

# Bruk av temperert vann i fiskeoppdrett

Av Arne Kittelsen

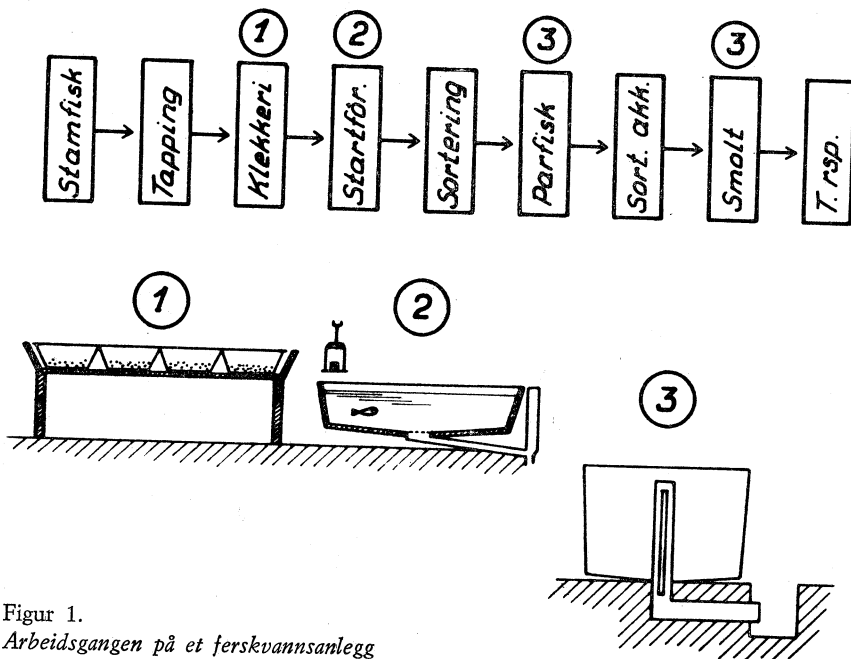
Arne Kittelsen er stasjonsbestyrer på Forskningsstasjonen for laksefisk på Sunndalsøra.

*Foredrag holdt i Norsk Vannforening  
24. februar 1981.*

Det vil være riktig innledningsvis kort å skissere laksens ferskvannsopphold i et oppdrett. Dette vil forhåpentligvis hjelpe til med å forstå hvorfor fiskeoppdretteren ønsker å anvende temperert vann. Med engang bør det fortelles at det tempererte

vann nyttes i det første leveåret, i den tiden laksefiskene er i ferskvann.

Den første figuren viser arbeidsgangen på ferskvannsanlegget. Fra moden stamfisk tappet det rogn og melke, som etter befruktning legges inn i klekkeriet. Avhengig av temperaturen vil ragna utvikle seg først til øyerogn og videre til klekking. Laksefiskene lever av morsnæringen i plommesekken i en del dager, for der-



Figur 1.  
Arbeidsgangen på et ferskvannsanlegg

etter å forlate klekkeriet og gå over i enheter for startfóring. Nå lærer fiskene å oppta kunstig fó. Startfóringperioden som finner sted i relativt små oppdrettsenheter, glir over i tilvekstperioden hvor laksefiskene sorteres etter størrelse og fisken fordeles i større oppdrettskar og dammer. Sluttproduktet fra ferskvannsanlegget er settefisk av regnbueørret eller smolt av laks. Nå er fisken gradvis akklimatisert til sjøvann og den transporteres ut til sjøoppdrettere.

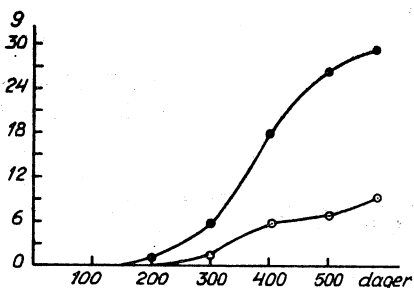
Snitt-tegningene i Figur 1 med punktene nr. 1 og 2, som er klekkeritiden og den første fóringperioden, er tidspunktet hvor oppdretteren i første omgang nytter temperert vann. I denne perioden er det liten biomasse og følgelig vil vannbehovet være relativt lite. Jeg vil understreke relativt lite vannforbruk da et fiskeanlegg generelt har et stort vannforbruk.

Det er svært nær sammenheng mellom fiskens vekst og vanntemperaturer. Generelt er laksefiskene lite kravfulle med tanke på temperaturer. Den optimale temperaturen ligger i området 13—17°C. Hvis den blir høyere, er det større fare for sykdomsangrep. Ved lave temperaturer blir veksten sterkt redusert. Her er eksempel på tilvekst hos lakseunger ved ulike temperaturer:

5°C	0—1 %	tilvekst pr. uke.
10°C	10%	—»—
15°C	13%	—»—

I våre vassdrag bruker vanligvis lakseungene 2—7 år for å nå smoltstadiet. Under oppdrettsforhold vil en ved bruk av elvevann klare å produsere smolt i løpet av 2 år. Med tilgang på mer eller mindre varmt eller temperert vann, er det imidlertid mulig å produsere smolt på ca. 1 år. Figuren viser vekstkurver for laks

hvor det er nyttet temperert vann og vanlig elvevann. Etter ca. 16 måneder har laksen i det tempererte vannet nådd en



Vekstkurver — laks.  
Temperert vann og elvevann

vekt på 30 gram, smoltstørrelse, mens laksen på elvevannet kan vise 1/3 av denne veksten.

Utviklingen av rogn var som nevnt temperaturavhengig. Tallene her viser at det kreves ca. 60 dager for å klekke lakserogn ved en vanntemperatur på 8°C. Ved 4°C vil tiden være ca. det doble.

Vanntemperatur i klekkeriet	Antall døgn til klekking
4°C	120
8°C	60

Figur 3.

Utviklingstiden for lakserogn ved 2 ulike temperaturer.

Samtidig med denne raskere veksten og et hurtigere omløp, vil arbeids- og førtgiftene reduseres ved bruk av det tempererte vannet. Det er også anerkjent blant oppdrettere at ferskvannsanleggene

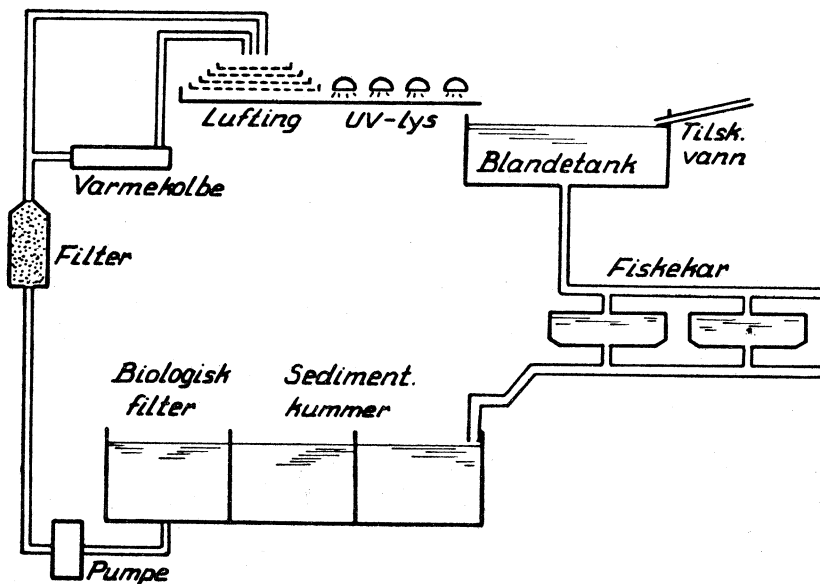
er en risikobetont del av næringen. Dette kan illustreres ved å fortelle at en stans i vanntilførselen i ca. 45 minutter i løpet av fôringsåret, kan knekke hele årsproduksjonen. Ved å få laksen til å smoltifisere seg allerede etter ett år, reduseres den risikoen.

Oppdretteren har flere måter som han skaffer seg det tempererte vannet på. De mest aktuelle varmekildene er:

- Elektrisk oppvarming, og kun engangsbruk av det tempererte vannet.
- Elektrisk oppvarming i tilknytning til en eller annen form for resirkulering.
- Varmveksler hvor kaldt ferskvann varmes ved gjennomkjøring i varmere sjøvann.
- Varmepumpe.
- Kjølevann fra elektrisitetsverk, og spillvarme fra industri.

Det kreves store energimengder til å varme vann, men da det foreligger så mange fordeler i ferskvannsanlegget med å nytte temperert vann, har engangsbruk av det oppvarmede vannet vært og er i bruk fremdeles. De fleste anleggene som forlenger fôringsseongen med varmere vann, søker imidlertid andre systemer enn å nytte vannet kun en gang.

På lokaliteter hvor det ikke er tilgang på temperert vann, er resirkulasjon valgt som løsning. Det bør nevnes at resirkulasjon anvendt på et intensivt fiskeoppdrett er nyttet, og er til utprøving i svært mange land. I 1980 ble det avholdt et større symposium i Stavanger. Dette gikk i regi av EIFAC, som er en underavdeling av FAO. Her ble det presentert vel 70 avhandlinger med temaet Resirkulasjonssystem i Intensiv Akvakultur.

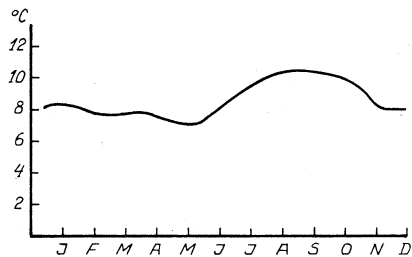


Figur 4. Resirkulasjon til fiskeoppdrett.

En av prinsippene ved resirkulasjon som nyttes her i landet er vist på plansjen. Skjematisk vises de komponentene som er på drift. I blandetanken tilsettes nytt tilskuddsvann, og dette fordeles til fiskekar. Etter gjennomløp i fiskekaret, her skiftes hele vannvolumet ut for hver 10- til 30 minutter, går brukt vann ut til sedimenteringskummer hvor fiskefôr og avfallsprodukter bunnfelles. Etter biologisk filter pumpes vannet til finfilter og av luften. Før vannet er tilbake i blandetank passerer det UV-lys. I de enkleste formene for resirkulasjon som nyttes til klekking og småfiskproduksjon, er komponentene biologisk filter, finfilter og UV-lys utelatt.

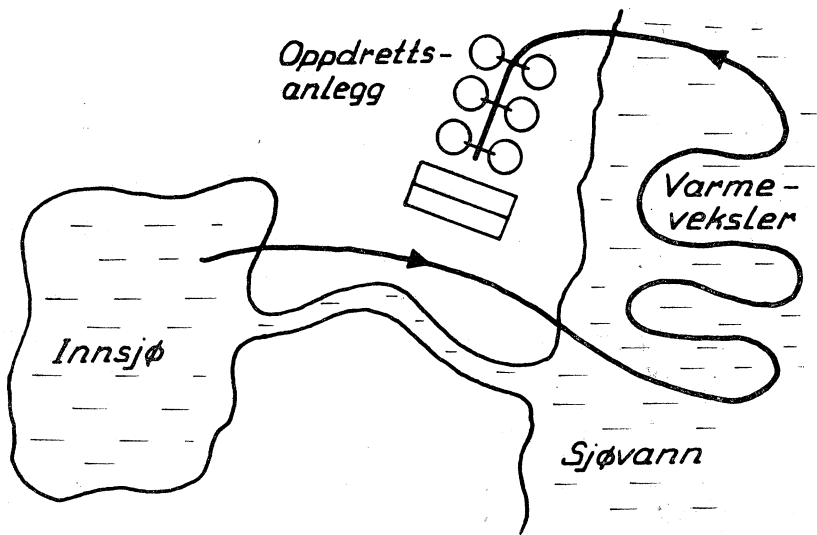
Resirkulasjonsanlegg av denne typen kan være anlegg hvor det sirkulerer fra 100- til 1000 liter vann pr. minutt. Energiforbruket med varmekolben er avhengig av mengden av nytt tilskuddsvann.

Det er vanlig praksis å sette til fra 5- til 20% med nytt vann. Dersom det biologiske filteret utelates, må tilsetning av nytt vann være relativt høyt for å unngå ammoniakk. I dette tilfellet regner vi med å nytte fra 15—20% nytt vann.



Sjøtemperatur fra inntak på 22 m dyp i Sunndalsfjorden

Dersom ammoniakken brytes ned i et biologisk filter har vi kjørt resirkulasjons-systemer med ca. 5% tilskuddsvann.



Figur 6. Oppvarming av kaldt ferskvann ved å bruke varmeveksler i varmere sjøvann.

Oppdretts- anlegg	Rørdimensjon. trykk - klasse	Antall rør	Total rørlengde i sjøen	Sjøtemperatur i °C	Vanntemp. i varme- veksler		Vannmengde liter / minutt
					Inn	Ut	
1a	160-NT4	2	2400	10,0	4,0	5,0	6000
1b	160-NT4	2	2400	10,0	4,0	9,7	500
2	180-NT4	1	3000	10,6	5,1	9,7	1500
3	5/4-NT4	1	300	7,0	2,0	5,0	40

### *Effekt av plastledning som varmeveksler*

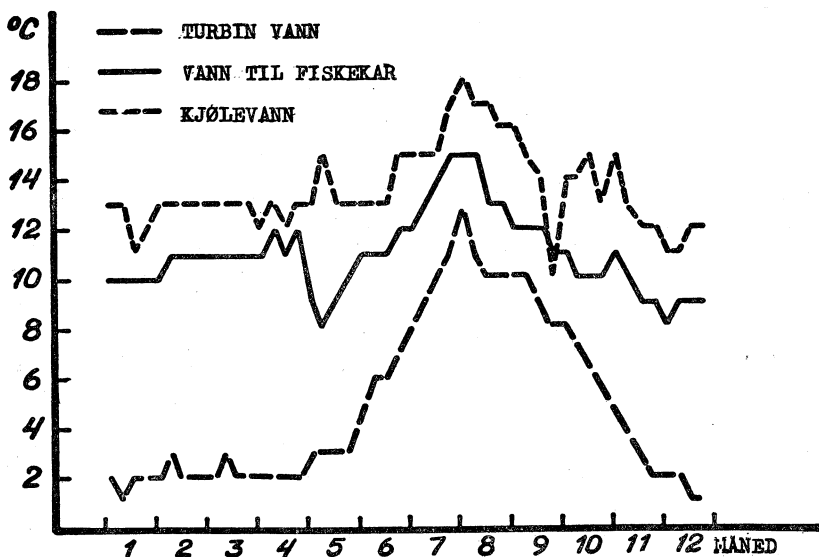
For oppdrettere som har et anlegg i nærheten av fersk- eller sjøvann hvor det er større dyp, er det muligheter til å nytte den høyere bunntemperaturen for å varmeveksle kaldt ferskvann. I mange fjordarmer måles det relativt høye bunntemperaturer. Eksempelvis vises plansjen over sjøtemperatur på 22 meters dyp i Sundalsfjorden. I de kaldeste vintermånedene går ikke vanntemperaturen under 7°C. Neste plansje viser hvordan fiskeoppdrettet nyttiggjør seg denne bunvarmen. Kaldere ferskvann transporteres i rørledninger gjennom bunnlaget i sjøen og blir oppvarmet. Tabellen viser hvordan plastledninger på oppdrettsanleggene nyttes som varmevekslere. Som ellers i varmeveksling vil faktorer som godstykkelse, materialtype, vannhastigheter og temperaturforskjeller være med å bestemme effekten. Oppdrettsanlegg nr. 2 i tabellen hvor det er lagt ned hele 3 000 meter med

180 m/m plastrør, varmer 1,5 m<sup>3</sup> vann pr. minutt til en temperatur mellom 9 og 10°C. Dette er en temperatursone hvor såvel klekking som startfôring av fisk kan finne sted i et intensivt drevet ferskvannsoppdrett.

En annen oppvarmingsmetode er å nytte varmpumpe. Dette anvendes til rogn- og småfisk idag og er under utbygging på flere anlegg. Som utgangspunkt velges her f.eks. grunnvann som på den kalde årstiden holder noen små varme grader eller det nevnte ferskvannet, som gis temperaturheving etter gjennomkjøring i varmere sjøvann. Eksempelvis kan nevnes et anlegg hvor det passerer ca. 300 minuttliter og ved hjelp av varmpumpe, hvor det nyttes en elektrisk kolbe på 20 KW, heves vanntemperaturen ca. 7,0°C. Uten varmpumpe ville det her gått med ca. 200 KW for å oppnå denne temperaturhevingen.

Temperert kjølevann fra elektrisitetsverk utnyttes i beskjedne målestokk idag. I tilknytning til kraftverkene våre er det idag 10—12 oppdrettsanlegg som utnytter kjølevannet. Vannkraftverk kjøler vanligvis turbin og transformatorer med vann og kjølevannet, får temperaturstigning på 5—15°C. Nye kraftverk som bygges idag regner med ca. 10°C stigning i vanntemperaturen. Plansjen viser eksempel på målinger fra Aura verkene på Sunndalsøra hvor kjølevannet brukes til rogn og fisk. I vintermånedene ville denne vanntempe-

raturen på 11—12°C gi god vekst på fisken. Vanskeligheten som oppstår er eventuelle tungmetaller fra rørsystemet i kjølevannet eller såkalt overmetning av gasser. Når vannet varmes opp er det spesielt et overskudd av nitrogen som kan gi dykkersyke hos fisk. Dette løses ved et luftsystem som er en kjent teknikk. Forskningsstasjon for laksefisk på Sunndalsøra som nytter kjølevann, har bortsett fra problemet med overmetning ikke observert vansker som kan føres tilbake til bruk av kjølevann.



Vanntemperaturer i forbindelse med kraftverk.