

# Sluttrapport

## Utvikling av system for automatisk sortering av oppdrettslaks fra villaks

Rapport fra "Workshop" på Rica Hell Hotel, Stjørdal 19.06.2007

### **Kortfattet beskrivelse av mål og resultater**

Målet med "workshopen" (heretter kalt arbeidsmøtet) var å samle bakgrunnskunnskap knyttet til utviklingen av en teknisk innretning for automatisk sortering av oppdrettslaks fra vill laks i elvene. Denne informasjonen danner grunnlaget for en anbefaling av videre utvikling av en sorteringsmekanisme. Deltagerne på arbeidsmøtet representerte de viktigste fagfeltene som berøres under en eventuell utvikling av et sorteringssystem.

Tidlig på 1990 tallet ble det testet en innretning som skulle sortere oppdrettslaks fra villaks ved hjelp av bildeanalyse. Tester viste den gang at det var mulig å sortere oppdrettslaks som hadde tydelige morfologiske karakterer som skilte den fra vill laks. Utviklingen av datakraft de siste årene gjør det mulig å lage et enda kraftigere verktøy i dag. Det var derfor enighet blant deltagerne om at det vil være mulig å sortere oppdrettslaks automatisk. Hvor stor andel av de rømte oppdrettslaksene det er mulig å skille fra vill laks, var det derimot ingen klare svar på.

Det er også enighet om at sorteringen ikke behøver å være 100 % effektiv for at det overordnede målet skal nås. Hvor stor del av oppdrettslaksen som må sorteres ut finnes det ikke noe eksakt tall på. Et innslag på 20 % oppdrettslaks på gyte plassene regnes som skadelig for de ville bestandene dersom det foregår over 10 laksegenerasjoner. Under 5 % andel vil trolig ikke ha negativ effekt. Gjennomsnittlig innslag av rømt oppdrettslaks på gyte plassene de siste femten årene har vært 20 %. For noen vassdrag vil derfor en reduksjon av bare en del av den rømte laksen kunne bringe andelen rømt laks under kritisk nivå.

For å benytte bildebehandling som metode for sortering, kreves høy bilde kvalitet. Dette kan oppnås ved å utvikle et "kammer" som skaper en kort avstand mellom kamera og fisk.

Samtidig vil det være viktig å regulere vannstanden i den fisketrappa eller kummen der den mekaniske innretningen plasseres. Det er også nødvendig å konstruere et "sorteringskammer" der fisken står i ro og flytter seg når registreringen er over.

Det finnes i dag programvare som kan gjøre omfattende analyser av morfologiske trekk hos laks, dersom avbildningen tilstrekkelig god. Det var derfor enighet blant deltagerne om at hovedutfordringen ligger i utviklingen av den mekaniske komponenten.

Det anbefales av NNO (Norsk naturovervåking) at det startes opp med både programvareutvikling og konstruksjon av "sorteringskammer" allerede i høst dersom en vil gjøre tester i felt sommeren 2008. Det vil da være mulig å teste ulike programvarevarianter og "kammer" samtidig. Disse to komponentene må fungere i samspill med hverandre og bør utvikles parallelt.

Naturlige testlokaliteter vil være noen av Norges over 400 fisketrapper for laks. Det vil også være mulig å konstruere ny innsnevringer i elver der det ikke finnes trapper.

## Utført arbeid

Arbeidsmøtet ble holdt på Rica Hell Hotel i Stjørdal den 19.06.2007 fra kl 10:00 til 16:00.

På arbeidsmøtet deltok 10 personer: Peder Fiske, NINA, Anders Lamberg, NNO, Thor Vollset, Tordivel AS, Martin Osmundsvåg, NNO, Fredrik Strand. Lighthouse Sensor Systems, Geir Tesaker, Tesaker Vann AS, Hans Petter Fjellstad, SINTEF, Gunnar Kristian Halvorsen (FHF), Tore Eide, Eide Utvikling, Jørund Larsen, FHL.

Etter en introduksjon av bakgrunnen og mål for arbeidsmøtet ved Gunnar Kristian Halvorsen, ble kjent kunnskap om emnet presentert av Anders Lamberg. En typisk norsk lakseelv har en oppvandrende bestand av laks på ca 1 000 individer. Variasjonen er stor fra ca 50 til 20 000 individer. Med et innslag på 20 % oppdrettslaks blir antall individer som skal sorteres ut fra 10 til 4 000. I de fleste tilfellene er det snakk om relativt få individer. Det eksisterer i dag over 50 registreringssystemer for laksefisk i Norge. I flere av disse systemene blir fisken allerede i dag avbildet ved hjelp av videokamera. Med bakgrunn i bildet blir fisken artsbestemt og andel rømt laks med tydelige morfologiske kjennetegn registrert. Disse systemene er imidlertid halvautomatiske fordi analysen gjøres manuelt i ettertid. Et nyutviklet sorteringssystem må fungere automatisk og krever derfor mer standardiserte avbildningsforhold enn det som benyttes i dag.

Tore Eide holdt et foredrag om et tidligere forsøk (ved Norges Landbrukshøgskole) for å utvikle et system for automatisk sortering av vill- og oppdrettslaks. I dette systemet ble fisken sluset inn i et avbildningskammer og bildene ble umiddelbart analysert automatisk. Det lyktes å skille nyrømt laks fra vill laks når de fysiske forholdene i elva (spesielt vannsikt og vannføring) var innefor akseptable grenser. Tore Eide pekte på viktigheten av å ha kontrollerte forhold under avbildningen. Han nevnte også at det var viktig at en eventuell innretning ikke måtte virke som en fiskesperre og at det var aksept lokalt for at innretningen ble plassert ut.

Deretter holdt Peder Fiske et foredrag om laksemorfologi og om mulige parametere for å skille oppdrettslaks og vill laks. I tillegg refererte han studier som har hatt som oppgave å kvantifisere effekter av rømninger og sette grenseverdier for hvor stor andel rømt laks de ville populasjonene tåler. I 2006 ble det samlet inn skjellprøver fra laks fisket av sjøfiskere og fra sportsfiske i elvene. Den personen som tok skjellprøven skulle samtidig vurdere visuelt om laksen var av vill eller oppdrettsbakgrunn. En liste med kjennetegn var trykket på skjellprøvekonvolutten. Blant fangstene fra sjøfiskerne ble 37,7 % av oppdrettslaksen

identifisert mens blant elvefanget laks ble 54,3 % av oppdrettslaksen identifisert.

Simuleringer med datamaskin viser at med 20 % rømt laks ved gyting (nær gjennomsnittet i norske elver de siste 15 år) så vil det vil skje betydelige endringer i villaksbestanden i løpet av 10 laksegenerasjoner (omkring 40 år). I elver med lavt innslag av rømt laks ser det ikke ut til at oppdrettslaks etablerer seg (Hindar og Diserud 2007). Det gjennomsnittlige innslag av rømt laks bør ligge under 5 %. Alternativt bør grenseverdien være at genstrøm fra rømt oppdrettslaks bør være mindre enn den som typisk finnes mellom ville laksebestander.

Thor Vollset hold et foredrag om Scorpion som er et utviklingsverktøy og rammeverk innen «vision» som Tordivel AS har utviklet og som i dag brukes i mange større bedrifter. Her ble det vist eksempler på teknikker som blir brukt i forskjellige problemstillinger. Den mest nærliggende problemstillingen som ble presentert var overvåking av pellets i oppdrettsmærer i forbindelse med automatisk foring av fisk. Stereokamera for nøyaktig måling av objekter er et annet verktøy som kan være viktig dersom en skal analysere morfologi hos fisk i en feltsituasjon. Thor Vollset pekte også på at høy og stabil bildekvalitet er viktig for å lykkes med automatiske systemer.

Hans Petter Fjellstad holdt innlegg om forskjellige lokaliteter i elver og om problemstillinger knyttet til utplassering av utstyr. Det vil være fullt mulig å lage innsnevring i elver som ikke har fisketrapp. Kraftige flommer kan føre til at en sperre ikke fungerer i perioder. Dersom det ikke er krav om 100 % kontinuitet kan en leve med korte perioder der systemet eventuelt er ute av drift. Dette vil sette lavere krav til sperrekonstruksjonen.

Etter alle innleggene ble programvareutvikling og ulike teknikker som tidligere var brukt og diskutert. Hva er det mulig å utvikle? Deretter ble det diskutert hvilke momenter som var problematiske i forhold til å skille oppdrettsfisk fra vill laks og hva som burde vektlegges. Til slutt ble det i felleskap diskutert hvilke målsetninger som burde være gjennomførbare. Det var til slutt enighet om at det ikke var nødvendig at et sorteringssystem måtte kunne sortere 80 – 100 % av oppdrettslaksen. Uten at et nøyaktig tall ble foreslått er det sannsynlig at selv en utsortering i området 20 – 30 % kan ha en betydelig positiv effekt.

Thor Vollset grep pennen og skisserte problembeskrivelse og en kravspesifikasjon for videre arbeid. Han mente at hovedoppgaven nå var å utvikle sorteringskammeret. Uten

tilfredsstillende bildekvalitet vil analyseprogrammene virke dårlig.

Det ble også vurdert valg av testlokalitet. Testlokaliteten må være representativt i forhold til de elvene en ser for seg at et system skal settes i drift. Samtidig bør en velge en elv der andel rømt laks er så høy som mulig. Siden antall rømt laks i en elv normalt er på 100 til 200 individer, er det viktig å velge en lokalitet hvor man får testet tilstrekkelig antall fiskepasseringer.

### **Oppnådde program/prosjektresultater**

Arbeidsmøtet på Stjørdal den 19. juni 2007 konkluderte med at det er mulig å sortere rømt laks automatisk. Hvor effektivt systemet virker, er avhengig av både sorteringskammeret med kamera og belysning og programvaren som benyttes.

Utviklingen av et sorteringssystem for oppdrettslaks må foregå på to områder parallelt. På den ene siden må det utvikles en mekanisk del – sorteringskanalen med kamera. På den andre siden må det utvikles programvare. Utprøving av et komplett konsept kan foregå våren 2008 dersom utviklingen startes høsten 2007.

## Anbefalinger fra NNO

### Generelt

Det eksisterer i dag over 400 fisketrapper for laks i Norge. Mange av disse egner seg for utprøving av en sorteringsmekanisme for oppdrettslaks. Mange morfologiske karakterer skiller oppdrettslaks fra vill laks og kan danne grunnlag for et bildebehandlingssystem. Noen av dem er testet i en tidligere sorteringsmekanisme og virker. Det er trolig mange flere morfologiske forskjeller som kan benyttes og som kan øke presisjonen i systemet. Standard bildebehandlingssystemer er designet for å virke i lab situasjon eller innendørs i industrielle applikasjoner. Et system som skal plasseres ut i felt i elv krever spesiell oppmerksomhet når det gjelder programvaren. Det finnes svært få systemer som er laget for slike forhold.

Det foreslås her en utvikling i fire steg:

#### Steg 1:

Konstruksjon av et standardisert passasjepunkt: Konstant vannføring, konstant lys, lite vannvolum mellom kamera og fisk, konstant avstand til fisken (smalt kammer der fisken ikke kan bevege seg annet enn i lengderetning). Sorteringsmekanisme/sluse. Slusen er en del av det ferdige systemet, men vil også være viktig under uttesting og kontroll av systemets evne til å skille mellom gitt typer fisk. Analyse av forskjellige kamera, linser og lystyper.

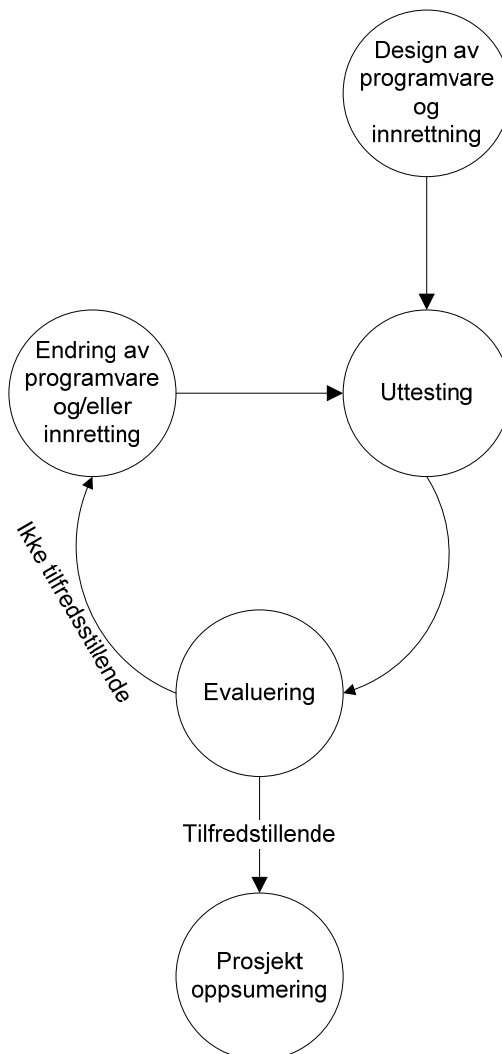
#### Steg 2:

Avbildning og dataanalyse. Ekstrahering av egenskaper. Finne robuste metoder for å innhente egenskaper. Metodene må fungere under varierende forhold selv om det etterstrebes at forholdene skal være konstante. Implementere ulike typer programvare. Innledningsvis kan man benytte Scorpion Vision Software (Tordivel AS) for å se om det er noen teknikker som klart skiller seg ut i forhold til andre. Når det gjelder utviklingen av systemet, så må man ha innsyn i koden slik at man kan ha fleksibiliteten til å justere og eventuelt lage tillegg. I den sammenhengen ville vi anbefalt et åpent bibliotek som IBM's Open Vision Library, som inneholder de fleste standard bildeanalyse metodene som finnes. Egne skreddersydde metoder kan med enkelhet implementeres med dette systemet.

#### Steg 3:

Utprøving i felt. Stansing av all fisk ved hjelp av fangstkumme. Identifisering av innfanget

fisk ved bruk av skjellprøver. Evaluering av programvare og mekanisk innretning. Analyse av fiskens atferd. Modifisering, ny testing, ny evaluering.



**Figur 1. Arbeidsflyt for utviklingen av systemet**

Steg 4:

Kostnadsvurdering og etablering av et system for drift og vedlikehold.

Utprøvningslokaliteter

Det vil være fornuftig å legge uttestingen til lokaliteter med et høyt antall passerende fisk og med høyest mulig andel oppdrettslaks. Samtidig vil det være kostnadseffektivt å benytte lokaliteter som ikke innebærer for lange reiser for de som driver utviklingen.



Forslag til lokaliteter med fisketrapp:

Berrefossen i Øyensåa, Namdalseid kommune

Tømmeråsfossen i Sandøla, Grong kommune

Støvelsfossen i Stordalselva, Åfjord kommune

Kistefossen i Salangselv, Bardu kommune

Osfossen i Gaula, Gaular kommune

Hovefossen i Nausta, Nausta kommune