

Teknologi på naturens premisser – Hvordan bruke kontrollsystem for å lære av egne data?

Når vi snakker om kontrollsystemer, så tenker vi gjerne på å styre noe, det kan f.eks. være en maskin på en fabrikk, cruisekontroll på en bil eller en oppvaskmaskin på kjøkkenet hjemme. Dette er kjent, dette er sort/hvit. En fabrikk vet hvor mange enheter man skal produsere, cruisekontrollen til en bil må holde en ønsket hastighet og en vaskemaskin vet at det er noe som er skittent som skal bli rent. Men hva skjer når et kontrollsystem skal kontrollere levende individer? Hvordan forholder vi oss til en verden hvor velferd er viktig, og det ikke er like klare linjer mellom sort og hvitt? – Vi må spille på lag med naturen, vi må bruke teknologien på naturens premisser.

Tom Christian Dahl, Project Manager
Digitalization og Gunn-Marit Nerem VP Sales
Cflow

Biologi

Oppdrett av laks innebærer en kontinuerlig utvikling innen biologi og velferd. Laksen gjennomgår en kompleks livssyklus fra yngelstadiet til voksen fase, og industrien jobber kontinuerlig med å forbedre denne prosessen.

I moderne oppdrettsmiljøer er fiskevelferd i sentrum for oppmerksomheten. Betydelige fremskritt er gjort for å sikre optimale forhold for laksens trivsel, med spesielt fokus på riktig føring, sykdomsforebygging og miljøforhold. Denne utviklingen reflekterer bransjens engasjement for å oppnå bærekraftige produksjonsmetoder og høy kvalitet på oppdrettslaks.

Samtidig står oppdrettsindustrien overfor utfordringer knyttet til etikk og miljøpåvirkning. Spørsmål om dødelighet, medisinbruk og miljøavtrykk adresseres aktivt. Den positive innsatsen for å finne løsninger som ivaretar både oppdrettslaksens velferd og miljøet driver innovasjon og bærekraftig utvikling.

Oppdrettslaksens biologi og velferd er ikke bare en utfordring, men også en mulighet til å forme en positiv fremtid for oppdrettsindustrien. Ved kontinuerlig forskning og implementering av beste praksis kan en balanse mellom økonomisk vekst og omsorg for oppdrettslaksens

velvære sikres, og dermed styrke sektorens bærekraft og kvalitet.

Velferd

Det finnes mye god forskning og masse erfaring knyttet til estimering av fiskevelferd og operasjonelle velferdsindikatorer. Fishwell-håndbøkene til Nofima er for mange å betrakte som Bibelen innen fiskevelferd og fiskevelferdsindikatorer. Disse dokumentene gir oss god innsikt i hva vi skal se etter for å vurdere fiskevelferden.

Korrigerende tiltak innen lakseoppdrett er ikke trivielt. Vi jobber tross alt med levende individer og de kan respondere ulikt på alt vi gjør. Det er ikke enkelt, om det i det hele tatt er mulig, å regne oss nøyaktig frem til hvordan fisken vil respondere på eventuelle tiltak. Vi må bygge avgjørelsene våre på erfaring. Erfaring er noe vi betaler dyrt for, både økonomisk og med velferden til fisken som vi har tatt på oss ansvaret for. Det tar lang tid å bygge opp erfaring – Vi gjør et tiltak i smoltfasen, og venter i mange måneder før vi har slaktet ut matfisken og forhåpentligvis finner vi ut om det vi gjorde hadde effekt. Noen ganger er det ikke alltid vi klarer å identifisere hva som virket best, og om det hadde effekt i det hele tatt. Hva var det egentlig som gjorde at akkurat denne gruppen med fisk gjorde det ekstra, bra eller ekstra dårlig?

Datainnsamling og analyse av data er, og vil være, nøkkelen for å redusere usikkerheten knyttet til tiltakene vi iverksetter. For å lære av egne data må vi «lytte», «forstå» og «handle».

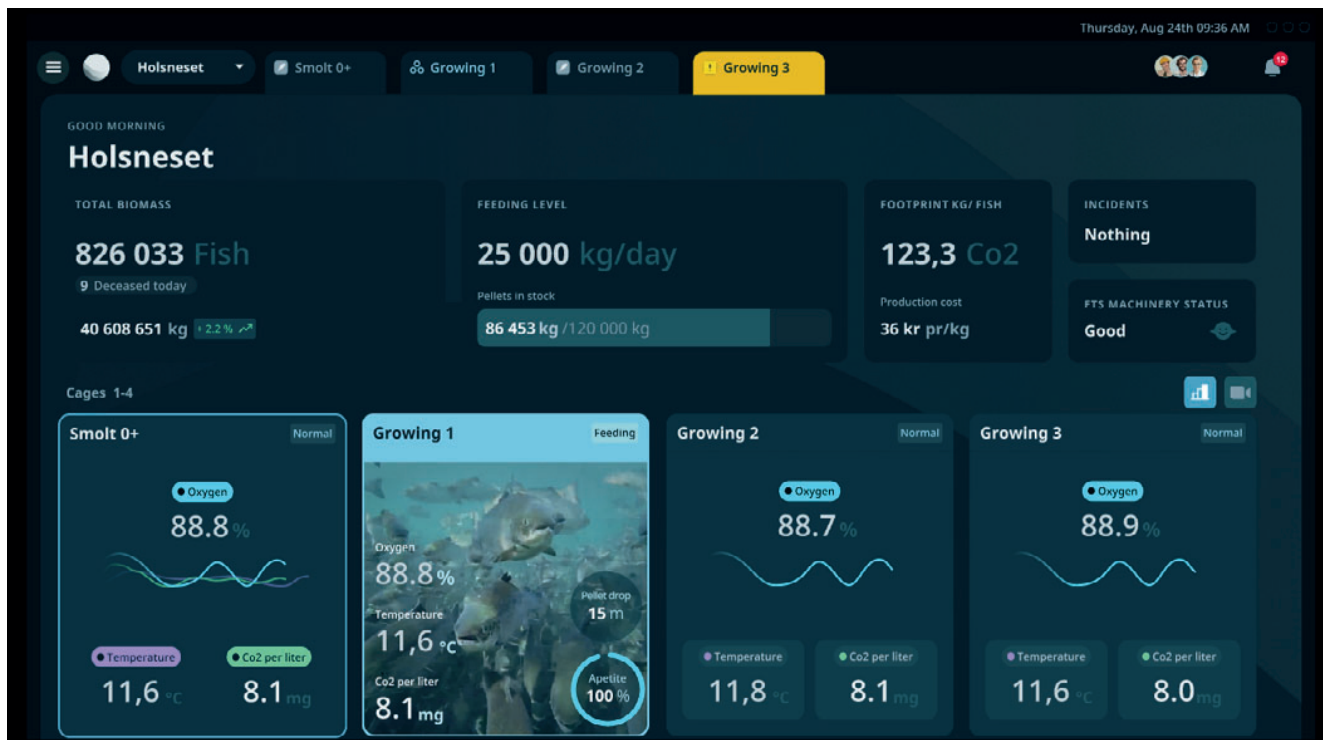
Lytte – samle data

For å lytte til fisken og forstå dens velvære, må visuelle og analyserbare data. Fishwell-håndbøkene identifiserer tre kategorier for dyrebaserede velferdsindikatorer: miljø-, gruppe- og individbaserte. Mens miljøindikatorer enkelt kan måles automatisk, krever gruppe- og individindikatorer manuelle observasjoner. Dette er hvor kontrollsystemer som Cflows C-Evolution kommer inn i bildet (figur 1).

Cflow leverte i 2021 fiskehåndteringssystemer til Frøy båten «Gåsø Høvding», en av verdens mest avanserte brønnbåter (figur 2). Dette er et prosjekt som vi er veldig stolte å være med på, og et godt eksempel på datafangst. Om bord i denne båten samles det inn informasjon fra over 60 000 I/O, vannet filtreres, er temperatur kontrollert, det tilføres oksygen og CO₂ fjernes.



Foto: Vasco Pinhol for Cflow



Figur 1: Illustrasjon: Cflow - C-Evolution kontroll- og overvåkingsplattform

Risiko i landbasert oppdrett*

Det betyr at man måler alt man klarer å måle. Sensorer i hver tank for å måle fordeling av de forskjellige gassene i vannet, temperatur, salinitet, sirkulasjon, turbiditet, mm. Disse sensorene kan kombineres med andre typer sensorer som for eksempel fisketellere, flowmeter for å måle mengde vann ut fra pumper. Det samles også inn ekstern informasjon, som sjøtemperatur og andre parametere for inntaksvannet, lufttemperatur, værdata og status for smittekilder i nærheten. Dette er i praksis et laboratorium, hvor nesten alle miljøparametere måles og kontrolleres. Den korte tiden fisken er om bord i denne båten, er dette det mest kontrollerte miljøet fisken opplever i løpet av sin levetid, og hvor vi har mest informasjon.

I sjøen er det noen ting som er vanskeligere å måle, og mye som er vanskelig å kontrollere. For settefisk og matfisk på land har vi tilnærmet samme oversikt som vi har på de mest moderne brønnbåtene.

Billedata og video blir også verdifulle ressurser for å overvåke og evaluere fiskevelferd. Maskinlæringsalgoritmer har avansert betydelig, og i dag kan de brukes til å gjenkjenne mønstre og avvik i fiskeoppdrett, som for eksempel telling av lus og vurdering av sår på fisken.

Gjennom kontrollsystemer som integrerer data fra ulike kilder, får vi muligheten til å bygge erfaring, forstå fiskevelferd og handle proaktivt. Ved å kombinere automatiske sensormålinger og manuelle observasjoner kan man oppnå høy nøyaktighet i konklusjonene om fiskevelferd. Dette konseptet, kjent som sensorfusjon, legger grunnlaget for effektive tiltak for å opprettholde optimal fiskevelferd.

Forstå – fra data til informasjon

Å samle inn informasjon er bare det første steget. For å gjøre data meningsfull, må vi forstå konteksten.

Dette gjelder spesielt for sensorverdier og maskinlæringsalgoritmer. Mens sensorer gir nøyaktige målinger, er det nødvendig å gi kontekst for å forstå betydningen av dataene. En temperatursensor som måler vanntemperaturen i sjøvann, har en annen kontekst enn en sensor som måler lufttemperatur i Sahara.

Maskinlæringsalgoritmer er effektive til å finne mønstre, men de må også trenes og veiledes med kontekst for å forstå hva de skal lete etter.

Sensorer og video er viktig og nyttig, men kanskje den aller beste vurderingen vi har av hvordan fisken har det, er det en erfaren røkter ser av adferden til fisken.

Den erfaringen er veldig viktig i hverdagen, og den tar tid å bygge, fordi det er mange forskjellige situasjoner man må både ha vært med på og forstått. For å vite at en gitt type adferd indikerer høy CO₂ må man ha vært med på situasjoner med høy CO₂, sett hvordan fisken reagerer på det, forstått hva som skjer og huske og lære av det. Videre må man bygge opp erfaring med hva som kan være årsaken til det høye nivået, og hva man kan gjøre av tiltak for å redusere det.

Kunnskap og forståelse får vi når vi gir dataene mening.

Handle – fra informasjon til aksjon

Når informasjonen er innhentet, forstått og gitt mening, kan man handle proaktivt. Dette innebærer å iverksette tiltak basert på innsikten for å forbedre fiskevelferd og oppnå bærekraftige resultater.

Sensorfusjon, eller kombinasjon av målte data, er kanskje første skritt i retning av en digital tvilling. Dette er et begrep



Figur 2: Om bord i «Gåsø Høvding» er det sensorer i hver tank for å måle fordeling av de forskjellige gassene i vannet, temperatur, salinitet, sirkulasjon, turbiditet, mm. Foto: Eric Elliøth Kvamsdahl for Cflow

som er mye brukt for tiden, og kanskje i overkant mye. Det er også et begrep som kan bety mye forskjellig. I vårt tilfelle tolker vi det som en matematisk modell, en simuleringsmodell, som representerer virkeligheten.

Digitale tvillinger kan fort bli kompliserte greier. Men Klovner I Kamp sa det veldig elegant i sangen «Langt å gå» tilbake i 2015; «Hvordan spiser man en elefant? En bit av gangen.» Det samme gjelder digitale tvillinger. Ved å bryte ned kompleksiteten i mindre deler kan man skape en digital tvilling som gir et mer detaljert bilde av oppdrettsmiljøet.

Et eksempel er at i hverdagen, når man drifter ett eller flere anlegg, er det mindre viktig hva som er objektivt sant for hele bransjen og viktigere hva som er sant for din fisk og ditt anlegg. Hvis man i sanntid regner ut sammenhenger mellom for eksempel oksygenforbruk målt mot fiskestørrelse og antall individ, vil man få et forhold til hva som er normalt for

deg. Hvis du i kontrollsystemet har en parameter som indikerer stress hos fisken, og at den over tid ligger stabilt mellom to grenseverdier, vil dette kunne betraktes som et normalt nivå. Hvis stressindikatoren skulle stige utover normalnivået, vil det tyde på økt stress og en alarm vil gå. Noe er på gang og vi må iverksette tiltak før situasjonen forverres.

Langsiktige effektivitetsindikatorer, som kombinerer innsatsfaktorer med tilvekst, gir muligheten til å lære av historiske data. Denne tilnærmingen hjelper oppdrettsindustrien med å forstå store sammenhenger og gjøre justeringer basert på tidligere resultater.

Når vi kombinerer forståelsen og kunnskapen vi bygger ved å gi informasjon mening, til å si noe om hvordan vi kan endre prosessen vår i fremtiden, bygger vi visdom rundt dataene våre. Denne visdommen gir mulighet for bruk av data som beslutningsstøtte. Ved å

handle proaktivt basert på innsikt kan oppdrettsindustrien forme en bærekraftig fremtid der data og teknologi samspiller for å oppnå optimal fiskevelferd.

I møtet mellom biologi, teknologi og erfaring navigerer oppdrettsindustrien mot en fremtid der data og innsikt blir avgjørende for beslutninger. Denne reisen mot økt forståelse og kontroll over fiskevelferd er ikke bare en nødvendighet, men også en mulighet til å forme en bransje som balanserer effektivitet, bærekraft og omsorg for levende skapninger. Ved å implementere kontrollsystemer som utnytter avanserte sensorer, og bruke maskinlæring og omfattende datainnsamling, er oppdrettsindustrien på vei mot en mer ansvarlig og bærekraftig fremtid.

Data blir et verktøy for å håndtere kompleksiteten, ett steg av gangen, og gir muligheten til å tilpasse teknologien på naturens premisser.



Foto: Eric Elliøth Kvamsdahl for Cflow

**SIMONA
STADPIPE**

Mer informasjon:
www.simona-stadpipe.com