiskeridirektoratet *Statistikk for akvakultur - laks, regnbueørret og ørret.*

Tilgjengelig på: <http://www.fiskeridir.no/statistikk/akvakultur/statistikk-for-akvakultur/laks-regnbueoerret-og-oerret>

Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening [www.fhl.no](http://www.fhl.no)

Fiskeri og kystdepartementet (2011) *Nye tiltak mot rømming og lakselus.*

Tilgjengelig på: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/fkd/pressesenter/pressemeldinger/2011/nye-tiltak-mot-romming-og-lakselus-.html?id=667455>

Fiskeri og kystdepartementet (2011) *Åpner for forlenget landfase for laks og ørret.*

Tilgjengelig på <http://www.regjeringen.no/nb/dep/fkd/pressesenter/pressemeldinger/2011/vil-apne-for-forlenget-landfase-for-laks.html?id=630912>

Fraunhofer (2011) *Electronics made out of plastic.*

Tilgjengelig på: <http://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2011/december/electronics-made-of-plastic.html>

Laks.no [www.laks.no](http://www.laks.no)

Marine Harvest Norway [www.marineharvest.com/no](http://www.marineharvest.com/no)

Saltenposten (2007) *Slik blir den nye Smolten i Mørsvik.*

Tilgjengelig på: <http://www.saltenposten.no/nyheter/article84880.ece>

Quale, P. (2012) *Vi produserer 200 kilo laks per nordmann.*

Tilgjengelig på: <http://www.tu.no/industri/2012/01/30/vi-produserer-200-kilo-laks-per-nordmann>