

**DEN ATLANTISKE LAKSEN (*Salmo salar*, L.)
I TANAVASSDRAGET I;**

**Miljøforholdene i det subarktiske Tanavassdraget og
virkningen av dem på laksefisket og laksen**



Niemelä, E. ¹⁾, Hassinen, E. ²⁾, Muladal, R. ³⁾, Brørs, S. ⁴⁾ og Sandring, S. ⁵⁾

Fylkesmannen i Finnmark
Miljøvern avdelingen
Rapport 5- 2009

RAPPORT fra Fylkesmannen i Finnmark, Miljøvernavdelinga, er en publikasjonsserie som presenterer resultater fra undersøkelser og utredninger som foretas i Miljøvernavdelingens regi. Formålet er blant annet å spre informasjon om miljøvernspørsmål til en videre krets av interesserte. En liste over tidligere rapporter i samme serie er gjengitt bak i rapporten. Flere av rapportene er tilgjengelige på Fylkesmannens hjemmeside, se under "Miljøvern" på www.fylkesmannen.no/finnmark. Vi gjør oppmerksom på at forfatterne av rapportene selv er ansvarlige for sine vurderinger og konklusjoner.

ISSN 0800-2118

RAPPORT nr. 5-2009 gis hovedsakelig ut på nett, og mangfoldiggjøres etter behov
Trykk/layout: Fylkesmannen i Finnmark

Henvendelser kan rettes til:

Fylkesmannen i Finnmark
Miljøvernavdelinga
Statens hus
9815 VADSØ

**DEN ATLANTISKE LAKSEN (*Salmo salar*, L.) I TANAVASSDRAGET I;
Miljøforholdene i det subarktiske Tanavassdraget og virkningen av dem på
laksefisket og laksen**

Forfatterne: Niemelä, E. ¹⁾, Hassinen, E. ²⁾, Muladal, R. ³⁾, Brørs, S. ⁴⁾ og Sandring, S. ⁵⁾

¹⁾ Finske vilt- og fiskeriforskningsinstituttet (RKTL), Tenojoki forskningsstation, 99980 Utsjoki, Finland

²⁾ Lapplands miljøsentral, 96101 Rovaniemi, Finland

³⁾ Laksebreveierforeningen for Tanavassdraget (LBT), 9845 Tana, Norge

⁴⁾ Direktoratet for Naturforvaltning (DN), 7485 Trondheim, Norge

⁵⁾ Fylkesmannen i Finnmark (FMFI), 9815 Vadsø, Norge

Forsidebilde: Sideelvene, slik Leavvajohka som er på bildet, fryser till før selve Tanaelvas hovedåra blir islagt, dette fordi vannet raskere blir underkyllt i sideelvene. Sideelvene har mer høydefall og vannmassene følger derfor raskere forandringer i lufttemperaturen. Ved temperaturer ned mot -20 °C fryser fossene til i løpet av noen få dager (Foto Eero Niemelä).

Oversettelse til norsk: Tellervo Laine

1. Innledning
2. Lysforholdene
3. Lufttemperatur
4. Nedbørmengde
5. Vannføring
6. Isdekket på elvene
7. Tidspunkt for isgang i Tanavassdraget
8. Vannstand
9. Vanntemperatur i elva og i havet
10. Anvendt litteratur

1. Innledning

Tanavassdragets hovedløp samler vann fra et stort område av Finnmarksvidda på norsk side og fra Kaldoaivi og Paistunturi fjellvidder på finsk side. Elvedalene omkranses for det meste av tette skoger av fjellbjørk, som etter hvert blir mer glissent når man kommer høyere opp mot kildeelvene. Fjellvidda har ikke noen egentlig trevegetasjon, men dvergbjørk og vier langs deler av elvebreddene. Den helt treløse Finnmarksvidda, særlig i Iešjavri-området samt øst for det, øverst i Leavvajohka og Maskejohka, minner med sin goldhet om tundra (Foto 1a). Rester av furuskoger, som for lenge siden har dekket store områder, finner man fremdeles langs Ohcejohka, Badje-Buolbmátjohka, Ahkojohka, Kárášjohka, Iešjohka og Anárjohka. Også de furuskogene som finnes i dalene i den øvre delen av Tanaelva, er stedvis utstrakte. Disse furuskogene skaper om sommeren et eget mikroklima langs elvene, noe som også påvirker organismesamfunnene i bekker og elver.

Tanavassdragets øvre deler ligger lenger sør enn elvemunningen, og dette påvirker tidspunktet for isgangen om våren. Isen løsner først i de midterste og øverste delene av vassdraget og den økte vannmengden i den brede nedre delen løfter opp isdekket og skyver det mot Tanafjorden. Ferskvannet fra Tanaelva møter brakkvannet ved et punkt som ligger $70^{\circ}47' N$, $28^{\circ}25' E$. Selv om Tanavassdraget ligger langt nord sammenlignet med tilsvarende beliggenhet på andre kontinenter, tilbyr naturforholdene eksepsjonelt gode forhold for lakseyngelproduksjon i nesten hele vassdraget. Laksen (*Salmo salar*, L) har tilpasset seg til de varierte forholdene i vassdraget, som den breelvaktige, meget kalde og bunnfaunafattige Leavvajohka, eller den bunnfaunarike Luftjohka med rester av leiravsetningene i den gamle sjøbunnen (Foto 1b).



Foto 1a og b. 1a. I de øverste delene av Tanaelva, ved et av utspringene til elva, Iešjohka, er vegetasjonen snau og tundralik. Innsjøene er isfrie fire måneder i året (Foto. Heikki Erkinaro). 1b. I de nedre delene av Tanaelva, i Luftjohka dalen, nært Barentshavet, er vegetasjonen rikere og frodigere. På steinene vokser rik vannmosevegetasjon og dette fører til god produksjon av bunndyr, i dette området vokser lakseyngelen også raskt (Foto Jorma Kuusela).

Tanaelva er en av de største elvene som munner ut i Barentshavet. Den er den viktigste elva som produserer villaks i hele utbredelsesområdet til den nordatlantiske laksen. Vassdragets nedbørsfelt er fremdeles i nesten naturtilstand. Menneskets virksomhet har riktignok i noen grad gitt endringer i naturtilstanden, noe som for sin del har svekket laksens levevilkår. Da det ble bygd veier, ble mange kryssende bekker og småelver lagt i betongrør som har redusert eller helt hindret muligheten for at

ungene til anadrome fiskearter kan vandre til sine oppvekstområder oppstrøms. Noen av disse vandringshindrene er blitt utbedret i de senere år. Ved bygging av veier og broer er enkelte sideelvers elveskråninger med sorterte materialer blitt gravd i ved bruene. På disse stedene forårsaker kraftige vårflommer erosjon og materialtransport til elvemunninger (Foto 2a).



2a



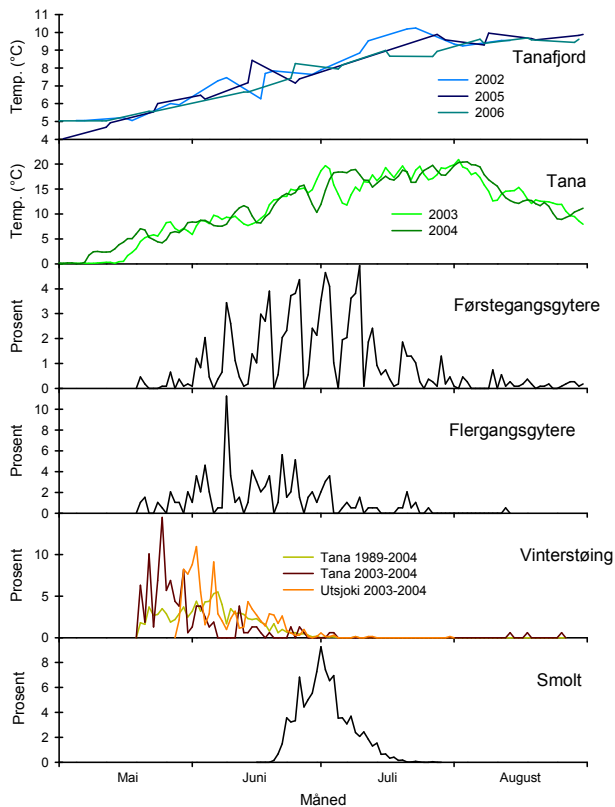
2b

Foto 2a og 2b. 2a. Menneskelig aktivitet, vårflom og erosjon påvirker elveløpet. På bildet elva Karnjarga hvor lakseynglenes vandring fra Tanaelva ble forhindret (Foto Eero Niemelä). 2b. Munningen ved Utsjokelva. Gjennom å gjøre munningen smalere, kan laksen raskere vandre fra Tanaelva til Utsjokelva (Foto Eero Niemelä).

Enkelte elvemunninger er grunnet opp og har dermed fått svekket mulighetene for oppgang av laks på gytevandring ved disse barrierepunktene i elva, særlig når sommeren er nedbørsfattig. Også den naturlige erosjonen i nedre deler av sideelver har gjort utløp grunnere (Foto 2b). I tillegg til disse faktorene har det effektive jordbruket langs Tanavassdraget mange steder tatt i bruk landområder helt ned til elvebredden ved at man helt har fjernet trevegetasjonen som beskytter mot erosjon, og erosjonen har fått slippe til og tære på elvebreddene. Bevaring av trær og annen vegetasjon ville hindre eller i hvert fall minske mengden av kunstgjødsel og annet organisk materiale som siger ned fra åkrene sammen med regnvannet. Avrenning av kunstgjødsel og rensset eller urensset avløpsvann i Tanavassdraget reduserer laksens levemuligheter. I de senere år er vannkvaliteten i Tanavassdraget blitt bedre ved at det er blitt bygd nye avløpsrenseanlegg på tettstedene ved vassdragets øvre deler.

Tanavassdragets nordlige beliggenhet og vassdragets mangfold har betydning for laksens økologi. Lufttemperaturens kortsiktige og langsiktige endringer og svingninger i disse, påvirker endringene i vanntemperaturen. Når vanntemperaturen ligger høyere enn gjennomsnittet i lakseungers oppvekstperiode, vokser de hurtigere, og dette avspeiles i at sjøvandrings- eller smoltalderen også blir lavere. Lavere smoltalder gjør laksens livssyklus raskere. Livssyklusen hos tanalaksen er mer mangfoldig enn hos laksebestandene lenger sør. Den langsomme veksten og store spredningen i smoltalder, fra to til åtte år, kommer av de strenge forholdene i nord som lakseungene i Tanavassdraget er vel tilpasset til. Klimaforholdene påvirker laksens økologi: utvikling av rogn og tidspunktet for utklekking av yngel, lakseungenes vekst, smoltalder og tidspunkt for at smolten vandrer ut i sjøen, laksens naturlige dødelighet og variasjoner i vekst i sjøen, tidspunktet for gytevandring og til slutt bestemmelse av gytetidspunktet. Klimaforholdene har også betydning for laksefisket. Flommene om sommeren har innvirkning på fiskesuksessen, og oppvarming av vannet påvirker oppgangen av laks og hvor villig den er til ta agnet.

Den nordatlantiske laksen er en anadrom fiskeart som tilbringer sine ungdomsår i ferskvann og vandrer så ut i sjøen for å fortsette oppveksten. I sjøen oppnår den kjønnsmodning i løpet av ett til fem år, og vandrer så til sin fødeelv for å gyte. De endringene som skjer i de ulike fasene av laksens liv, reguleres av vanntemperatur og variasjonene i den. Laksen har tilpasset seg vel til temperaturene i sitt levested, og styrt av disse temperaturene vandrer laksen i sitt livs mest kritiske fase som smolt fra elva til sjøen. Sjøtemperaturen påvirker også tidspunktet for når laksen kommer tilbake til elva. Temperaturen i elvevannet på sin side påvirker tidspunktet for når vinterstøingene vandrer tilbake til sjøen etter gytingen. Figur 1 viser at smoltvandringen i Ohcejohka skjer i perioden fra midten av juni til midten av juli. Man har antatt at laksesmolten bør komme til sjøen på et slikt tidspunkt (smoltvindu; smolt window) at det øverste laget av vannet i sjøen har oppnådd en temperatur på cirka 8 °C. Hvis smolten kommer til sjøen utenom denne temperaturgrensen, økes dens naturlige dødelighet. Størstedelen av laksen som etter gytingen blir i Tanavassdraget, tilbringer åpenbart vinteren i elva og vandrer som vinterstøinger følgende vår til sjøen før midten av juni. Etter alt å dømme er vanntemperaturen den utløsende faktoren i vandring til sjøen. Vinterstøingene henter seg som regel inn igjen i løpet av en sjøvinter, og de vandrer tilbake til Tanavassdraget på forsommeren, før laksen som kommer for å gyte for første gang. Grunnen til at flergangsgytere kommer til elva tidligere, kan være den at de sannsynligvis har tilbrakt rekonvalesenstiden nærmere Tanaelva enn de laksene som kommer opp for å gyte for første gang.



Figur 1. Vandringsstidspunktene for tanalaksen i laksens ulike livsfaser samt temperatursvingningene i Tanaelva og Tanafjorden. Variasjonene i sommerens observasjoner av antall vanlig gytelaks og vinterstøinger, dvs. laks som etter gyting går tilbake til sjøen, kommer av at garnfiske og prøvetaking avbrytes i helgene. Fangststatistikken over den vanlige laksen som går opp og den som har gytt tidligere, stammer fra den nedre delen av Tanaelva, opplysningene om vinterstøinger fra den finsk-norske strekningen av Tanaelva og nedre delen av Ohcejohka, og opplysningene om smolten fra den nedre delen av Ohcejohka. Kilde: fjordtemperaturene, IMR; elvetemperaturene, NVE, smolt- og lakstataene, RKTL og NINA.

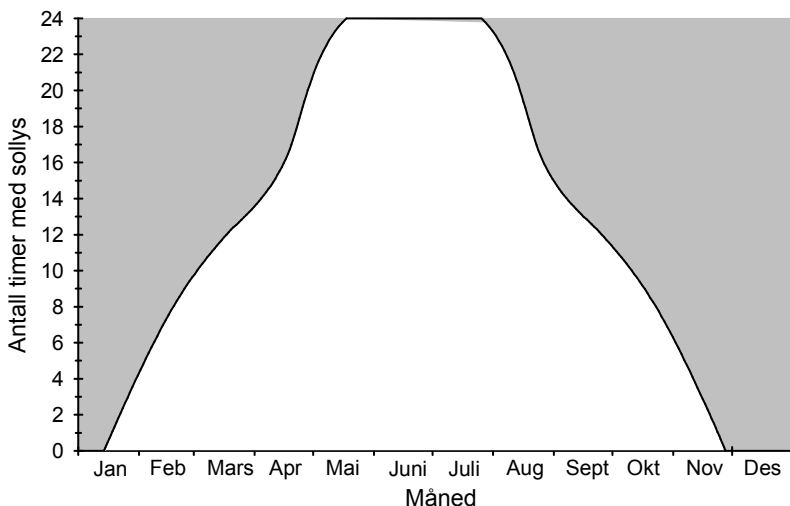
I denne publikasjonen ser vi nærmere på langsiktige variasjoner og eventuelle endringer i forholdene i laksens levemiljø som kan ha innvirkning på laksens eksistens, yngelens vekst, yngelens overvintring, smoltvandringen til sjøen samt de forholdene som påvirker laksefisket i Tanavassdraget. Grunnleggende data som beskriver endringer i laksens levemiljø, er i denne publikasjonen lufttemperatur og nedbørmengde på Kevo målingsstasjon i Utsjoki (Kilde: Finlands meteorologiske institutt), vannstandsdata, vannføringsdata, isgangsdata (Kilde: Finlands Miljøsenster (SYKE), Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)), sjøtemperaturene (PINRO Murmansk; Havforskningsinstituttet Bergen (HI)) samt smoltmengden fra Ohcejohka og antall laks som kommer tilbake for å gyte i Ohcejohka (NINA og RKTL) og fangstdata (RKTL og Fylkesmannen i Finnmark).

2. Lysforholdene

Et særtrekk for det nordlige området er det at solen står over horisonten hele døgnet om sommeren og at denne sammenhengende lyse tiden varer 2.5 måneder fra midten av mai til slutten av juli (Figur 2). Motsetningen til den lange lyse sommeren er vinterens mørketid fra slutten av november til midten av januar, når sola ikke stiger over horisonten. I elva påvirkes laksens vandringsaktivitet av tidspunktet på døgnet, men også andre miljøfaktorer som vannets temperatur og oksygeninnhold, vannføring og lufttrykk har betydning for laksens vandring.

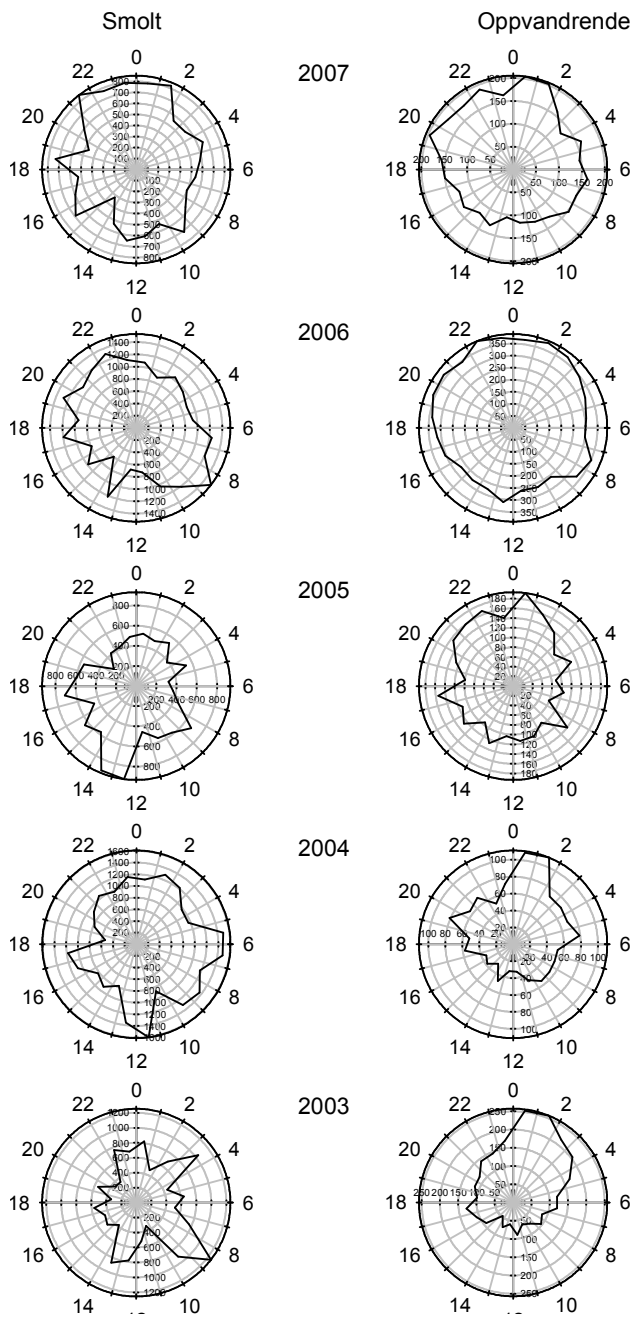
Oppvandring av laks

Under laksens hovedoppgang, fra begynnelsen av juni til midten av juli, vandrer laksen mot sine gyteområder gjennom hele døgnet. Oppvandringen er klart mer aktiv mellom kvelden og morgenen enn i det klare dagslyset.



Figur 2. Dagslengden i Tanadalen uttrykt som tiden mellom soloppgang og solnedgang. Øking av den hvite delen på vertikalaksen fra januar til mai viser økingen av den lyse tiden av døgnet og tilsvarende fra august til november økingen av den mørke tiden av døgnet.

Til Ohcejohka, etter alt å dømme i likhet med de andre sideelvene til Tanaelva, skjer det oppgang gjennom hele døgnet, men den betydeligste delen av laksene vandrer opp i elva sent på kvelden og de første nattetimene (Figur 3). I begynnelsen av sommeren, når 3-sjøvintrens, gjennomsnittlig 10 kg tunge lakser går opp, vandrer laksene aktivt i alle døgnetimer.



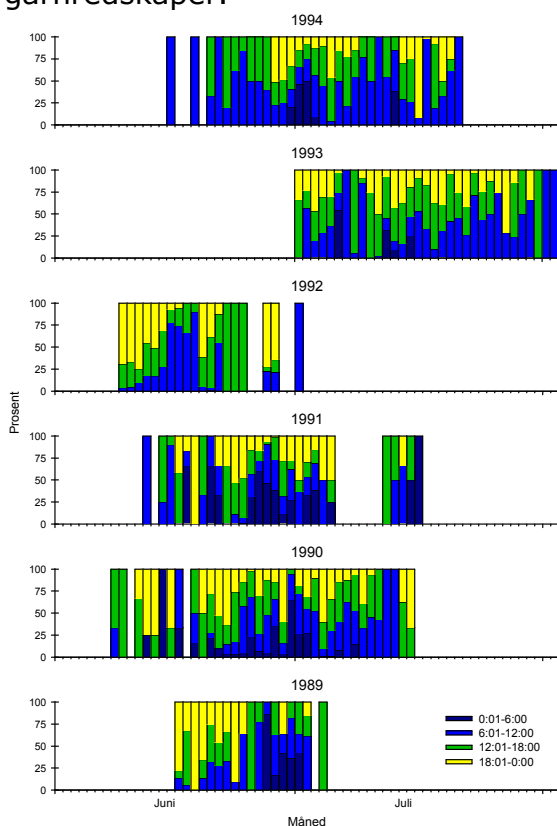
Figur 3. Spredningen på døgnets timer av laksesmoltens nedvandring fra Ohcejohka til Tanaelva og av den nordatlantiske laksens oppgang for gyting i Ohcejohka. Figurene består av materialet gjennom hele sommeren. Materialet om oppgående laks i 2005 dekker bare en del av oppgangsperioden. Kilde: NINA, Svenning, M.A. upublisert.

I Tanavassdraget anvendes det fremdeles store mengder ulike garnredskaper, spesielt under laksens mest aktive oppgangsperiode i juni-juli. Da er det lyst både om dagen og om natten. Laksen på vandring mot gyteområdet oppdager i den lyse sommertiden ulike garnredskaper, noe som beskytter den oppvandrende laksebestanden mot for sterk beskatning med garnredskap. Altså fungerer den lyse tiden som en beskyttende faktor under laksens oppgang, noe som for sin del forklarer at man har kunnet bruke store antall ulike garnredskaper i Tanavassdraget uten at laksebestandene ennå er blitt borte. Hvis døgnet under laksens hovedoppgang hadde en klart mørk og lys periode, ville laksen mer sannsynlig bli fanget av garnredskaper i skumring og mørke.

Man har lenge drevet fiske i Tanavassdraget med ulike garnredskaper. Garn som var laget av senenylon (ble kalt for monofilgarn) ble brukt fra slutten av 1960-tallet frem

til 1983. Senenylon som garnmateriale var mer usynlig i vannet for laksen enn nylon som ble brukt tidligere, og derfor var garnredskapene svært effektive i laksefisket også på dagtid. Før nylongarn ble tatt i bruk var garn laget av hamp, særlig når det gjaldt settegarn, om sommeren i bruk hovedsakelig i skumringen eller mørket på nettene i slutten av juli og i august, fordi laksen kunne se dem lett når det var lyst. Hvis man brukte hampgarn på for- eller midtsommeren, ble de anvendt i sideelver under fosser eller nedenfor steiner i hovedløpets kraftige stryk som såkalte korte bakevjegarn. Disse dårligere garnene av mer synlig materiale fisket laks bedre i halvmørke og mørke netter enn i dagslyset.

Til tross for at laksen klarer å observere stengslenes tverrhindre i den lyse sommertiden, blir oppgangen av laks forsinket i de tre garnfangstdøgnene i uka. Oppgangen er uhindret fire døgn i uka, når det ikke er lov å fiske med garnredskaper. Laksen som hører til bestanden som gyter i hovedløpet av Tanaelva og som blir storvokst, kommer opp i Tanaelva i begynnelsen av sommeren og vandrer hurtig til nærområdet av gyteplassene i hovedløpet. Der søker de seg til skjermede kulper. I august flytter laksen nærmere sine kommende gyteplasser, og den store hannlaksen især begynner å forsvare sitt eget gyterevid ved å jage bort andre hannlaks. Det å flytte nær gyteplassen betyr for laksen flytting til en grunnere del av elva. I august, når nettene blir mørke, begynner laksen å bevege seg mer aktivt, og da blir de også lettere fanget med både stang- og garnredskaper. De store hannlaksene er irritable og griper tak i agn som fiskeren byr på, særlig i nærheten av gytegrunner. Fiskere med garnredskap får i august lett fanget begge av et gytepar, fordi den store hannlaksen følger etter bevegelsene til hunnlaksen som har valgt gyteplassen, også i nærheten av garnredskaper.



Figur 4. Tidspunkt for smoltvandring til ulike tider av døgnet i Tsarsejohka, en sideelv til Ohcejohka, i årene 1989–1994. Kilde: RKTL.

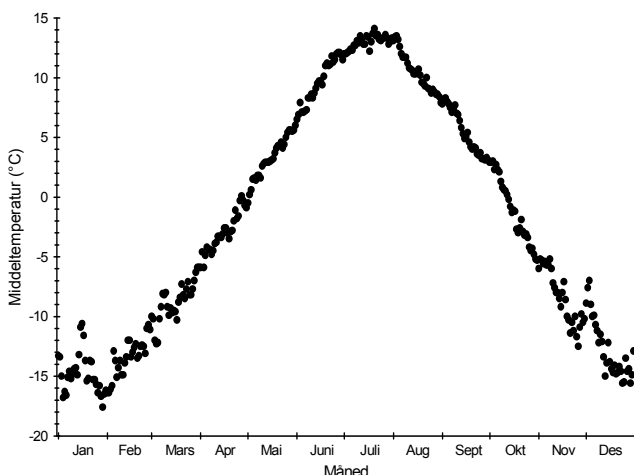
Nedvandring av laksesmolt

Laksesmolten kommer ned fra sideelver og bekker til Tanaelva og videre til Tanafjorden i alle døgnetts timer. Vandringsaktiviteten varierer etter alt å dømme på de ulike tidspunktene av døgnet mellom sideelver og hovedløpene. I den nedre delen av Ohcejohka vandrer smolten under hovedvandringen for det meste om dagen, med en topp mellom kl. 07.00 og kl. 10.00. Etter hovedvandringen har man ikke observert forskjeller i vandringstidspunktet mellom forskjellige tider på døgnet (Figur 3). Smoltvandringen er avhengig av den daglige lengden på solskinn. Når solskinnstimulene blir flere, øker smoltmengden som vandrer nedstrøms. I Tsarsejohka, som er en sideelv til Ohcejohka, skjer det smoltvandring til alle døgnetts tider. I begynnelsen av vandringen vandrer riktignok de første smoltene nedstrøms sent på ettermiddagen og kvelden før midnatt (Figur 4). Vandringen kan gå saktere eller til og med bli avbrutt, hvis været under vandringen kjøler vanntemperaturen betraktelig ned. Det at hovedvekten av vandringen skjer på en bestemt tid på døgnet har sammenheng bl.a. med at da er predatorenes innvirkning på smoltmengden på sitt minste.

Når sollysmengden og -effekten minker mot kvelden og natten, blir elvevannet kaldere. Siden vannet er klart og elva for det meste er grunn, har smolten på vei ut av elva og gytelaksen på vei oppover, det tryggere på den tiden av døgnet når sola ikke skinner skarpt. Kaldere vann inneholder mer oppløst oksygen, som aktiverer den vandrende laksen til å bevege seg. Lysmengden har også betydning for fangst ved stangfiske på den måten at i skarpt sollys på dagtid er laksen mindre villig til å bite enn på dager med overskyet vær. Stangfiskefangstens hovedvekt ligger på den sene ettermiddagen og kvelden og morgensiden av natta. I august biter hunnlaksen som ligger på sine gyteplasser, mer aktivt ved kveldsskumringen enn i klart dagslys. Fiskeforskriften for Tanaelva har siden 1990-tallet rettet trykket av turistfisket mot perioden mellom kvelden og morgenen, og har på den måten effektivisert fangsten rettet mot gytebestanden, når reguleringen tvert i mot burde verne laksen som har stilt seg på gyteplassene.

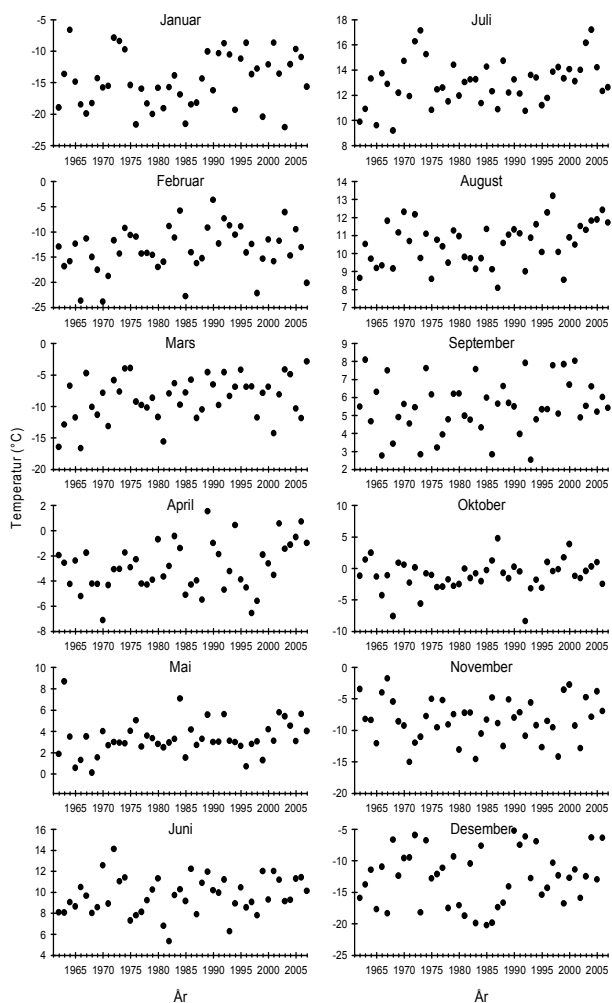
3. Lufttemperatur

I Tanavassdragets nedbørsfelt ved Kevo i Ohcejohka, er gjennomsnittlig døgntemperatur null grader eller over i perioden fra begynnelsen av mai til midten av oktober. Gjennomsnittlig døgntemperatur holder seg over ti grader i to måneders tid i perioden mellom 20. juni og 20. august. Gjennomsnittstemperaturen i juli ligger for det meste på 12–13 °C og i slutten av juli på 14–15 °C (Figur 5).



Figur 5. Daglige gjennomsnittstemperaturer ved Kevo i Ohcejohka i årene 1962–2005. Kilde: Finlands meteorologiske institutt.

Det er tydelige forskjeller mellom årene i gjennomsnittlige døgntemperaturer, og enkelte år har det falt flere titalls centimeter snø i Tanadalen i slutten av juni. Temperaturvariasjonene er store på grunn av nærheten til Barentshavet. Endringer i lufttemperaturen gjenspeiles raskt i vanntemperaturen i den isfrie perioden i Tanavassdraget, fordi det er få innsjøbassenger i nedbørsfeltet til å jevne ut temperaturen, og regnvannet renner raskt ned i elveløpene. De fleste sideelvene har en så bratt helning at vannmassene som strømmer nedover, kommer i de lange og grunne strykene i kontakt med lufttemperaturen slik at den påvirker vanntemperaturen. Derfor har langsiktige endringer i lufttemperaturen innvirkning også på laksens økologi. På varme sommerdager stiger vanntemperaturen i Tanaelva og dens sideelver nær lufttemperaturen, noe som påvirker laksens vandring, bitevillighet og også lakseungenes plassering i elvemiljøet.

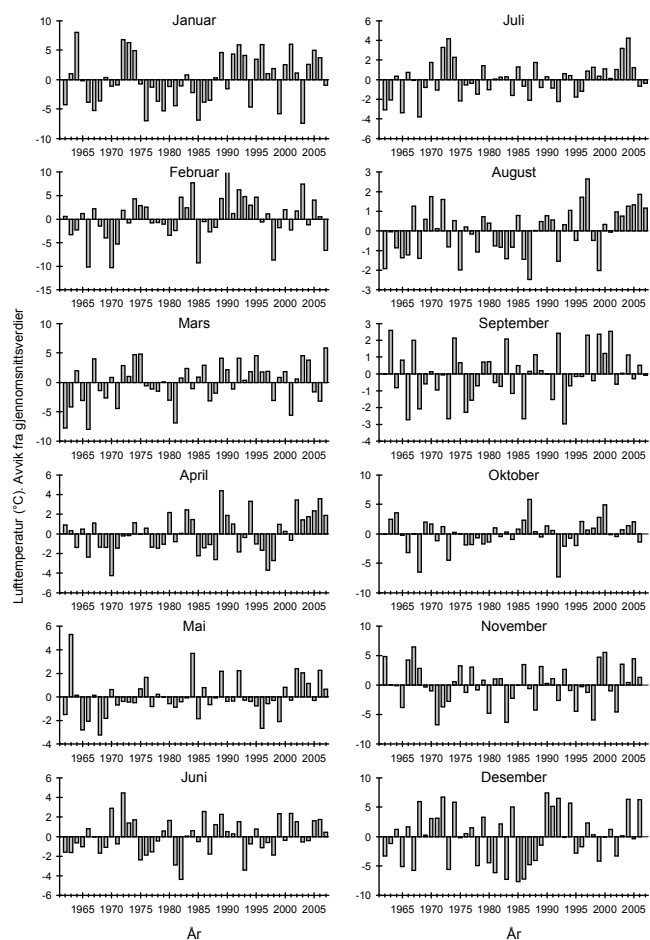


Figur 6. Gjennomsnittlig månedstemperatur i lufta ved Kevo i Ohcejohka i årene 1962–2007. Kilde: Finlands meteorologiske institutt.

De store variasjonene i forholdene i Tanavassdragets nedbørsfelt vises tydeligst i hvor store forskjeller det er i de månedlige middeltemperaturene mellom ulike år (Figur 6). I løpet av 40 år er det middeltemperaturene i mai og oktober som har variert minst. Lufttemperaturene har vært stabile i mai. Dette har for sin del påvirket isgangen på slutten av mai, slik at 65 % av isgangene i nedre delen av Tanaelva har skjedd i perioden mellom den 15. og 27. mai. Stabiliteten i temperaturen i oktober fra år til

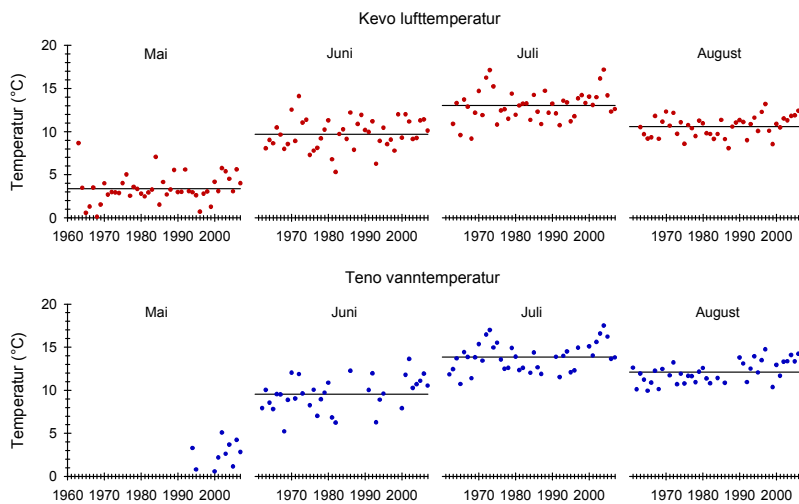
annet har betydd at også vanntemperaturen i begynnelsen av oktober har vært velegnet for laksens gyting.

De årlige forskjellene mellom middeltemperaturene i vintermånedene har avspeilet seg i tykkelsen på isdekket på elvene. I kalde vintre har det dannet seg en tykk stålis på Tanaelva, som i mai-juni har gitt en kraftig isgang. Når isgangen er kraftig, flytter isflakene på steiner og grus på de grunne områdene ved elvebredden. Da laksungene gjemmer seg under bunnsteiner i elva også om våren, øker denne til tider sterke forskyvningen av bunnsteiner ungedødeligheten. Den naturlige dødeligheten forårsaket av isgangen varierer fra år til år.



Figur 7. Avvik fra gjennomsnittlig lufttemperatur fra langtidsgjennomsnittet ved Kevo i Ohcejohka. Kilde: Finlands meteorologiske institutt.

Det gjennomsnittlige avviket i månedstemperaturen i juni og juli fra langtidsgjennomsnittet har maksimalt vært fire grader opp eller ned (Figur 7). I den viktigste vekstsesongen for lakseungene, i juli, har lufttemperaturen vært klart høyere enn gjennomsnittet bare i to perioder i begynnelsen av 1970-tallet og 2000-tallet. På 2000-tallet har middeltemperaturen i april, mai og august vært klart høyere enn langtidsgjennomsnittet. Disse middeltemperaturene har vært høyere i flere år på rad. Varmere vær om våren har gitt en tidligere isgang.



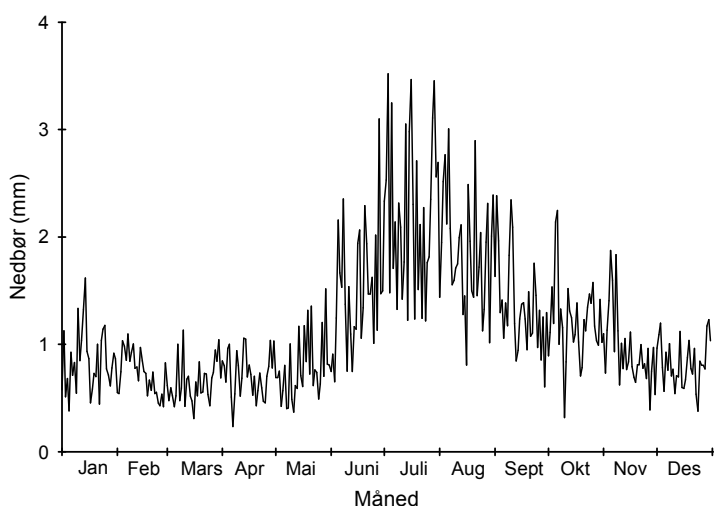
Figur 8. Gjennomsnittlige lufttemperaturer i mai-august ved Kevo i Ohcejohka. Kilde: Finlands meteorologiske institutt) og tilsvarende gjennomsnittlige vanntemperaturer i Tanaelva (gjennomsnittlig døgntemperatur i vannet ved Ohcejohka og ved Polmak). Kilde: lufttemperatur, Finlands meteorologiske institutt; vanntemperatur, SYKE, RKTL, NVE.

Endringer i lufttemperaturen gjenspeiles i tilsvarende endringer i vanntemperaturen i Tanaelva. Etter at vannføringen minker etter vårflommen og lufttemperaturen er på sitt høyeste i juli, observerer man at vanntemperaturen følger lufttemperaturen (Figur 8). Gjennomsnittstemperaturen i vannet i Tanaelva viser seg å ha vært klart høyere i begynnelsen av 1970-tallet enn gjennomsnittet, og likedan i begynnelsen av 2000-tallet. Lufttemperaturen i Tanavassdragets nedbørsfelt avspeiler endringer i sjøtemperaturforholdene i Nord-Atlanteren. Gjennomsnittlig lufttemperatur i juli og tilsvarende gjennomsnittlig vanntemperatur i Tanaelva i juli ser ut til å variere i cirka 30 års sykluser. Også hos laksebestandene har man observert mer langvarige perioder med bestandsvariasjoner som gjentar seg med 25–30 mellomrom. Det ble tatt meget gode fangster i Tanavassdraget for eksempel på midten av 1970-tallet og ved skiftet av 2000-tallet, noe som tilsvarer lengden av den nevnte 25 års syklusen.

Høyere lufttemperatur som følge av den såkalte klimaoppvarmingen kan påvirke laksens økologi og laksefisket i Tanavassdraget på mange måter. Innvirkningen på bevaring og utvikling av laksebestandene kan være enten negative eller positive. Virkningene er avhengige av laksens evne å tilpasse seg til endringene i levemiljøet sitt. Laksen har tilpasset seg til forholdene som i de siste 10 000 årene har rådet i Tanavassdraget og de gradvise endringene i dem, men klimaendringen er antatt å skje raskere i fremtiden enn de tidligere klimaendringene.

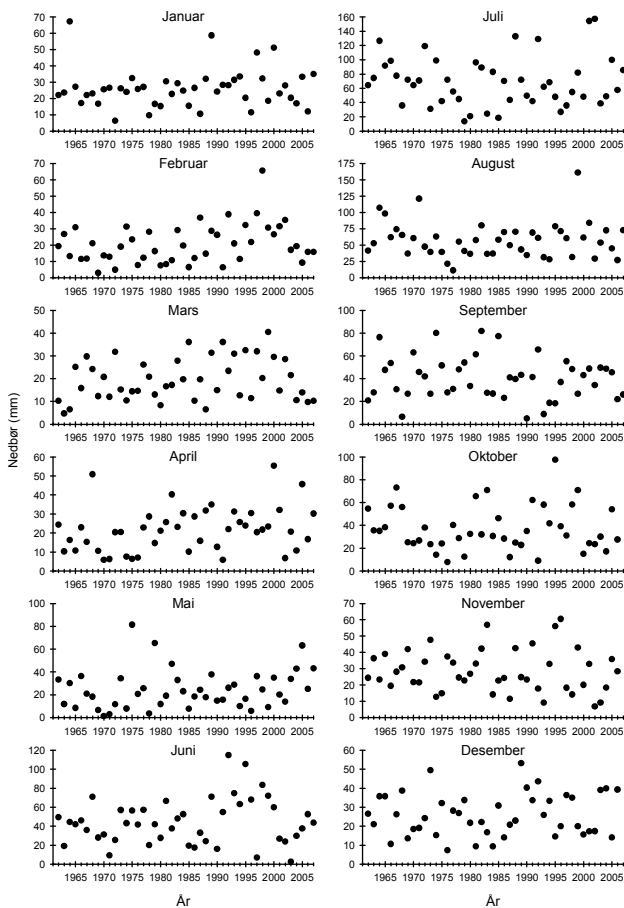
4. Nedbørsmengde

Årsnedbøren i nedbørsfeltet er liten. I perioden mellom slutten av oktober og slutten av april kommer nedbøren som regel i form av snø. Den betydeligste delen av årsnedbøren kommer i løpet av juni-august (Figur 9). Årsaken til at det kommer lite nedbør på Finnmarksvidda og også andre deler av Tanavassdragets nedbørsfelt er at nedbøren som lavtrykkene kommer med fra Atlanterhavet til Nord-Europa, som oftest faller ned allerede på norskekysten.

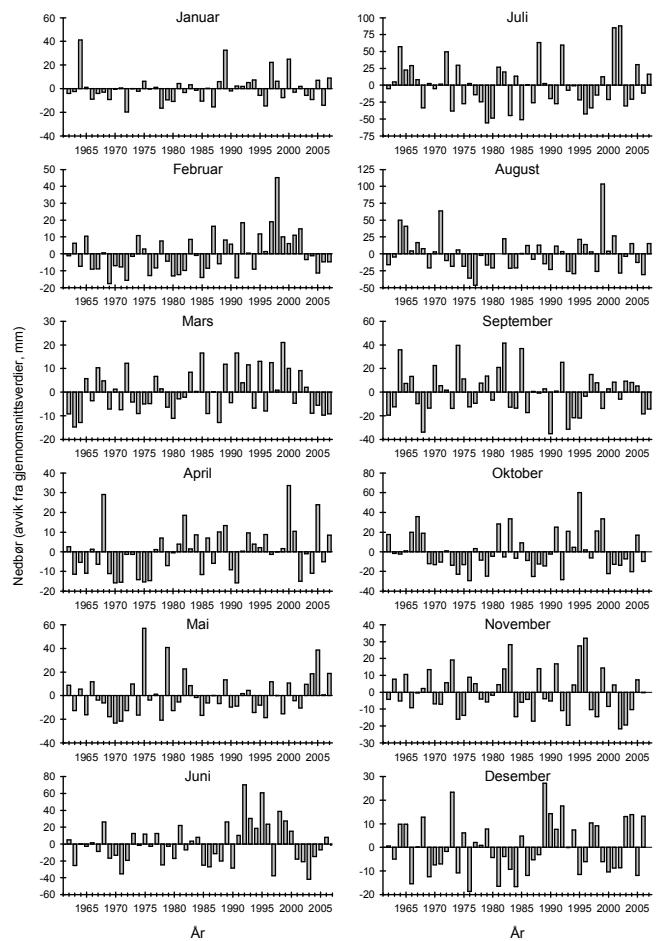


Figur 9. Gjennomsnittlig døggnedbør ved Kevo i Ohcejohka i årene 1962–2005. Kilde: Finlands meteorologiske institutt.

Nedbøren om sommeren har stor betydning for laksens oppgang. Flommen som resultat av snøsmeltingen, som regel på slutten av mai og begynnelsen av juni, forlenges på grunn av regnperioder på forsommeren. Til sammen holder disse miljøfaktorene vannføringen i Tanaelva større på den tiden de største laksene går opp. Høyere vannstand på grunn av nedbør blir som regel kortvarig fordi vassdraget har så få innsjøbassenger og myrer som holder på vannmengdene.



Figur 10. Gjenomsnittlig månedsnedbør ved Kevo i Ohcejohka. Kilde: Finlands meteorologiske institutt.



Figur 11. Forskjellene mellom de gjennomsnittlige månedsnedbørene i ulike år. Kilde: Finlands meteorologiske institutt

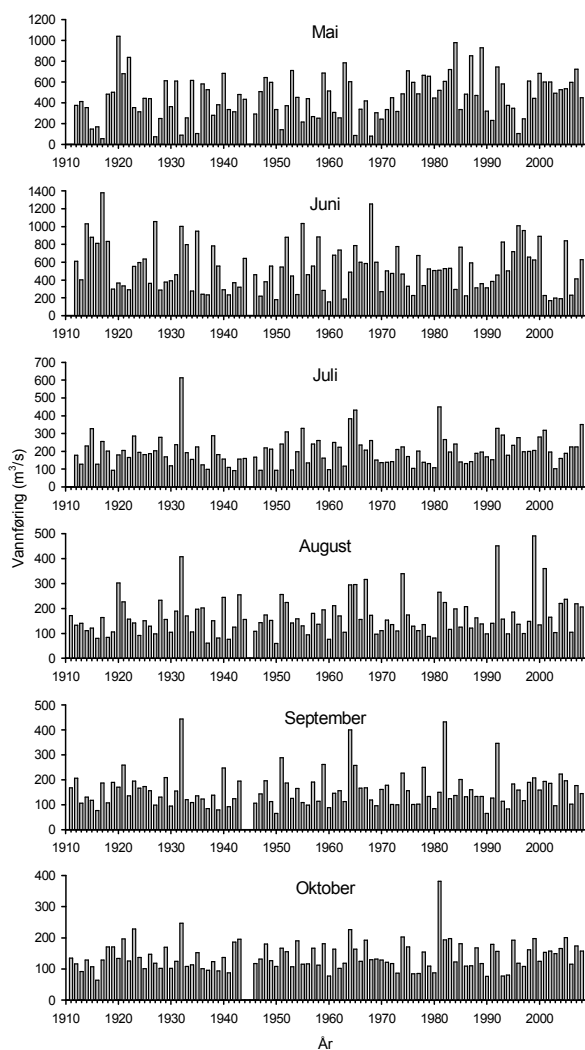
Gjenomsnittlig månedsnedbør varierer mellom ulike år (Figur 10). Enkelte, riktignok få, år har regnet nesten uteblitt på den tiden laksen går opp. Det skjedde for eksempel i juni 2003 da vannføringen i Tanavassdraget var liten. I Tanavassdragets nedbørsfelt forekommer det normalt ikke langvarige nedbørsperioder, i sommermånedene kan regnet komme på bare noen få dager, og da stiger vannstanden i elvene raskt. I løpet av en periode på drøye 40 år kan man ikke se klare endringer i de gjennomsnittlige nedbørsmengdene i noen måned, selv om variasjonen mellom de ulike årene har vært stor.

Variasjonen i gjennomsnittlig månedsnedbør mellom årene er betydelig både om vinteren og om sommeren (Figur 11). Man ser at nedbørsmengden har vært større eller mindre enn gjennomsnittet i perioder på tre til fire etterfølgende år. I de siste år har nedbørsmengden i mai vært større enn gjennomsnittet og nedbørsmengden i juni tilsvarende mindre enn gjennomsnittet. Man har anslått at nedbørsmengdene vil øke som følge av klimaoppvarming, noe som ville ha innvirkning på vannstanden i Tanaelva og endringer i den om sommeren. Kraftige regn, eller økt nedbørmengde generelt, ville få en negativ påvirkning på fangst med stengsel. For eksempel økte vannstanden raskt under de kraftige regnbygene i juli-august 2001 og 2002 og hindret dermed fisket med laksestengel for noen dager. Hvis nedbøren øker i fremtiden, vil det tilskynde erosjonen i elvene, og det kan transporteres mer sedimenter enn før til områder som er viktige for lakseproduksjon fordi de er levemiljø

for lakseyngelen, og føre til at områdene ikke er så velegnet for yngelen. På grunn av økt nedbør kan vannstanden i Tanavassdraget stige og laksefangsten bli redusert, noe som muligens kan styrke laksebestanden. Små nedbørsmengder i sideelvene reduserer for sin del vannføringen, og da kan laksen i enkelte sideelver til Tanaelva komme lettere opp fosser enn når vannstanden er normal eller høyere enn normal.

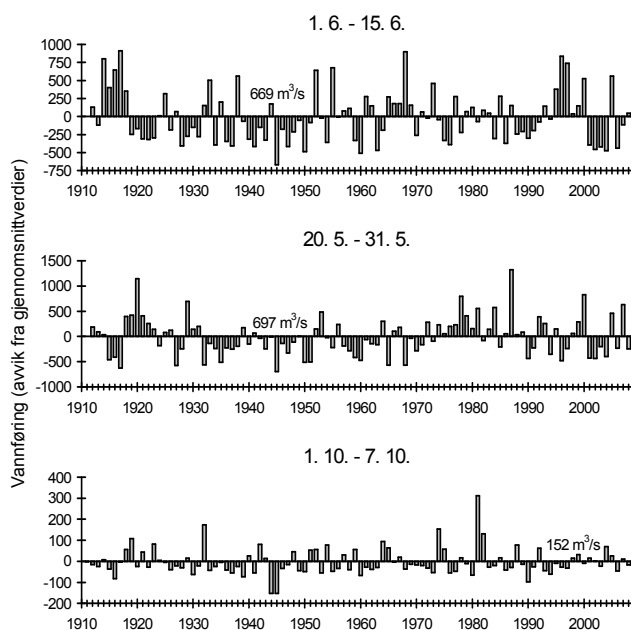
5. Vannføring

Midlere årsvannføring ved Tanaelvmunningen er 203 m³/s. Variasjonen i gjennomsnittlig månedsvannføring mellom årene er store, særlig i mai og juni (Figur 12). De store forskjellene fra år til år på forsommeren beror på om vårfloppen kommer i mai eller juni. Variasjonene i snømengdene på slutten av våren påvirker på sin side størrelsen av kommende vannføringer. Enkelte år fører store snømengder ikke til stor vannføring, fordi en betydelig del av snøen fordamper ut i atmosfæren på grunn av sollyset. Man kan ikke finne regelmessige variasjoner i størrelsen på vannføringen. På begynnelsen av 2000-tallet var midlere månedsvannføring i juni den minste i hele den 100 år lange observasjonsrekken, bortsett fra året 2005. Tilsvarende har midlere vannføring i mai på 2000-tallet vært større enn gjennomsnittet. Største midlere månedsvannføringene har vært så stor som 1400 m³/s. På sitt største har målt vannføring vært 3844 m³ i sekundet i slutten av mai 1920 og 3429 m³ i sekundet i midten av juni 1917.



Figur 12. Gjennomsnittlig vannføring i Tanaelva ved Polmak i mai, juni, juli, august, september og oktober i årene 1912–2008. Kilde: NVE.

Den kraftige variasjonen fra år til år, særlig på forsommeren, påvirker fangstmengden man får med drivgarn om våren. Når vannføringen er stor i første halvdel av juni, er bruken av drivgarn mer tungvint, i hvert fall høyere oppe i Tanaelva, mens selv stor vannføring i nedre del av elva ikke er til hinder for drivgarnsfisket. Høyere oppe i Tanaelva, oppstrøms fra Nuorgam, er elvebunnen hovedsakelig steinete, og i sterk strøm og vannføring som er større enn gjennomsnittlig, er det ikke mulig å få lagt slike søkker i undertelnen at den nedre kanten av garnet går nær bunnen. Drivgarn med for tunge søkker setter seg lett fast i bunnsteiner og fisker ikke effektivt. Når vannføringen er gjennomsnittlig i første halvdel av juni, er det ingen problemer med å bruke drivgarn verken i den nedre eller øvre delen av Tanaelva. Vannføringen i Tanaelva i drivgarnsesongen var uvanlig liten i begynnelsen av 2000-tallet, og da fikk man svært store fangster med drivgarn. Størrelsen av drivgarnsfangstene var i tillegg til lav vannstand også påvirket av at det kom opp en sterk to og tre sjøvinters laksebestand, som var født av den forrige gode laksebestanden på begynnelsen av 1990-tallet. I den nedre delen av Tanaelva består elvebunnen av sand slik at størrelsen på vannføringen ikke har samme betydning som begrensning for drivgarnsfisket som steinbunnen høyere oppe i elva. I den nedre delen av elva betyr en stor vannføring at vannet fører med seg mer sedimenter, og da ser laksen drivgarnet dårligere og blir lettere fanget. Senere på sommeren, særlig i juli, er vannføringsforholdene jevnere mellom ulike år, og da er forholdene som regel gode for stengselfiske. Høyere oppe er Tanaelva betydelig smalere, og der hever en øking av vannføring lett vannstanden i elva. I den nedre delen av elva vises økt vannføring ikke så klart som høyere vannstand, og derfor er vellykket stengsel- og garnfiske mindre utsatt for variasjoner i vannføringen der enn det fisket som foregår høyere oppe, der Tanaelvas løp er smalere.



Figur 13. Avvik i vannføringen i Tanaelva fra gjennomsnittlig verdi for det aktuelle tidspunktet ved målestasjonen i Polmak. Kilde: NVE.

En betydelig del av 2- og 3-sjøvinters laks vandrer opp i Tanaelva innen midten av juni. Man kan slå fast at vannføringsforholdene og fiskeintensiteten i begynnelsen av juni betyr mye for hvor stor andel som blir fanget av laksen som på den tiden går opp i elva. Gjennomsnittlig vannføring i drivgarnfiskeperioden i juni er ved Polmak målestasjon 669 kubikkmeter per sekund (Figur 13). I slutten av mai, som også er drivgarnfisketid, er midlere vannføring 699 kubikkmeter per sekund. I begynnelsen av 2000-tallet var vannføringen i Tanaelva i drivgarnsesongen klart mindre enn denne

tidens midlere vannføring, og da fikk man svært store fangster av laks med drivgarn i hele Tanaelva. I fremtiden kunne vannføringsdataene utnyttet til regulering av drivgarnfisket, særlig i år med svake bestander av 2–3 sjøvinters laks og spesielt liten vannføring.

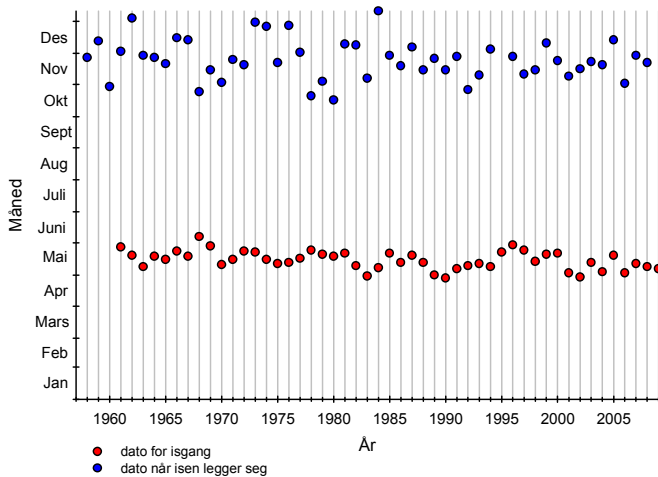
I september og spesielt i oktober er det små variasjoner i vannføringen mellom ulike år (Figur 13). Dette har betydning for at gyteforholdene holder seg like fra år til år slik at gytingen blir vellykket. Gyteplassene for laksen i raskt strømmende vann er nøye avgrenset i steinete elvebunn med hensyn til hvor løse eller flyttbare steinene er, strømhastighet og også dybde. Laksen gyter i Tanaelva i begynnelsen av oktober, og i sideelvene til Tanaelva allerede i den tredje og fjerde uka i september, og man har til og med observasjoner om at gyting har funnet sted i den første uka i september. I begynnelsen av september, i laksens gytetid, har det vært små variasjoner mellom årene i vannføringen i Tanaelva (Figur 13), til tross for at det til dels har vært store variasjoner i vannføringen om sommeren. Vannføringen har jevnet seg delvis ut innen laksens gytetid, noe som har skapt like forhold for gyting fra år til år. Hvis vannføringen er større enn gjennomsnittet under gyteperioden, kan laksen grave gytegroper nærmere elvebredden. Gytegroper med rogn som utvikles i dem, som ligger nærmere elvebredden og dermed i grunnere vann, er mer utsatt for ødeleggelse under neste vårs isgang enn gytegroper med rogn som ligger på de normale plassene. Hvis gytegropen ligger nærmere elvebredden enn normalt, kan rogn i gropa komme opp av vannet og bli ødelagt, når vannføringen naturlig minker i løpet av vinteren. Det fins ikke forskningsdata om hvor stor virkning isgangen om våren eller gytegrope på for grunt vann og ødelegging av den har på tanalaksens bestandsvariasjoner. Det er likevel åpenbart at vesentlige endringer i vannføringen i gyteperioden, først og fremst øking, påvirker valget av gyteplassen og reduserer yngelproduksjonen.

6. Isdekket på elvene

Tidspunktet for når Tanaelva blir islagt bestemmes av lengden på kuldeperioden og hvor sterk kulde som kjøler vannet ned til nærheten av null grader. Elva begynner å fryse til slik at det litt om gangen samles sarr på strendene. Når vannet blir underkjølt ($-0.2 - -0.4$ °C) dannes det små krystaller, og på bunnsteinene i stryk og andre steder med sterk strøm dannes det såkalt bunnis. Bunnisen legger seg ofte i flere titalls centimeter tykke lag over store områder i elvebunnen. En slik ismasse er typisk i elvepartier med sterk strøm, men den forekommer nesten ikke i stilleflytende partier. Bunnisen i Tanaelva består av porøst sarr, som løsner lett fra steinoverflaten. Hvis det fortsetter med streng kulde, øker mengden av iskrystaller i strømmende vann og forsterker bunnisen som har lagt seg på bunnen, og som til slutt løsner og driver med strømmen nedover som sarrflåter. Islegging av hovedløpet av Tanaelva, dannelse av isdekke, begynner i strykene i den nedre delen av elva og fortsetter oppstrøms på den måten at det langs elvebredden samles stadig mer ismasse som oppstrøms er blitt til sarr, som hele tiden innsnevrer det åpne elveløpet. Issvull som har dannet seg i Ohcejohkastryket hever ved Ohcejohka vannstanden i Tanaelva med rundt en meter, og elveløpet får et isdekke over det hele.



Foto 3a og 3b. 3a Alle små elver ser ut til å bunnfryse, men vannet renner dog mellom steiner og sikrer dermed lakseynglenes overlevelse under isdannelsen. Bildet er fra nedre del av Kuoppilaselva (Kuva Eero Niemelä). 3b. Isdannelse på Tanaelva bildet er tatt ved Onnela-kulpen (Foto Eero Niemelä).



Figur 14. Årlige variasjoner i tidspunktet for når isen legger seg på Tanaelva (blå sirkel) og datoen for isgang (rød sirkel) i nedre delen av Onnela-kulpen. Kilde: SYKE, RKTL.

I løpet av en lang periode, 50 år, har tidspunktet for islegging av Tanaelva variert mellom midten av oktober til begynnelsen av januar. Vanligvis har elva fått isdekke ved Onnela-kulpen i november (Figur 14). Til tross for store variasjoner mellom årene har ikke isleggingstidspunktet blitt flyttet til verken tidligere eller senere tidspunkt. I noen svært få år har isen gått i Tanaelvas strykparti i et stort område midt på den kaldeste vinteren. Denne overraskende isgangen forårsakes av at elva i det grunne strykpartiet har frosset helt til bunns, og derfor har strømmen ovenfra presset isdekket under seg og knust det og med sin kraft skjøvet isen nedstrøms.

Tykkelsen på isdekket i Tanaelva er avhengig av kuldegradene og tykkelsen på snødekket over isen. Streng og langvarig frost sammen med et tynt snødekke skaper et tykt isdekke. Tidligere, før veien ble bygd, ble Tanaelva brukt som ferdselsåre om vinteren. Det ble dannet spor etter ferdsel på isdekket og etter hvert en bilvei, noe som styrket isen fordi det isolerende snødekket manglet. Anvendelsen av elva som

ferdselsåre om vinteren kan da også være en grunn til at tanaisen var sterkere før enn i dag, og isgangen sies å ha vært mer voldsom.

Isdannelseprosessen og eksistensen av isdekke på Tanaelva kan ha mange slags virkninger på laksens yngelfase og laksen som blir i elva etter gyting. Laksungene tilbringer størsteparten av sin tid under de kalde forholdene i ly av steinene. Veksten av laksungene er sterkest i juli-august, da de oppholder seg lenge over bunnsteinene og spiser aktivt insekter som driver med strømmen. Når vannet fra august og utover blir kaldere, oppholder laksungene størsteparten av døgnet i ly av steinene, og kommer over bunnsteinene bare om natta. Det er observert at laksungene blir nattaktive når vannet kjøles ned. At laksungene blir nattaktive kan ha sammenheng med at de beskytter seg mot å bli tatt av fiender.

Kvaliteten av steinbunnen i elva har stor betydning for laksungeproduksjonen. Størrelsen og kvaliteten av de såkalte vinterbiotopene bestemmer langt på vei antallet smolt i det enkelte vassdraget. Laksungene må for vinteren finne slike steinete områder i elva hvor de kan gjemme seg under steiner og til og med under flere steinlag. I mange av sideelvene til Tanaelva med stor helning, finnes rikelig med steinbunn som egner seg til en vellykket overvintring for laksunger. Også i hovedløpet av Tanaelva er det store velegnede overvintringsområder for laksunger, men sand som er erodert fra enkelte elveskrånninger, er blitt transportert nedstrøms og har fylt opp hulrom mellom steinene og til slutt omfattende områder av steinbunnen.



Foto 4. Den steinete elvebunnen i nedre del av Utsjokelva, her kan lakseyngelen finne ly både sommer og vintertid. Den spesielle bunnbeskaffenheten beskytter også yngelen ved isdannelse, samt for predasjon og er energibesparende da vannet ikke renner så raskt (Foto Eero Niemelä)

Før elva fryser til flytter laksungene fra steinene i den grunne strandsonen til dypere vann, hvor de er beskyttet mot at elva fryser helt til bunns. Etter at isdekket er dannet, kan en del av laksungene komme tilbake nærmere strandsonen. Det antas at laksungene bruker lite energi om vinteren under forholdene i Tanaelva, men man tror

at laksungene likevel fanger litt bunndyr. Sparsommelig lys under isdekket i løpet av den lange vinteren sammen med null-temperaturen i vannet reduserer aktiviteten og energiforbruket til laksungene. Klimaoppvarmingen kan ha den effekten at det ikke alltid dannes isdekke på Tanaelva. Da kan det skje endringer i oppførselen til laksungene om vinteren. På grunn av økt lysmengde kan deres bevegelser eller livsfunksjoner og stoffskifte øke sammenlignet med i dag. Under forhold hvor mengden av tilgjengelig næring er knapp om vinteren, ville laksungers overlevelse antakelig bli svakere når stoffskiftet øker. I mangel på isdekke til å jevne ut leveforholdene kunne periodene med dannelse av bunnis på steinene i elvebunnen vare lengre enn de få ukene i dag. Dette ville svekke laksungers overlevelse i Tanavassdraget.

Laksens gyteplasser i Tanavassdraget ligger ofte på steder hvor elven krysser grus- og sandrygger. I slike eskerdannelser er det vannårer hvor vannet bobler ut fra kilder i elvebunnen. Laksen gyter år etter år på de samme stedene i elva, og finner etter alt å dømme disse gyteplassene ved å sanse grunnvannet som kommer opp mellom grus og stein. I forbindelse med gytingen graver hunnlaksen en grop hvor den befruktede rogn dekkes til når hunnen graver en ny grop ovenfor den forrige slik at løst bunnmateriale siger nedstrøms. Rogna kan bli liggende under endog en halvmeter tykk stein- og gruslag. Om vinteren, når vannstanden i elva synker og isdekket trykkes nedover, kan det skje at isdekket sitter fast i bunnen ved gytesteinene. Rogna i gytegroppen er som oftest beskyttet mot frysing og tørking takket være vannet med jevn temperatur som stiger opp av grunnen. Denne jevne temperaturen i grunnvannet garanterer at laksembryoene i rogn utvikler seg år etter år i samme tempo overalt i vassdraget og at yngelen klekkes nokså samtidig under like forhold.

Etter gytingen blir største delen av laksene værende i Tanavassdraget over vinteren for så å vandre ut av elva om våren. Man har observert at laksen raskt vandrer bort fra de minste gyteelvene etter gytingen. De vandrer nedstrøms åpenbart fordi det i de fleste sideelvene til Tanaelva finnes svært få kulper hvor overvintring kan lykkes. En betydelig del av laksen som har gytt, overvintrer i de dypeste områdene i Tanaelva og i innsjøer ved enkelte sideelver. Isdekket om vinteren beskytter vinterstøingene på samme måte som laksunger. Vinterstøinger bruker lite energi til å bevege seg og deres stoffskifte er lavt. Hvis det på grunn av for eksempel klimaoppvarming ikke blir dannet isdekke som reduserer lysmengden, kan vinterstøingers stoffskifte bli høyere ved økt lysmengde. Da kan vinterstøingers overlevelsesmuligheter svekkes når de på grunn mer aktivitet øker energiforbruket sitt. I radiotelemetriundersøkelser har man sett at laksen som etter gyting overvintrer i hovedløpet av Tanaelva, holdt seg nesten urørlig på samme sted både i grunne og dype partier av elva hele vinteren.

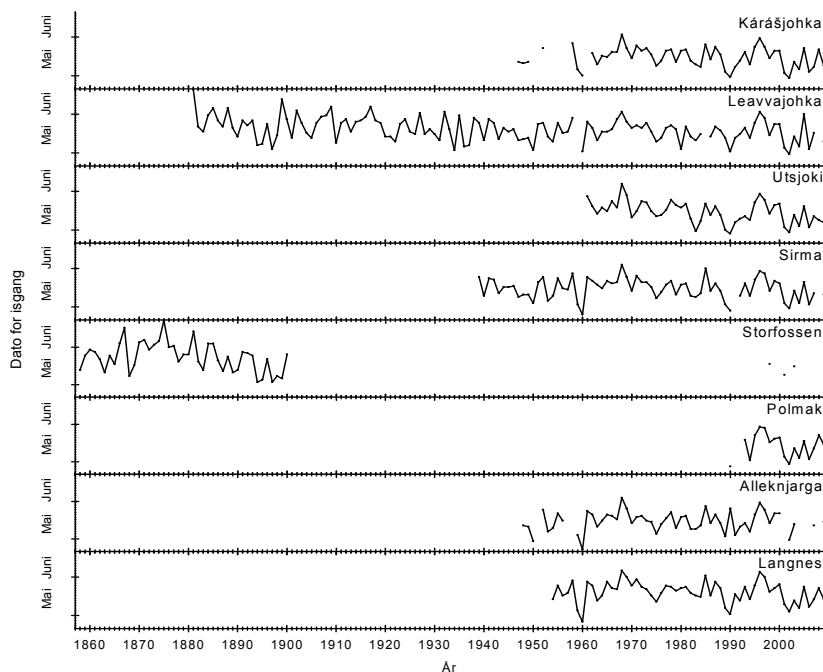
Tanaelva har isdekke gjennomsnittlig i seks måneder, fra midten av november til midten av mai. Enkelte år har isdekket ligget sågar litt over sju måneder, slik som i 1978, da elva frøs til på slutten av oktober og isen gikk i begynnelsen av juni 1979.



Foto 5a og 5b. Vannstanden øker i Akuelva i oktober-november pga. isdannelse på stein og bunnfrysing. Vannet kan t.o.m. komme over elvebredden. Isen dannes høyere enn normal vannstand. Lakseyngelen må da søke ly dypt ned i steinbunnen. Laks som gytt går ut av elva eller ned i de dypeste rennene i elva (Foto Eero Niemelä).

7. Tidspunkt for isgang i Tanavassdraget

Store variasjoner i isgangens tidspunkt fra slutten av april til midten av juni gjenspeiler de sterke variasjonene i vær- og klimaforholdene fra år til år. Isgangen i Tanavassdraget oppleves som et viktig naturfenomen og som snart forestående begynnelse på fiskesesongen etter en lang vinter. I tidligere fiskeforskrifter var det tillatt å begynne å fiske i første halvdel av mai, selv om isgangsdata viser at isen i ulike deler av Tanavassdraget som regel først har gått i den siste halvdel av mai, enkelte ganger så sent som i juni.



Figur 15. Årlige datoer for isgang i Tanavassdraget. Langnes ligger 2 km, Alleknjarga 55 km, Polmak 55 km, øvre del av Storfossen 74 km, Sirma 85 km, Utsjoki 106 km, Leavvajohka 135 km og Kárášjohka 230 km over Tanamunningen. Kilde: NVE, SYKE, RKTL.

Selv om nedbørsfeltet til Tanavassdraget utgjør 16 000 km², skjer isgangen i de ulike elvene i vassdraget nokså samtidig (Figur 15). Det som gjør at isgangen i enkelte områder blir forsinket, er at det tidvis dannes isdammer. Isgangen er et mektig naturfenomen, når isen løsner på en strekning av flere hundre kilometer fra Kárášjohka, Anárjohka og Tanaelva og danner et "istog" som passerer i et par døgn, i nedre del av Tanaelva. I år med streng og langvarig kulde har isen i Tanaelva, Anárjohka og Kárášjohka blitt til stális opp til 1 meters tykkelse. Så tykke isflak driver nedstrøms først når vannstanden stiger. Isflakene treffer rett som det er steiner i strandsonen og grunner i midten av elva og flytter på digre steiner. I elvebredden forårsaker isflakene erosjon. Som følge av den kraftige isgangen dannes det ofte nye stein- og grusbanker. Mange tradisjonelle laksestengselsplasser er blitt endret på grunn av sand og mye stein som har lagt seg på stengselsplassen, og også gode fiskeplasser som brukes i stangfisket er blitt endret som følge av isgangen. Noen ganger har isgangen gjort stengselsplassen bedre og laget nye, gode stangfiskeplasser hvor gytelaksen stopper for en stund.



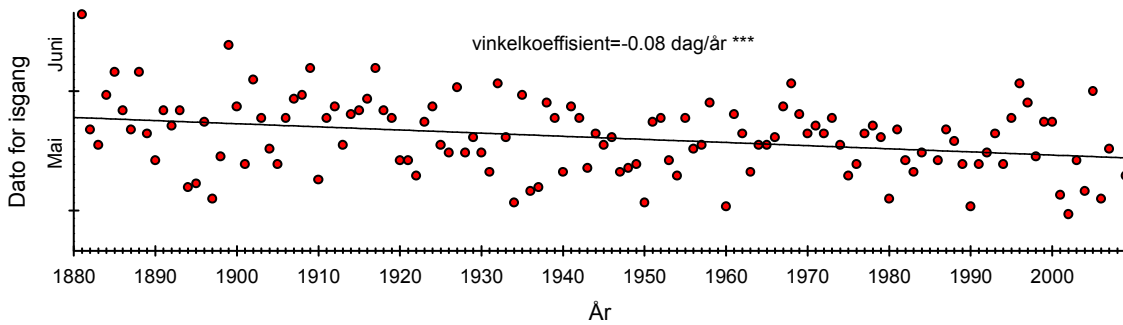
Foto 6a og 6b. 6a Isblokkene skrapet mot trærne på elvebredden. Merker fra tidligere isgang kan hjelpe ved planer om bygninger langs elvebredden (Foto Eero Niemelä). 6b. Isgangen kan også påvirke og forandre bunnstrukturen. Kraftig isgang, sammen med lav vanntemperatur sommertid og snau næringstilgang påvirker tilgangen på byttedyr for lakseyngelen, og dermed også tilveksthastigheten hos yngelen, som f. eks i Levvajohka hvor yngelen vokser langsomt. Ved bunnfrysing og derpå følgende isgang flyttes bunnmaterialer, stein, pukk og sand, og skaper erosjon i elvebunnen (Foto Eero Niemelä).

En sterk isgang rensker strandsonen og triller stein fra der de lå, nedstrøms under isflak. Algevegetasjonen fra året før og eventuell mosevegetasjon som har utviklet seg gjennom lengre tid, slipes av. Også insekters larvestadier kan løsne fra steiner som flyttes. En sterk isgang kan redusere laksungenes muligheter for å skaffe næring og dermed svekke veksten av dem. I de strykene i Tanaelvas sideelver hvor isgangen ikke fører til erosjon i steinpartier, beskytter mosevegetasjonen på steinene insektslarver, og i slike områder er også laksungers vekstmuligheter bedre.

Det eksisterer ikke forskningsdata om oppførselen til laksunger under isgangen. Det antas at laksunger som oppholder seg dypere nede i midten av elva under steiner har et tryggere miljø enn de som oppholder seg under steiner i strandsonen. Som oftest stiger vannstanden i Tanaelva under isgangen opp til flere meter, og da kommer laksungene som før isgangen og vannstandsstigningen har gjømt seg i steinpartier i strandsonen, uskadd ut fra det. Laksungene velger for vinteren helst slike miljøer hvor de kan søke seg inn i steinrøyser, til og med under flere lag med stein. Det er likevel

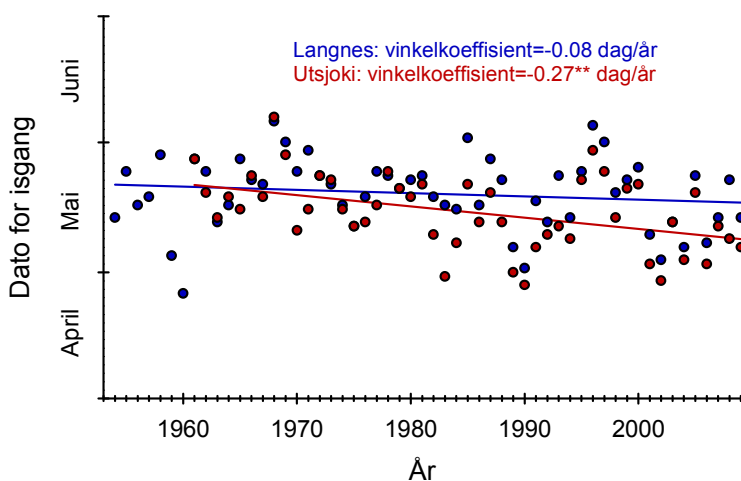
klart at en sterk isgang fører til dødelighet blant laksunger. Man kjenner ikke størrelsen på denne eller betydningen for bestandsvariasjoner.

Vinterstøingene vandrer etter alt å dømme ikke til sjøen under isgangen (Figur 1), men starter vandringen når vanntemperaturen stiger etter isgangen. Antakelig derfor forårsaker isgangen ikke nevneverdig naturlig dødelighet blant vinterstøingene.



Figur 16. Endringer i tidspunkt for isgang i Tanaelva ved Leavvajohka. Kilde: NVE.

Den lengste sammenhengende tidsserien over isgangen i Tanaelva er fra Leavvajohka-munningen fra og med året 1880 (Figur 16). I et langt tidsperspektiv, fra 1881 til 2007, har isgangen ved Leavvajohka begynt å inntreffe betydelig tidligere. I enkelte unntaksår har isgangen skjedd først den 21. juni, slik det skjedde i 1881. Det fortelles at det var en eksepsjonelt stor isdam i Tanaelva i 1881, som etter alt å dømme har ligget ved Leavvajohka. I 1867 gikk isen ved Storfossen svært sent, dvs. den 17. juni. Den seneste isgangen er observert den 23. juni ved Storfossen i 1875. På slutten av 1800-tallet og i begynnelsen av 1900-tallet har lufttemperaturen om våren etter alt å dømme vært klart lavere enn vårtemperaturerne i dag, og det har ført til sene isganger i Tanavassdraget. Den kalde perioden på slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet i det nordlige området kan også observeres i de lave middeltemperaturerne i Barentshavet like ved, sammenlignet med senere år (Figur 34 og 35) Den tidligste isgangen ved Leavvajohka har skjedd den 30. april i 2002.



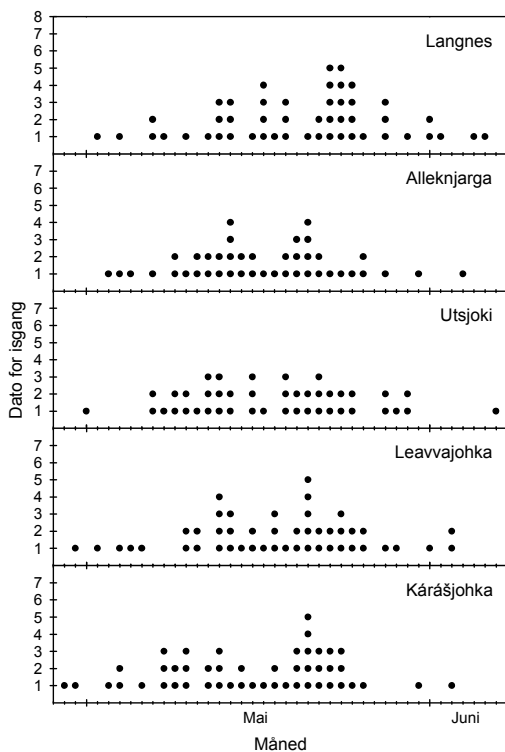
Figur 17. Endringer i tidspunkt for isgang i Tanamunningen ved Langnes (blå punkter, årene 1954–2008) og ved Ohcejohka (røde punkter, årene 1961–2008). Kilde: NVE, SYKE.

Isgangsdata fra Tanamunningen ved Langnes har man fra 1954 av og ved Ohcejohka, Onnela-kulpen, fra 1961 av (Figur 17). Isgangen ved Onnela-kulpen har i løpet av de siste 45 år inntruffet merkbart tidligere, men ved Langnes har man ikke observert noen betydningsfull endring i løpet av de siste 53 årene, selv om isgangen også der foregår tidligere. Som regel har isen gått først ved Onnela-kulpen og først deretter ved Langnes. Forskjellen i isgangstidspunktet har vært cirka seks døgn. I enkelte år har isen riktignok gått tidligere ved elvemunningen enn ved Onnela-kulpen.

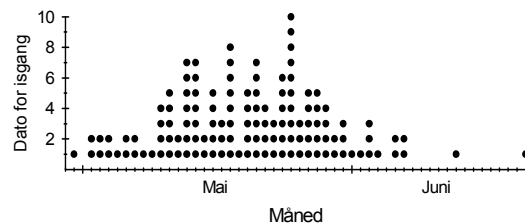
Før isgangen øker vannføringen og vannstanden stiger. Økt vannføring river noen steder løs is og presser is fra øvre deler av vassdraget mot isen lenger nede. Når is transporteres nedstrøms elva, dannes det isdammer på grunne partier eller elvesvinger, og da løftes isen ovenfor dammen opp til tresjiktet i elveskråningen, når vannstanden ovenfor dammen stiger. Etter at isen har gått, synker vannstanden i elva for en kortere tid. Den egentlige flommen som oppstår av snøsmelting på fjellområdet kommer noen dager eller en uke etter isgangen. Flommen river løs og fører med seg isflak som har havnet på strandvollen under isgangen. Som regel varer flommen cirka en uke. Laksefisket i Tanaelva begynner når mengden av isflak er redusert så mye at de ikke er i veien for drivgarnsfisket.



Foto 7a og 7b. I Tanaelva bygges det opp hvert år en nesten 10 m høy isdemning like ved Storfossen. Isen former elveløpet i sin fremfart (Eero Niemelä). 7b. Isen samles opp og brytes sønder av sin egen vekt når den flytter seg nedover i isgangen (Foto Eero Niemelä).

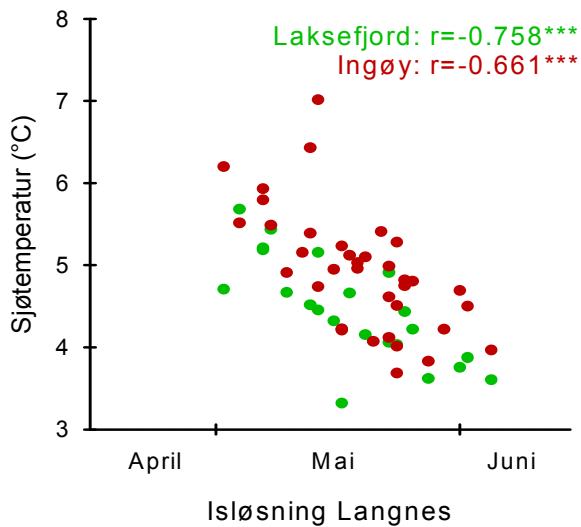


Figurene 18. Parallele tidspunkter for isgang i Tanavassdraget. Nederste figur viser isgangen ved Leavvajohka i perioden 1881–2007. Kilde: NVE, SYKE.

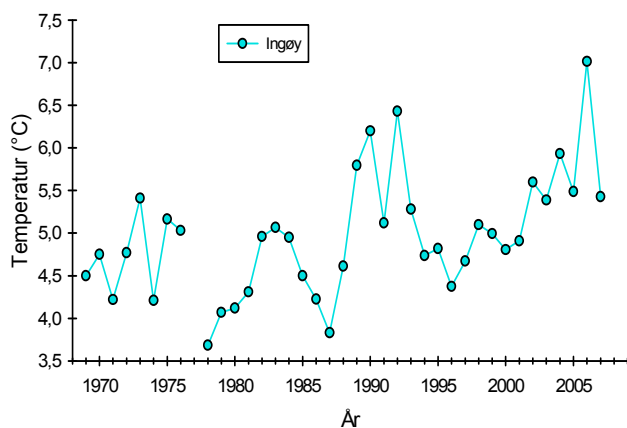


I hovedløpet Tanaelva og Kárášjohka går isen som regel mot slutten av mai, mellom den 15. og 25. mai (Figur 18). Observasjoner i løpet av 120 år med isgangsdatoer i Tanaelva ved sideelva Leavvajohka viser store variasjoner mellom årene. Som oftest har isen i denne observasjonsperioden gått den 24. mai.

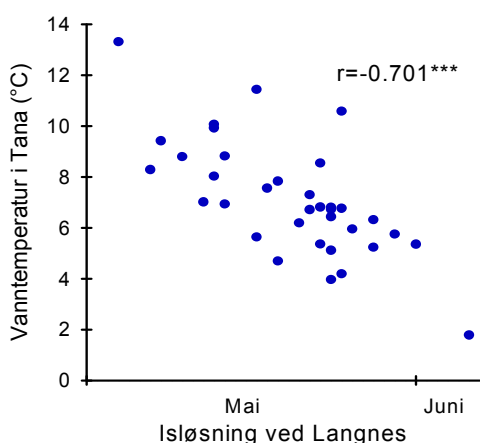
Temperaturen i Tanavassdragets nedbørsfelt reguleres av høytrykk- og lavtrykk fra ulike retninger. Variasjoner og endringer i makroklimatemperaturer i Europa gjenspeiles på Atlanterhavet i temperaturene i havstrømmen som følger norskekysten. Lignende og samtidige endringer har man observert i lufttemperaturen i Tanavassdragets nedbørsfelt. Tidspunktet for isgangen i Tanavassdraget varierer i takt med endringer i sjøtemperaturen ved Laksefjord og Ingøy i mai (Figur 19). Middelttemperaturen i havstrømmen langs norskekysten i mai har steget fra slutten av 1970-tallet og særlig tydelig fra og med 1994, og lå i mai 2006 på sitt høyeste siden 1969 (Figur 20).



Figur 19. Sammenhengen mellom tidspunktet for isgangen i Tanaelva ved Langnes og den gjennomsnittlige sjøtemperaturen i mai i årene 1984–2006. Sjøtemperaturene er fra målestasjonene i Laksefjord og Ingøy vest for Tanafjorden. Kilde: sjøtemperatur, HI; isløsning, NVE.



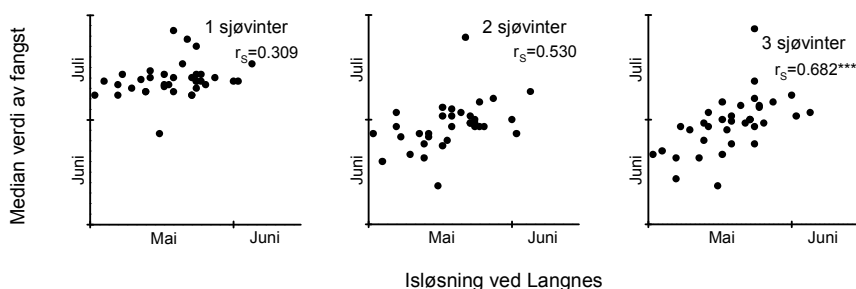
Figur 20. Middeltemperatur i mai i havstrømmen langs norskekysten målt ved Ingøy målestasjon. Kilde: HI.



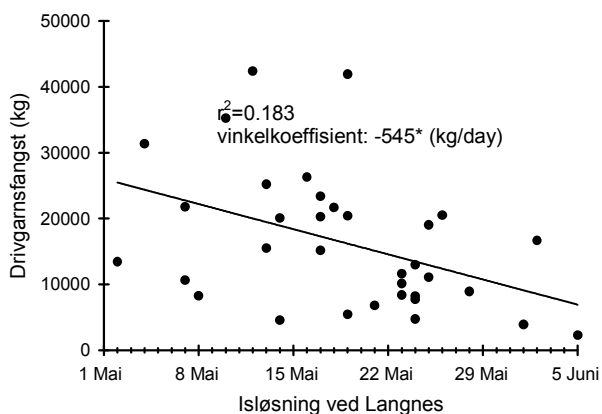
Figur 21. Sammenhengen mellom tidspunktet for isgangen ved Langnes i Tanamunningen og middeltemperaturen i vannet i Tanaelva i perioden 1.–10. juni. Kilde: NVE.

Isgangen i Tanaelva bestemmes av rådende lufttemperatur. Når isen går tidligere om våren, betyr det også at vannet i Tanaelva er varmere i begynnelsen av juni (Figur 21). Som følge av klimaoppvarmingen ventes isgangen i fremtiden å skje tidligere enn før. I fremtiden medfører en tidligere isgang også at flommen inntreffer tidligere, at

vanntemperaturen i Tanaelva stiger tidligere og at laksens oppgang skjer tidligere. Man har observert at oppgangen av 1- og 2-sjøvinters laks skjer tidligere, noe som antas å komme til dels av varmere vann i Nord-Atlanteren sammenlignet med tidligere år. Man antar at gytevandringen for 1- og 2-sjøvinters laks fra beiteområdene kommer i gang tidligere når vannet i sjøen er varmere. På den annen side vet man ut fra langsiktige observasjoner av sjøtemperatur at den har svingt i korte og lange sykluser. Hvis tanaisen fortsetter å gå tidligere enn i dag, er det sannsynlig at 1- og 2-sjøvinters laks starter gytevandringen til elva tidligere, og samme slags tidligere vandring kan man også forvente av 3-sjøvinters laks. Ved Tanamunningen i Langnes er det en klar sammenheng mellom tidspunktet for isgang og gjennomsnittlig dato for fangst av laks på grensestrekningen av Tanaelva (Figur 22). Ved tidligere isgang ser man at spesielt 3-sjøvinters laks blir fanget gjennomsnittlig tidligere med alle fangstmetoder. Tidligere isgang i Tanaelva har også hatt litt innvirkning på at 2-sjøvinters laks fanges tidligere. Når isen går tidligere, minker som regel vannføringen i Tanaelva og vanntemperaturen stiger og blir høvelig innen drivgarnsfisket begynner, og dermed har laksefangsten i kilo blitt bedre i drivgarnsfisket (Figur 23). Det at laksen går i elva tidligere, betyr at laks av ulike sjøvinteralder oppholder seg lengre enn før i elva og er utsatt for fiske, hvis fisketiden som er bestemt i fiskeforskriften, beholdes uendret, dvs. at fisket kan begynne med full styrke den 20. mai. For tiden starter fisket i begynnelsen av juni, og i bare noen svært få år, som for eksempel i 2004, har fisket kunnet starte straks i begynnelsen av fiskesesongen med drivgarn, stengsler, settegarn og stang. Stengsel- og settegarnsfiske starter jo normalt først når drivgarnfiskesesongen er avsluttet i midten av juni.



Figur 22. Sammenhengen mellom isgangsdato i Tanaelva og gjennomsnittlig fangstdato for laks med ulike sjøvinteralder på den felles grensestrekningen av Tanaelva i perioden 1975–2007. Igangsdatoer er fra Tanamunningen ved Langnes. Kilde: fangstdata, RKTL; isløsningsdatoer, NVE.



Figur 23. Sammenhengen mellom laksefangst med drivgarn (kg) og isgangsdato ved Tanamunningen i perioden 1975 – 2007. Igangsdatoer er fra Tanamunningen ved Langnes. Kilde: fangstdata, RKTL og Fylkesmannen i Finnmark; isløsningsdatoer, NVE

8. Vannstand

Vannstanden og vannføringen har innvirkning spesielt på bruken av faste redskaper som stengsler og stågarn i fisket. I Tanavassdraget varierer vannstanden som regel lite i løpet av sommeren, og det karakteristiske er at vannstanden synker jevnt etter vårfloppen. Vannet stiger litt som følge av høstregnet (Figur 24). I Tanaelva nedenfor Leavvajohka stiger vannstanden noe i slutten av juni eller begynnelsen av juli på grunn av at snøen på fjellstrøket ved Leavvajohka, de såkalte gaisaene, smelter. Den lille stigningen av vannstanden på grunn snøsmeltingen på gaisaene skjer på tiden når hovedtyngden av 1-sjøvinters laks kommer opp i Tanaelva. Øking av oksygenrikt vann på grunn av vårfloppen kan ha en effekt på øking av vandringsfarten til smålaksen i den midtre delen av Tanaelva.

Endringer i vannstand påvirker bruken og fiskeeffekten av de tradisjonelle trebukkstengslene, fordi man ved endring av vannstanden må flytte på de fangende delene av stengselen, som joddu og cuollu, slik at man får laksen til å svømme inn i stengselen. I strykpartier kreves det spesiell ferdighet i stengselfiske ved plassering av den fangende delen eller jodduen slik at når laksen blir skremt inne i stengselen svømmer den innerst i jodduen som er plassert der elva blir dypere. Stengselfiskeren må hele tiden følge med endringer i vannstanden og observere stengselens fangeevne for å oppnå en vellykket fangst.



Foto 8. Kuoppilaelva har nesten ikke tilknytning til innsjøer eller åpne myrer, som kunne fordele og holde igjen de store vannmengdene som følge av nedbør. Derfor varierer vannstanden kraftig i elva. På våren strømmer smeltevannet fosselikt ned i Tanaelva (Foto Eero Niemelä).

En rask stigning av vannstanden etterfølges nesten alltid en rask nedgang, noe som kommer av at vassdraget har så få innsjøer og myrer til lagring av vann og utjevning av vannføring. Nedtaking og ny oppbygging av stengsler av tunge trebukker når vannstanden endres sterkt enkelte, riktignok få år, har økt bruken av metallstolper. I settegarnfiske forstyrres ikke vannstandsvariasjoner så mye redskapets fangeevne

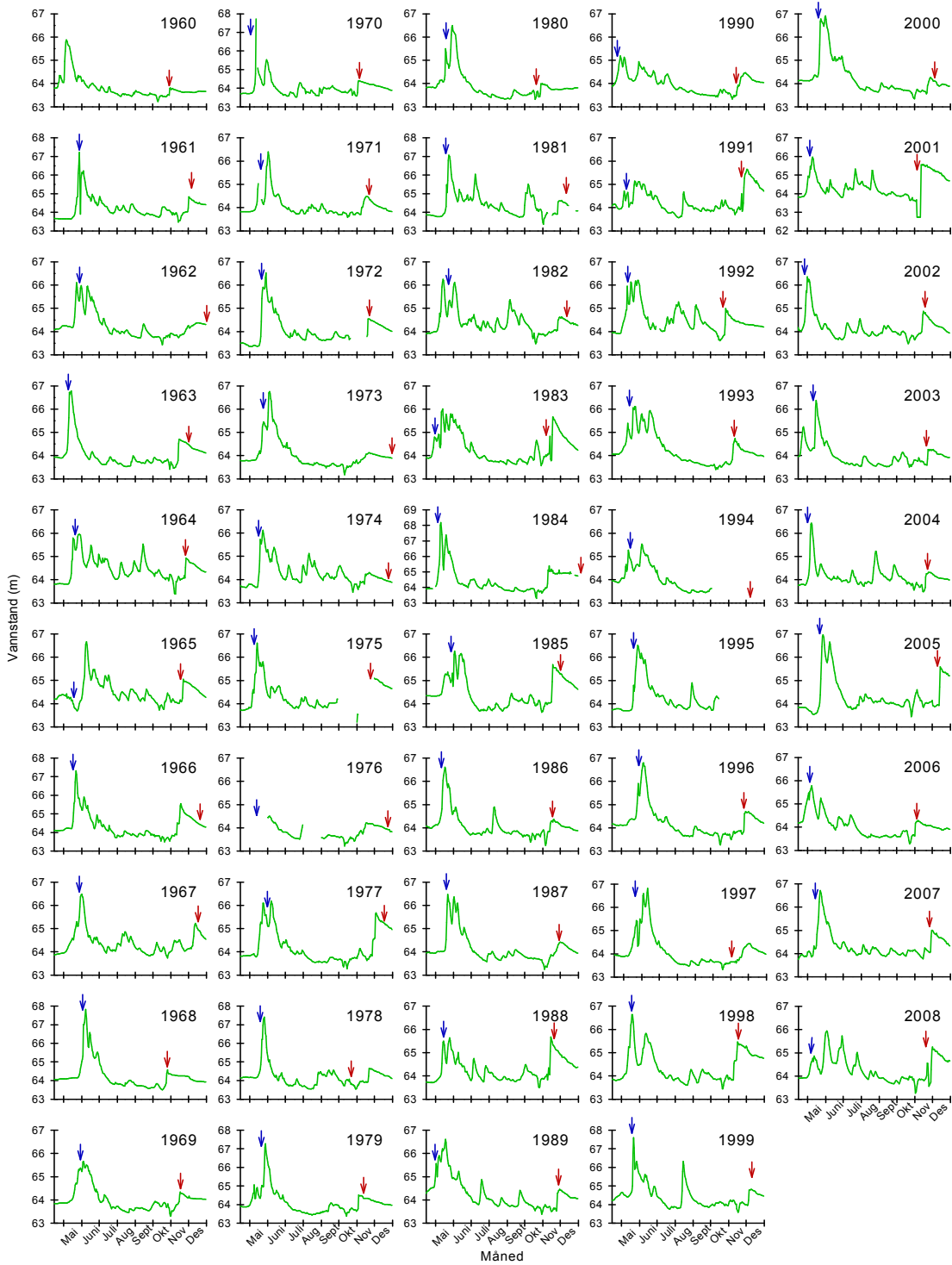
som i stengselfiske, da garnene kan plasseres på de beste fiskeplassene ut fra vannstanden.

Vannstandsøkningen betyr alltid at det blir mer rusk og rask i vannet. Når det samles mye rusk i stengselfisken eller settegarnet reduseres selvsagt fangsteffekten av dem. På samme måte forstyrres mer rusk i vannet stangfisket, fordi gresstrå o.l. som driver i vannet, setter seg fast på flue og sluk og forstyrres måten de beveger seg i vannet på og deres evne å ta fisk. Rusk er særlig forstyrrende for fluefiske og fluenes evne til å ta fisk, da man antar at laksen på dette tidspunktet er mindre irritabel og ikke tar skikkelig i fluer eller sluker. Det at vannet stiger om sommeren etter en varm periode, aktiverer laksen på vei til gyteplassen til å sette mer fart på vandringen. Vanligvis betyr det at vannet stiger, også at det blir kaldere og at det blir mer oksygen oppløst i vannet, noe laksen i en aktiv oppvandringsfase reagerer klart på. Laks som oppholder seg i nærheten av sin gyteplass, blir aktivert i Tanaelva om sommeren, når vannet stiger, og søker seg etter alt å dømmen til et sted som passer dem bedre med hensyn til strømforholdene.

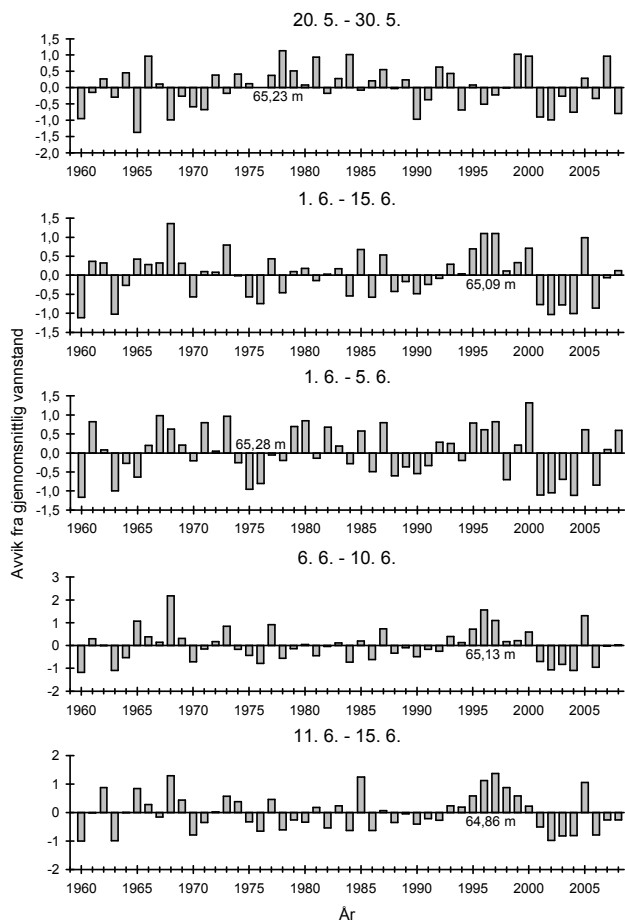
Laksungene oppholder seg om sommeren i Tanaelva i beskyttede områder i steinpartier nær elvebredden, hvor dybden er ca. en meter eller mindre. En del laksunger lever i Tanaelva også i midten av elva, men strandsonen er, med tanke på ungeproduksjon, det viktigste området i hvert fall for de yngre aldersgruppene. Når vannstanden synker, flytter laksungene tilsvarende lenger ut fra elvebredden. Hvis de ikke finner et passende steinparti lenger ute i elveløpet, vandrer de oppstrøms eller nedstrøms til det nærmeste egnede området. De strandnære områdene er viktige for laksunger bl.a. fordi det på strandsteiner er mer insektslarver de er ute etter, i nærheten av elvebredden klarer laksungene å snappe drivende insekter mer energieffektivt fra vannoverflaten, og laksungene er antakelig bedre beskyttet mot predasjon i nærheten av elvebredden enn i dypere vann. Når vannet stiger, flytter laksungene om sommeren til den nye strandsonen, med en liten utsettelse etter at næringsdyrene deres først flytter seg nærmere elvebredden. I somrer med lite regn, når vannstanden synker lenger ned enn normalt, kan tettheten av laksunger i strandsonen til Tanaelva bli større på slutten av sommeren enn når vannstandssituasjonen er normal. På slutten av sommeren er den innbyrdes næringskonkurransen mellom laksungene, med andre ord opprettholdelse av næringsreviret, ikke lenger sterk, og det er mulig for dem å oppholde seg i nærheten av hverandre, noe som kan lede til store laksungetettheter.



Foto 9. Lakseyngelen krever steinbunn. Steinbunnen gir ly til yngelen og de gjemmer seg der største delen av året (Foto Panu Orell).



Figur 24. Årlig variasjon av vannstand i april og desember samt tidspunkt for isgang (blå pil) og for islegging av elva (rød pil) ved Onnela-kulpen. Kilde: SYKE.

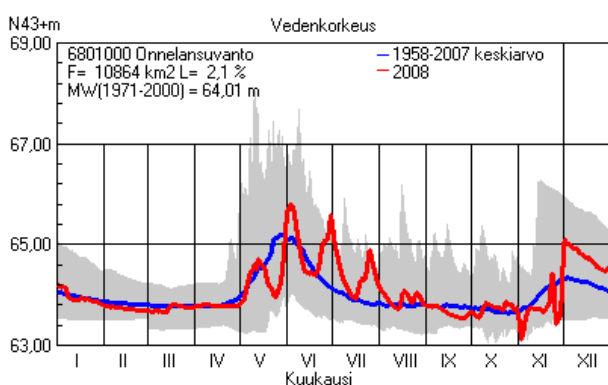


Figur 25. Avvik i vannstand (m) fra gjennomsnittlig vannstand i Tanaelva ved Onnela målestasjon under storlaksens oppgang. Kilde: SYKE.

Vannstanden om forsommeren i Tanaelva har en stor betydning for hvordan laks som er kommet opp i elva i mai og første halvdel av juni, klarer å komme seg til sine gyteplasser som ligger opp til flere hundre kilometer oppstrøms i hovedløpet eller sideelver. Hvis vannstanden i slutten av mai og begynnelsen av juni er klart lavere enn gjennomsnittlig, blir de første laksene som kommer opp i elva, de fleste av dem er hunnlakser, utsatt for en klart større dødelighet gjennom fiske, enn i år med vannstand høyere enn i gjennomsnittet i begynnelsen av fiskesesongen. Når vannstanden er lavere, får man satt ut stengsler og settegarn til og med så tidlig som i slutten av mai, og fangsteffektiviteten av drivgarn er god i hele hovedløpet av Tanaelva når vannstanden er lavere enn gjennomsnittet. Hvis vannstanden er for lav, blir strømhastigheten i enkelte partier lav, og det er ikke mulig å fiske med drivgarn. I begynnelsen av 2000-tallet lå vannstanden i Tanaelva i andre uka i juni rundt en meter under gjennomsnittet, og dette skapte optimale forhold for samtidig bruk av alle garnfiskemetoder på forsommeren (Figur 25).

I 2008 har vannstanden variert unormalt mye i Tanaelva, og dette har hatt en stor betydning for bl.a. fordelingen av laksefangsten i ulike deler av vassdraget. I den siste uka av drivgarnsfisket før midten av juni sank vannet i Tanaelva klart under langtids gjennomsnittsnivå. Dette gjorde det mulig med effektivt og innbringende fangst i den nedre delen av Tanaelva i 2008. På den annen side var vannstanden i Tanaelva nesten en meter høyere enn gjennomsnittlig helt på slutten av mai og i begynnelsen av juni, og derfor klarte bestander som går tidlig opp til de øvre deler av vassdraget, å komme opp bedre enn normalt. Da vannstanden sank for en kortere periode i midten av juni, til og med under gjennomsnittet, fikk man store fangster med stengsel og garn. Det som spesielt gjorde fangstene store var at den betydeligste delen av fanget laks var

3-sjøvinters laks på 8–12 kg. Vannstanden steg for andre gang over en meter i slutten av juni, og da ble stengselfisket nesten totalt avbrutt, men garnfisket kunne fortsette. For tredje gang steg vannet unormalt mye i slutten av juli og ga det tradisjonelle stengselfisket nye problemer. De raske hevingene i vannstanden i Tanavassdraget i slutten av juni og straks etter midten av juli ga også stangfisket problemer, da det drev mye plantemateriale som løst fra elvebreddene ut i vannet, og satt seg fast i snører og agn. Slike sterke svingninger i vannstanden er unormale i Tanavassdraget, men i 2008 kan de ha fått en spesielt stor betydning for størrelsen på bestanden av hunnlaks som blir igjen for å gyte. I 2008 gikk det opp klart flere 3-sjøvinters lakser enn gjennomsnittlig, disse stammer hovedsakelig fra uvanlig store gytebestander av 2-sjøvinters hunnlaks i 2000 og dels av usedvanlig sterke gytebestander av 2- og 3-sjøvinters hunnlaks i 2001. Smolten fra gytingen i 2000 vandret i hovedsak til sjøen i 2005 etter fire år i elva, og tilsvarende vandret ca. 45 % av smolten fra gytingen til 3-sjøvinters hunnlaks i 2001 til sjøen etter det tredje året i elva, også i 2005. Sterke endringer i vannstanden som gjentok seg ofte gjennom sommeren under laksens oppgang i 2008 kan ha medvirket til at laks utviklet av den store 2005-smoltårsklassen har kommet tilbake til øverste og viktigste gyte- og ungeproduksjonsområder i Tanavassdraget, spesielt til Kárášjohka, Iešjohka og Anárjohka. De unormale og store variasjonene i 2008 i vannstanden i Tanaelva har på sin måte vist i praksis at jo mer fisket begrenses i den nedre og midtre delen av vassdraget, jo bedre muligheter har laksen for å klare å komme opp til gyteplassene sine og også at laksefangsten kan fordele seg jevnere innenfor vassdraget. Men når man forsøker å bevare og bedre laksebestander i fremtiden, kan man ikke stole på at naturforholdene alltid beskytter tanalaksens videre liv og bestandsøkning mot for intensivt fiske.

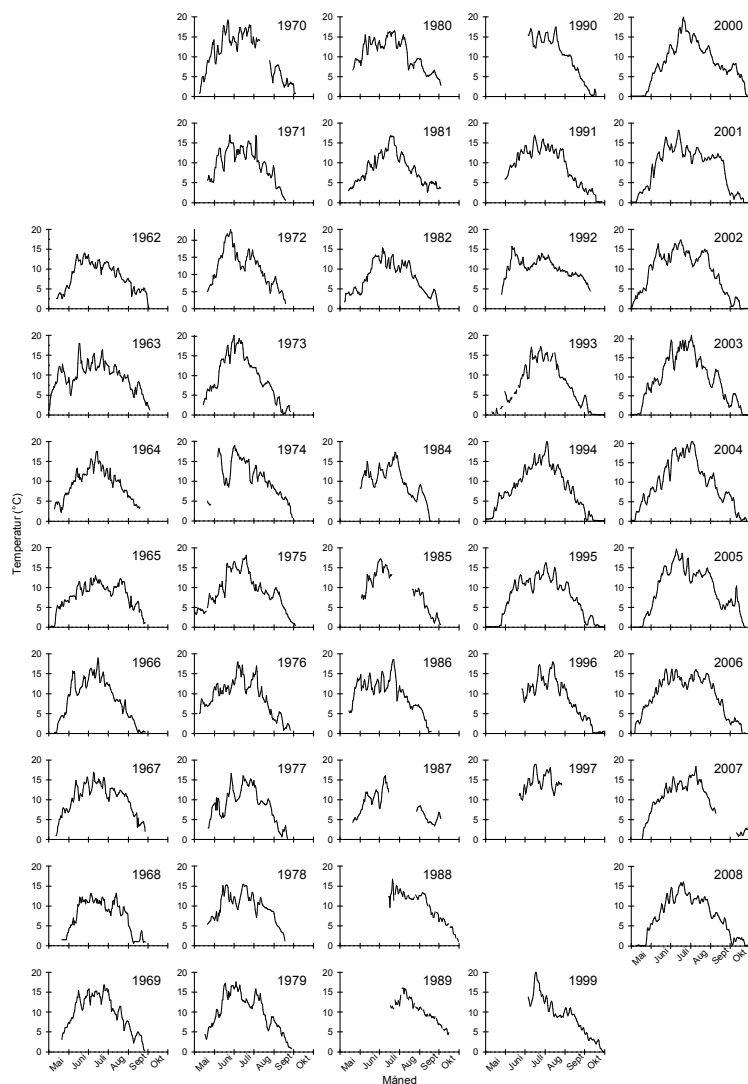


Figur 26. Eksepsjonelt store og hyppige variasjoner i vannstanden i Tanaelva ved Onnelakulpen i 2008. Kilde: SYKE. (Finsk tekst: kuukausi= måned; vedenkorkeus= vannstand, blå kurv= verdiene i årene 1959-2007, rød kurv= verdiene i 2008).

9. Vanntemperatur i elva og i havet

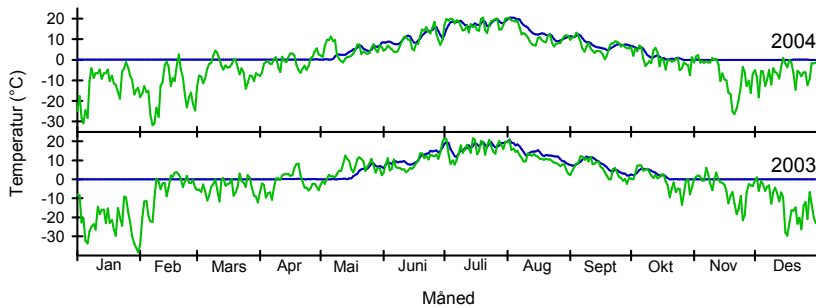
Vanntemperaturen i Tanaelva varierer sterkt i juni-juli på grunn av at hovedløpet mangler innsjøbassenger som jevner ut temperaturer (Figur 27). Raske temperatursvingninger i løpet av døgnet og mellom dagene forklares med at Tanaelva er bred og forholdsvis grunn, og solens varmende effekt på vanntemperaturen er stor. Vanntemperaturen i Tanaelva anses for å være én av faktorene som påvirker tidspunktet for når laksen går opp i elva. Man har observert at vanntemperaturen i begynnelsen av juni har en betydelig innvirkning på tidspunktet når laksen blir tatt i

Tanaelva. Jo høyere middeltemperaturen mellom 1.–10. juni er, jo tidligere blir 2- og 3-sjøvinters laks fanget i løpet av sommeren. På en annen side påvirkes tidspunktet for laksens oppgang i Tanaelva også av at i de årene da temperaturen i elvevannet er høyere i begynnelsen av juni, kommer laksen tidligere til Tanafjorden. Når man mener at passende temperatur for at laksen begynner å gå opp i Tanaelva, er fire grader, så har man målt vanntemperaturer til fire grader i gjennomsnitt den 23. mai, og dette har variert mellom 12. mai (i 2002) og 2. juni (i 2000) i observasjonsperioden 2000–2007.



Figur 27. Døgnvanntemperaturer i Tanaelva. Kilde: perioden 1962–1988 SYKE, perioden 1989–1995 RKT, perioden 1996–2008 NVE.

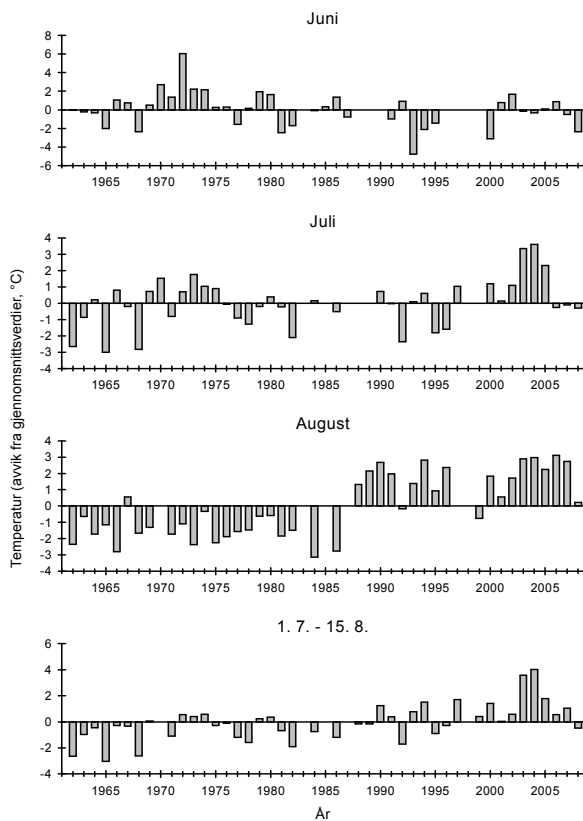
Etter at flommen er over på slutten av juni, følger vanntemperaturen og endringene i den i Tanaelva endringer i lufttemperaturen (Figur 28). Dette kommer av at profilen av bekker og elver som munner ut i Tanaelva, er nesten uten unntak bratt, og da varmes vannet opp og kjøles ned i strykpartier i takt med endringene i lufttemperaturen. Enkelte somrer, for det meste på slutten av juli, har vanntemperaturen i Tanaelva kommet over 20 grader. Slike temperaturforhold har som regel vart noen dager, men for eksempel i 2003 og 2004 holdt vanntemperaturen seg i nærheten av 20 grader i noen uker i juli.



Figur 28. Vanntemperatur i Tanaelva (blå strek) og lufttemperatur (grønn strek) ved Kevo i Ohcejohka Kilde: lufttemperatur, Finlands meteorologiske institutt; vanntemperatur, NVE.

I juli 2003 og 2004 mens vannet var på det varmeste, observerte man at en del av laksungene flyttet seg fra elvepartier med sterk strøm til stilleflytende områder. I disse stilleflytende eller til og med stillestående partier av elva så laksungene ikke ut til å konkurrere med artsfrender, men svømte i små stim. Slik oppførsel blant laksunger forekommer når vanntemperaturen blir for høy. I elvepartier med sterk strøm forbruker laksungene mye oksygen og har raske livsfunksjoner, men mengden oksygen som er oppløst i vannet, er mindre i varmere vann, og laksungene må flytte seg til et slikt miljø i elva hvor oksygenforbruket er mindre. Når vannet er varmt, kan laksungene søke seg i dype partier av elva som har grunnvannstilsig på bunnen, og de kan også søke seg til kalde sidebekker. Når laksungene om sommeren flytter fra beskyttende steinpartier i stryk til stilleflytende eller stillestående deler av elva, øker dødeligheten som bl.a. laksender forårsaker. Hvis temperaturen, som påvirker laksungenes vekst, endres fra det optimale og blir for kald eller for varm, blir veksten svakere i løpet av sommeren. Smoltalderen for laksungene i Tanavassdraget varierer mellom ulike år og gjenspeiler de regelmessige svingningene i temperatur- og næringsforholdene.

Det er observert at vannets middeltemperatur i juli og særlig i august i Tanaelva har de senere år vært klart høyere enn langtids middeltemperaturer på disse tidspunktene (Figur 29). Også perioden mellom midten av juli og midten av august har i de senere år vært høyere enn gjennomsnittet, noe som for sin del påvirker variasjonene i laksungenes vekst.



Figur 29. Avvik fra langtids vanntemperaturer i Tanaelva i juni, juli og august samt i perioden mellom 1.7.-15.8., da hoveddelen av laksungenes vekst skjer i elva. Kilde: årene 1962–1988 SYKE, årene 1989–1995 RKTL, årene 1996–2008 NVE.

Nyklekket laksyngel søker seg fra dype gytegroper under grus og stein opp til ly under det øverste laget av bunnsteinene rundt midten av juli. I enkelte år, når temperaturene på forsommeren er høyere enn normalt, har utviklingen av yngelen i gytegroppen vært raskere, og yngel er blitt funnet på steinbunn i nærheten av gyteplassen allerede under den første tredjedelen av juli. Normalt har nyklekket laksyngel vært under elvebunnens øverste steiner i slutten av den andre tredjedelen av juli eller enkelte år først i slutten av måneden. For veksten av laksyngel er de temperaturforholdene viktige i Tanavassdraget, som råder i perioden avgrenset fra midten av juli til midten av august. På lang sikt har varmesummen i 30 døgns periode etter midten av juli blitt meget merkbart høyere (regresjonsanalyse, $p < 0,001$).

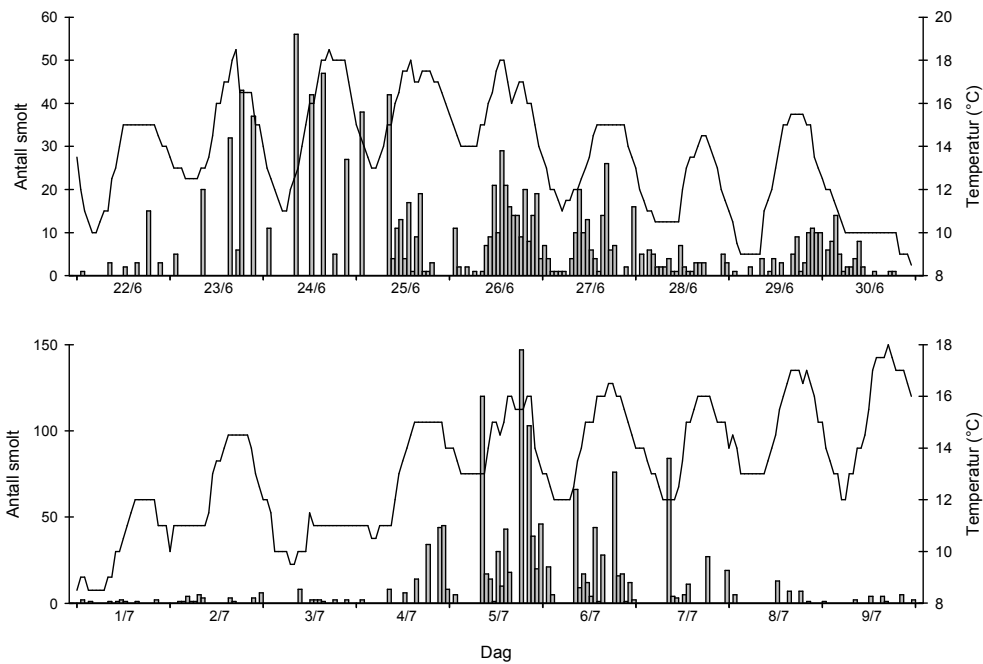
Under forholdene i Tanaelva utvikles det knottlarver på overflaten av bunnsteinene konsentrert i juli, og utklekking av vårfluer fra puppestadiet er viktig for eldre laksungers næringsuttak og vekst. Steinfluene når voksenstadiet om våren og forsommeren, og de utgjør en betydelig del av næringen til de større laksungene. Den største delen av større laksungers vekst skjer i en kort, 4–6 ukers periode fra begynnelsen av juli til midten av august.

Vanntemperaturen er én viktig faktor som har innvirkning på hvor lang den perioden om sommeren er når laksungene aktivt søker næring på bunnsteinene. Når vanntemperaturen om sommeren går ned til 6–8 grader, oppholder laksungene seg for det meste hele tiden under steinene om dagen. Antall dager med temperatur på over åtte grader i Tanaelva var i årene 2000–2007 gjennomsnittlig 87, og varierte fra 73 døgn (i 2000) til 95 døgn (i 2002). I den samme observasjonsperioden var det gjennomsnittlig 80 dager med en vanntemperatur over ti grader, og dette varierte mellom 67 døgn (i 2000) til 94 døgn (i 2002). Om sommeren har man konstatert at laksungene i Tanaelva søker aktivt etter næring på bunnsteinene i en forholdsvis kort

periode, til tross for at vannets dagtemperatur er over ti grader og skulle tillate laksungers aktive næringssøking. Laksungers vekst begrenses av at perioden når vekstgivende næring er tilgjengelig i rikelig mengde, er kort. De mest betydningsfulle næringskildene for laksunger, insekter som driver med strømmen, finnes i Tanavassdraget fra begynnelsen av juli i en periode på 15–20 dager. I denne korte perioden vokser laksungene det meste av sin årsvekst. Laksunger, spesielt nyklekket yngel, vokser frem til midten av august. Vanntemperatur og temperaturskiftninger spesielt i juli har en stor betydning for laksungers vekst og smoltifiseringsalder. Når temperaturforholdene avviker fra den optimale temperaturen som veksten forutsetter, blir laksungers vekst svakere. Svakere vekst fører til økt smoltalder og størrelse på smolten, og kan gi smolten bedre sjanser til å overleve i begynnelsen av livet i sjøen.

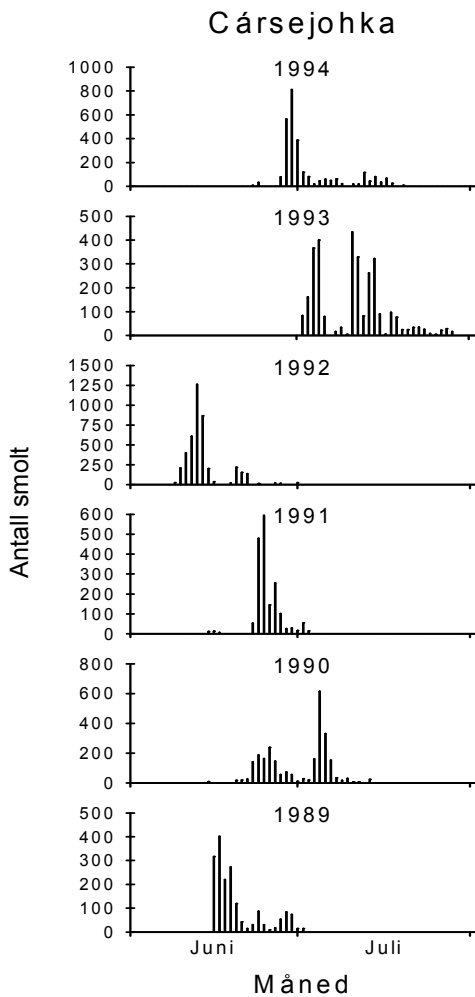
Laksungene gjennomgår en fysiologisk og morfologisk endring etter 2–8 år i elva, dvs. at de oppnår smoltalder i sitt tredje til niende år i elva. På forsommeren, når temperaturen i elvevannet stiger til nærmere 8 grader, mister smolten, dvs. de to til åtte år gamle laksungene som har oppnådd samme utvandningsfase, sin typiske reviroppførsel og blir til stimfisk. Elvevannets temperatur har åpenbart en betydelig effekt i elva på at laksunger som har oppnådd samme fysiologiske modning for utvandring, reagerer samtidig på stigning i vanntemperatur ved å danne stim og vandre ut av elva i stim. Tanavassdraget har sideelver som produserer smolt og som har temperaturforhold som avviker fra hverandre. Elver som Leavvajohka, Goahppelašjohka og Lákšjohka er kalde, og døgntemperatursvingningene i dem er små, mens Tsarsejohka og Gáregasjohka er varmere, og døgntemperatursvingningene i dem er store. I de foran nevnte og også andre deler av Tanavassdraget tror man at den temperaturen som utløser smoltvandringen, er noe forskjellig i de ulike elvene. I kaldere elver er temperaturen som utløser smoltvandringen, åpenbart lavere enn i varmere elver. Det dreier seg om en tilpasning som smoltene har hatt gjennom en lang tid, slik at de reagerer på en riktig måte på et riktig tidspunkt for å kunne vandre ut av Tanaelva i løpet av en kortest og tryggest mulig periode, sammen med smolten fra andre sideelvers smoltbestander.

Under smoltens hovedvandring stiger ettermiddagstemperaturen i Tanaelvas sideelver, som i Tsarsejohka, opp til 18 °C og faller sent på natta til 12 °C. Smolten reagerer straks på den raske stigningen av temperaturen og vandrer om dagen og kvelden nedstrøms (Figur 30). Om natta når vanntemperaturen faller, svekkes vandringsaktiviteten eller sågar avbrytes for en stund. I Tanaelva og de største sideelvers hovedløp er det ikke like store temperaturvariasjoner i løpet av døgnet som i sideelver, og derfor ser man heller ikke nødvendigvis like store forskjeller i smoltmengder på ulike tider av døgnet som i sideelver. I enkelte år, som i 1990, sank lufttemperaturen midt i den største smoltvandringen, og vanntemperaturen i Tsarsejohka sank. Dette førte til at smoltvandringen ble nesten helt avbrutt. Vandringen kom i gang igjen etter noen dager, da vannet ble varmere (Figurene 29 og 30). Et likedant kortvarig avbrudd i smoltvandringen ble observert også i andre sideelver i Tanavassdraget. Varigheten av smoltvandringen i sideelvene til Tanavassdraget er avhengig av vanntemperaturforholdene. I år hvor vannet varmes opp raskt i slutten av juni eller begynnelsen av juli og holder seg passende for smoltvandringen, vandrer den største delen av smolt nedstrøms i løpet av et par dager, som i Tsarsejohka i 1991 (Figur 31). I nedre delen av Ohcejohka jevnes vanntemperaturen ut av den store innsjøen Mantojärvi oppstrøms, og delvis derfor varer smoltvandringen i nedre del av Ohcejohka lengre enn i sideelvene oppstrøms (Figur 32).



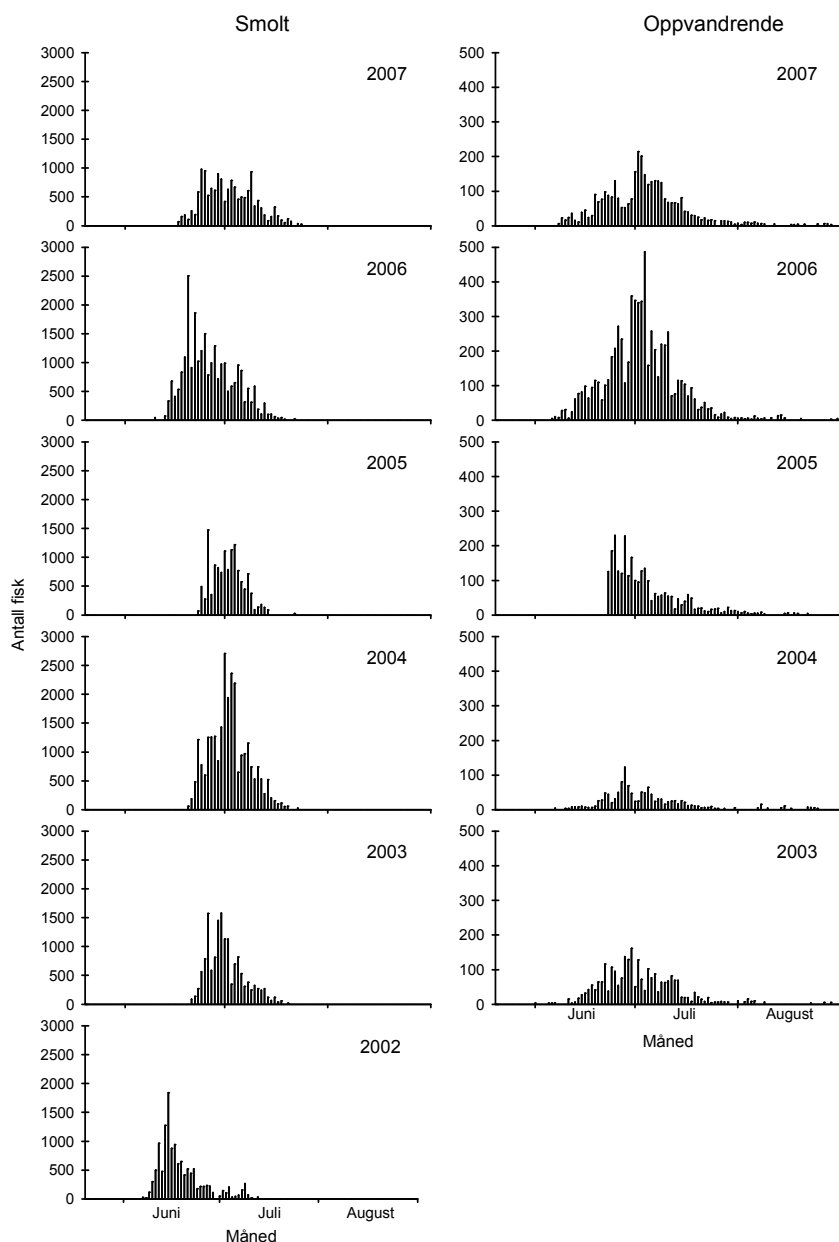
Figur 30. Tidspunkt for smoltvandring og antall smolt (søyle) og svingninger i vanntemperaturen (kurve) på ulike tider av døgnet i Tsarsejohka, sideelv til Ohcejohka i 1990. Kilde: RKTL.

Smoltstimene vokser hele tiden på veien nedstrøms sideelver, og i den nedre delen av Tanaelva vandrer flere elvers smoltbestander ut i fjorden i løpet av noen uker. Vanntemperaturene i Tanavassdraget om sommeren varierer mye mellom ulike år, noe som er årsaken til at smoltvandringen enkelte år starter så tidlig som i slutten av mai fra små sideelver og bekker til hovedløpene. Hovedvandringen av smolt skjer i månedsskiftet juni-juli slik som i sideelva Tsarsejohka til Ohcejohka (Figur 31) og i nedre del av hovedløpet av Ohcejohka (Figur 32). Bare i de kaldeste årene skjer vandringen etter midten av juli. Forskjellen i tidspunktet for smoltvandringen i ulike år har åpenbart innvirkning på variasjoner i den naturlige dødeligheten til smolten. Bare svært sjelden kjenner man til at smoltvandringen i Tanaelva har skjedd i august, og da har man i et par følgende år hatt små mengder laks som er kommet opp i elva, noe som er et uttrykk for en stor dødelighet i begynnelsen av sjøfasen. Den forutsagte fremtidige klimaoppvarmingen fører antakelig til at laksesmolten vandrer fra Tanaelva ut i fjorden tidligere enn gjennomsnittlig i dag, da man allerede nå har registrert tidligere isganger i løpet av de siste hundre år ved Leavvajohka.



Figur 31. Variasjon i tidspunktet for smoltvandring ulike somrer i årene 1989–1994 i Tsarsejohka, sideelven til Ohcejohka. Kilde: RKTL.

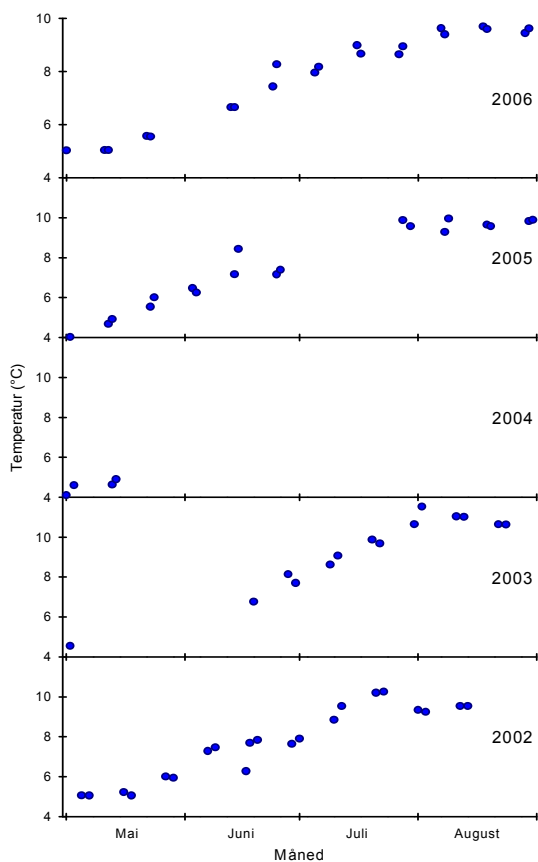
Som hovedregel går laksen opp i Tanavassdraget etter at vanntemperaturen er steget over 3–4 grader. Man antar at det går en del laks opp i Tanaelva på senvåren også når det ennå ligger isdekke i nedre delen av elva og vanntemperaturen er rundt 0.5 grader. I somrer når temperaturen i Tanaelva og sideelver stiger opp over 20 grader, blir laksens aktive vandring i hovedløpet av Tanaelva mot gyteområder saktere eller blir til og med avbrutt. Når vanntemperaturen er over 20 grader, har man observert at laksen samler seg i munningen til kaldere sideelver som Leavvajohka, Laksjohka og Borsejohka. Det er også observasjoner om at en del av laksen som allerede er kommet i elva vandrer tilbake til sjøen i perioder når vanntemperaturen er over 20 grader.



Figur 32. Tidspunktene om sommeren når smolten kommer fra Ohcejohka til Tanaelva, og når den nordatlantiske laksen går opp i Ohcejohka for å gyte. Kilde: NINA, Svenning, M.A. upublisert.

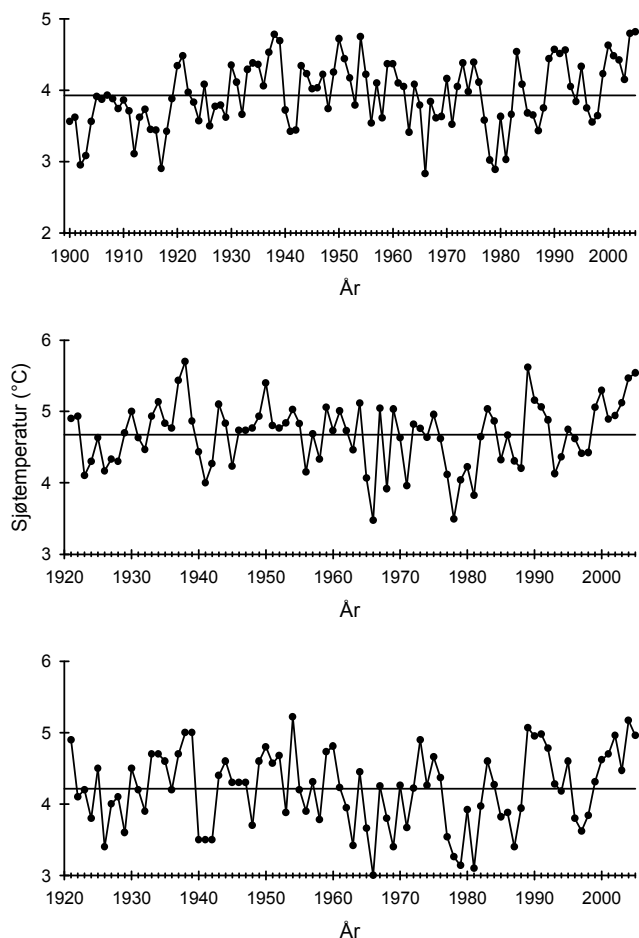
Tidspunkt for laksebestandenes oppgang til Ohcejohka i årene 2003, 2004, 2006 og 2007 har vært lignende i de ulike årene (Figur 32). Datoen når 50 % av laksen er kommet opp i Ohcejohka, har i 2003 vært den 30. juni, i 2004 den 1. juli og i årene 2006 og 2007 den 3. juli. Dette viser at i disse årene har vandringen til Ohcejohka skjedd uavhengig av at isgangen i Tanamunningen har skjedd på ulike tider i de ulike årene. Isen gikk ved Langnes i Tanamunningen med sju dagers forsinkelse; i 2003 den 13. mai, i 2004 den 7. mai, i 2006 den 8. mai og i 2007 den 14. mai. Tidspunktet for laksens oppgang skjedde samtidig i 2006 og 2007, selv om det var seks døgns forskjell i tidspunktet for isgangen. Når isgangen skjer i mai ved Tanamunningen, har antakelig ikke stor betydning for når laksen går opp i Ohcejohka, fordi den største delen av laksebestandene i Ohcejohka er laks som kommer opp i elva den aller siste gruppa, og da er de ikke utsatt for variasjonene i tidspunktet for isgangen i ulike år,

og antakelig heller ikke variasjonen i temperaturen i ellevannet i ulike år. Enkelte år kan isdekket på Mantojärvi nede i Ohcejohka i midten av juni ha innvirkning på at laksen ikke gjerne går opp i Ohcejohka på det tidspunktet.



Figur 33. Temperaturer i overflatevann i Tanafjorden. Kilde: Havforskningsinstituttet.

Temperaturene i Tanafjorden og svingningene mellom ulike år har betydning for laksens oppgang i elven og særlig smoltens suksess i sjøvannet. Man har anslått at for smolten som har vandret til sjøen i dette nordlige området, er den optimale vanntemperaturen i fjorden cirka 8 grader. Det dreier seg åpenbart om resultat av lang tids tilpasning, slik at i smoltens organisme fungerer bl.a. regulering av saltbalanse fysiologisk best nettopp i åtte graders salt sjøvann. Forstyrrelsen, slik som en klar avvik i sjøtemperaturen fra denne for smolten optimale temperaturen, kan føre til at smolten klarer seg dårligere i sjøvann i de første månedene. Fra Tanavassdraget vandrer smolten ut i sjøen mellom slutten av juni og midten av juli. Figur 33 viser at sjøtemperaturen ligger på rundt 8 grader ved månedsskiftet juni-juli. Det er helt åpenbart at smoltens utvandring til sjøen utenfor denne perioden svekker smoltens overlevelsesmulighet. På den annen side kan overlevelsen til smolt som vandrer for sent på sommeren til sjøen, også i tillegg til sjøtemperaturen, påvirkes av endringer som har skjedd i selve fisken i den fysiologisk sårbare smoltifiseringsfasen. Somrer da Barentshavet er kaldere enn normalt, etterfølges av fangster som antallsmessig er mindre i alle sjøvinters lakser. Antakelig forklarer nettopp lavere temperaturer i fjorden og på kysten for sin del den periodevise svekkingen av bestandene.

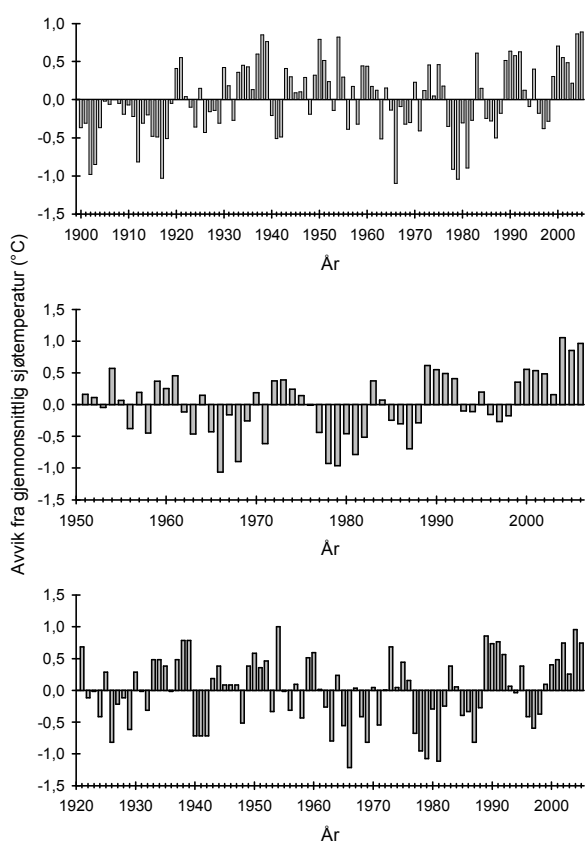


Figur 34. Temperatursvingninger over lang tid i de øvre vannlagene (0–200 m) i Barentshavet på Kola målelinjen. Øverste figur viser svingninger i års-middeltemperatur, midterste figur svingninger i middeltemperatur oktober-desember, nederste svingninger i middeltemperatur i juli. Den rette linjen er langtids middelverdi. Kilde: PINRO.

Årsmiddeltemperaturene over lang tid har klare svingninger i Barentshavet mellom ulike år (Figur 34). I løpet av hundre år har middeltemperaturen ligget litt under fire grader og i de kaldeste årene ca. tre grader. I de varmeste årene har sjøtemperaturen steget til rundt fem grader. De varme periodene har vart fra noen få år til seks-sju år. Klart kalde perioder har det vært straks i begynnelsen av 1900-tallet, i midten av 1920-tallet, i begynnelsen av 1940-tallet, i slutten av 1960-tallet, i slutten av 1970-tallet, i midten av 1980-tallet og sist i slutten av 1990-tallet. Fangstdata som er samlet i Tanavassdraget fra 1970-tallet av, viser at laksebestandene har vært svake i disse kalde periodene. Intervjudata om laksefangstene fra perioden mellom 1920- og 1960-tallet bekrefter at laksebestandene har vært svake i de kalde periodene og straks etter dem. Perioden fra slutten av 1990-tallet, som var varmere enn gjennomsnittet, ligner på perioden på 1930-tallet. I årene 1975 og 1976 fanget man i Tanavassdraget mye 3-sjøvinters laks. Smolten som stammet fra disse, vandret til sjøen hovedsakelig i årene 1979–1981, da sjøtemperaturen var klart lavere enn normalt. Det var etter alt å dømme flere delfaktorer som sammen førte til at de svært store hunnlaksmengdene som i 1975 og 1976 gikk opp i Tanavassdraget, ikke ga en så stor og god laksebestand som forventet i årene 1982–1984. Det kan tenkes at fisket var for intenst i 1975 og 1976 slik at det ikke ble igjen en tilstrekkelig stor stamfiskmengde som fikk gyte. I den retningen peker det at i undersøkelsene av laksungetetthet i 1979 ble det funnet ganske små mengder av to og tre år gamle unger. Da de laksungene som var født av gytebestander på midten av 1970-tallet, oppnådde smoltalderen og vandret ut i sjøen, havnet de i sjøvann som var klart kaldere enn gjennomsnittet, noe som man antar økte deres naturlige dødelighet. Laksefangstene i begynnelsen og midten av 1980-tallet ble da også mindre i

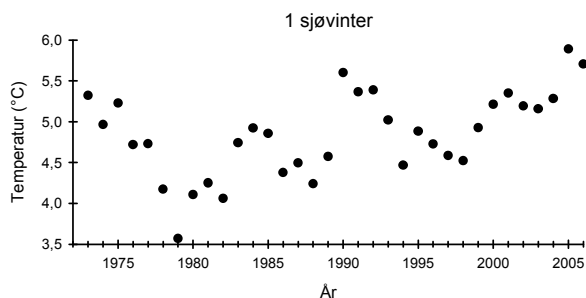
Tanavassdraget, både på grunn av temperaturforholdene i sjøen og drivgarnfisket i Vest-Finnmark samt et mer intenst linefiske etter laks ved Færøyene, som også rettet seg mot laksen fra Tanavassdraget.

I Barentshav-området har også middeltemperaturene i oktober-desember variert mellom kalde og varme høster. På slutten av høsten og begynnelsen av vinteren har sjøtemperaturen ligget litt under 5 grader. Den årlige variasjonen har vært fra rundt tre og halv grader til seks og halv grader. Sjøtemperaturene har vært klart høyere enn gjennomsnittet fra slutten av 1990-tallet til slutten av 2007. Disse sjøtemperaturene har en betydelig innvirkning på at antallet flergangsgytende laks øker i fangsten fra hovedløpet og sideelvene til Tanaelva. Vinterstøingene som etter gytingen vandrer tilbake til sjøen våren etter, har etter alt å dømme hentet seg bedre inn igjen i varmere sjøvann enn i de årene sjøen har vært kaldere enn normalt.



Figur 35. Avvik i sjøtemperaturer fra middelverdi over lang tid i Kola målelinje i Barentshavet. Øverste figur er temperaturavvik fra årsmiddeltemperatur i 0 – 200 m vannsøyle og midterste figur er avvik fra årsmiddeltemperatur i 0 – 50 m vannsøyle. Nederste figur er avvik fra middeltemperatur i juli i 0 – 200 m vannsøyle. Kilde: PINRO.

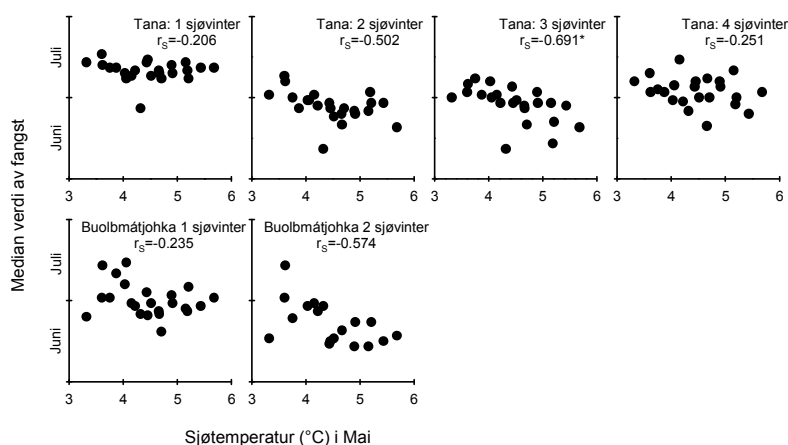
Figur 35 viser at avviket i sjøtemperaturen fra årsmiddelverdien har over lang tid vært på sitt største bare rundt én grad. Når middeltemperaturen i hele året eller bare i juli har over lang tid vært rundt fire grader, har selv én grads endring opp eller ned en påviselig stor innvirkning på organismesamfunnet i sjøen. Man har sett at overflatetemperaturer i Barentshavet har hatt en påviselig innvirkning på antall 1-sjøvinters laks man har fanget i Tanavassdraget.



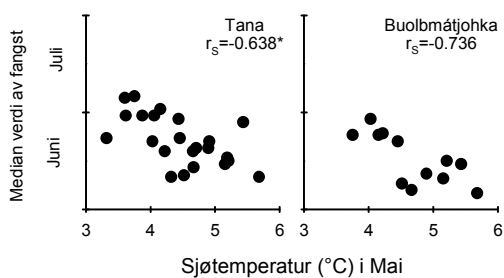
Figur 36. Gjennomsnittlig sjøtemperatur som 1-sjøvinters laks fra Tanavassdraget møter fra smoltvandring i juli til juni året etter. Temperaturen er målt i Kola målelinje (0-50 m) i Barentshavet. Kilde: PINRO.

Den senere endringen i havmiljøet kommer til uttrykk bl.a. ved stigning av temperaturen i den ett år lange tiden som 1-sjøvinters laksen tilbringer i sjøen fra smoltvandring til tilbakevandring til elva året etter (Figur 36). I denne perioden har temperaturen åpenbart svingt, men som hovedregel har den steget, med topp i de to siste årene (regresjonsanalyse $p < 0.01$, $r^2 = 0.233$). De kaldeste forholdene i vekstperioden i Barentshavet har de laksene hatt som man fanget i 1979, og de varmeste de laksene som ble fanget i 2005 og 2006. På det meste har temperaturen vært nesten dobbelt så høy, noe man antar har på en merkbar måte påvirket svingningene i laksebestandene.

Det er mange ulike faktorer i havmiljøet som sammen påvirker variasjonene i tidspunktet for når laksen vandrer opp i Tanaelva. Sjøtemperaturen anses for å være den viktigste faktoren som utløser starten på gytevandringen og som laks av ulike sjøvintersaldrer, som har oppnådd samme gytemodenhet, reagerer på, på samme måte. Andre faktorer som påvirker tidspunktet for når laksen går opp i elva, er variasjonen i styrken av havstrømmer langs kysten, ugunstige vindretninger som forsinker laksens vandring inn i fjorden, variasjoner i fiskeeffekten i ulike år og selektivt fiske på kysten. I perioden 1984–2007 har man observert at gjennomsnittlig dato for fangsten av 2- og 3-sjøvinters laks og flergangsgytende laks i Tanaelva samt 2-sjøvinters laks og flergangsgytende laks i Polmakvannet er påviselig avhengig av temperaturen om våren på kysten av Nord-Norge (Laksfjord) (Figurene 37, 38). Det betyr at når sjøvannet ved kysten er varmere, vandrer laksen opp i Tanavassdraget tidligere, og dermed blir de også fanget tidligere enn gjennomsnittlig.

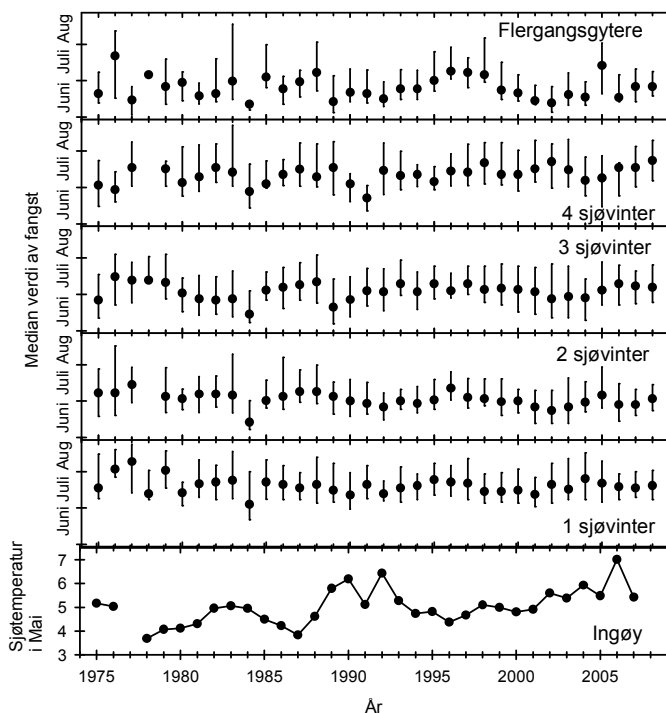


Figur 37. Sammenhengen mellom gjennomsnittlig fangstdato for laks av ulike sjøvinteraldere som er tatt i hovedløpet av Tanaelva eller i Polmakvannet, og gjennomsnittlig sjøvannstemperatur i mai i Laksfjord i årene 1984–2007. Fangsten i hovedløpet av Tanaelva er tatt i et område mellom 70 og 190 kilometer fra Tanaelvas munning. Kilde: fangstdata, RKTL; sjøtemperatur, Havforskningsinstituttet.



Figur 38. Sammenhengen mellom gjennomsnittlig fangstdato for flergangsgytende laks som er tatt i hovedløpet av Tanaelva eller i Polmakvannet, og gjennomsnittlig sjøvannstemperatur i mai i Laksfjord i årene 1984–2007. Fangsten i hovedløpet av Tanaelva er tatt i et område mellom 70 og 190 kilometer fra Tanaelvas munning. Kilde: fangstdata, RKTL; sjøvannstemperatur, Havforskningsinstituttet.

Den gjennomsnittlige fangstdatoen også for 1-sjøvinters laksen i Tanaelva og Polmakvannet er tidligere i de årene når sjøvannet ved den nordnorske kysten er varmere i mai, men sammenhengen mellom fangsttidspunktet og sjøvannstemperaturen er ikke like klar som hos den eldre laksen. I Tanaelva har man sett i et langt tidsperspektiv, i perioden 1975–2007, at gjennomsnittlig fangstdato for 1- og 2-sjøvinters laks er blitt statistisk påviselig tidligere (Figur 39). Samme tidligere fangsttidspunkt har man observert i Polmakvannet når det gjelder 2-sjøvinters laks. Derimot ser man ikke at 3-sjøvinters laks og flergangsgytende laks som går opp i Tanavassdraget på forsommeren, har vandret opp tidligere enn før. Grunnen er at disse eldste laksene også ellers vandrer opp i Tanavassdraget straks isen er gått, og da er det vanskelig å se endringer i oppgangstidspunktet og det gjennomsnittlige fangsttidspunktet, selv om det gjennomsnittlige fangsttidspunktet i Tanavassdraget er sterkt avhengig av temperaturen på kysten i mai og svingningene i den.



Figur 39. Gjennomsnittlige datoer for fangst av laks av ulike sjøvintersalder i perioden 1975–2008 i Tanaelva i et område mellom 70 og 190 kilometer fra Tanaelvas munning. Sjøvannstemperaturen er middelverdien i mai ved Ingøy målestasjon i Nord-Finnmark. Kilde: fangstdata, RKTL; sjøvannstemperatur, Havforskningsinstituttet.

I Barentshavet har man observert temperaturstigning også i et større område fra midten av 1970-tallet. Ved Ingøy målestasjon på den ytterste kysten av Nord-Norge

har middeltemperaturen i sjøen i mai steget påviselig i løpet av de siste tretti år (regresjonsanalyse: $p < 0.001$, $r^2 = 0.252$, vinkelkoeffisient 0.03). Oppvarming av sjøen gjenspeiler endringen i temperaturene i atmosfæren. Dette vil i fremtiden komme til uttrykk kanskje klarere enn før også i de subarktiske forholdene i Tanavassdraget i form av tidspunktet for når laksen vandrer opp i elva, endring av gytetidspunkt og laksungenes vekst, endring av tidspunktet for når smolten vandrer ut i sjøen, økt eller redusert kjønnsmodningsalder for laksen – selv om dette er en sterkt arvelig egenskap. Laksen har tilpasset seg til levemiljøer med varierende temperaturforhold. Felles for disse levetilstandene er at laksen foretrekker kjølig vann både i ferskvann og i saltvann. Laksen som flytter etter år i ferskvann til det salte sjøvannet, har fysiologiske spesialegenskaper for tilpasning til det nye levemiljøet. Disse spesialegenskapene har utviklet seg i løpet av en lang tid med vekslende temperaturforhold. Sjøtemperaturen har etter alt å dømme endret seg saktere før enn den oppvarmingen av sjøen som skjer nå. Laksen er en kravstor fiskeart som krever en bestemt type forhold både med hensyn til levemiljøet sitt og næringen sin. For å bevare laksen i Tanavassdraget bør det festes spesiell oppmerksomhet på føre var-prinsippet i fisket og vern av laksens levemiljø.

Oversettelse til norsk: Tellervo Laine

10. Anvendt litteratur

Cunjak, R.A., Prowse, T.D. and Parrish, D.L. (1998). Atlantic salmon (*Salmo salar*) in winter: "the season of parr discontent"? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 55 (Suppl. 1): 161–180.

Davidson, J., Svenning, M.-A., Orell, P., Yoccoz, N., Dempson, B.J., Niemelä, E., Klemetsen, A., Lamberg, A. and Erkinaro, J. (2005). Spatial and temporal migration of wild Atlantic salmon smolts determined from a video camera array in the sub-Arctic River Tana. Fisheries Research, 74: 210–222.

Erkinaro, J. and Niemelä, E. (1995). Growth differences between the Atlantic salmon parr (*Salmo salar*) of nursery brooks and natal rivers in the River Teno watercourse in northern Finland. Environmental Biology of Fishes, 42: 277–287.

Erkinaro, J. (1997). Habitat shifts of juvenile Atlantic salmon in northern rivers. Migration patterns, juvenile production and life histories. Acta Universitatis Ouluensis, A293. University of Oulu, Oulu.

Erkinaro, H. and Erkinaro, J. (1998). Feeding of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr in the subarctic River Teno and three tributaries, northernmost Finland. Ecology of Freshwater Fishes, 7: 13–24.

Erkinaro, J., Økland, F., Moen, K., Niemelä, E. and Rahiala, M. (1999). Return migration of Atlantic salmon in the river Tana: the role of environmental factors. Journal of Fish Biology, 55: 506–516.

Finstad, A.G., Ugedal, U., Forseth, T. and Næsje, T.F. (2004). Energy related juvenile winter mortality in a northern population of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 61: 2358–2368.

Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. and Jensen, A.J. (1998). Water temperature at Atlantic salmon smolt entrance. *Nordic Journal of Freshwater Research*, 74: 79–86.

Ingvaldsen, R., Loeng, H., Ottersen, G. and Ådlandsvik, B. (2003). Climate variability in the Barents Sea during the 20th century with focus on the 1990s. *ICES Marine Science Symposium*, 219: 160–168.

Karppinen, P., Erkinaro, J., Niemelä, E., Moen, K. and Økland, F. (2004). Return migration of one-sea-winter Atlantic salmon in the River Tana. *Journal of Fish Biology*, 64: 1179–1192.

Niemelä E., Erkinaro, J., Julkunen, M., Hassinen, E., Lämsman, M. and Brørs, S. (2006). Temporal variation in abundance, return rate and life histories of previously spawned Atlantic salmon in a large subarctic river. *Journal of Fish Biology*, 68: 1222–1240.

Niemelä, E., Orell, P., Erkinaro, J., Dempson, J.B., Brørs, S, Svenning, M. and Hassinen, E. (2006). Previously spawned Atlantic salmon ascend a large subarctic river earlier than their maiden counterparts. *Journal of Fish Biology*, 69: 1151–1163.

Orell, P., Erkinaro, J., Svenning, M.-A., Davidsen, J.G., and Niemelä, E. (2007). Synchrony in the downstream migration of smolts and upstream migration of adult Atlantic salmon in the subarctic River Utsjoki. *Journal of Fish Biology*, 71: 1735–1750.

Ugedal, U., Næsje, T.F., Thorstad, E.B., Forseth, T., Saksgård, L. and Heggberget, T.G. (2008). Twenty years of hydropower regulation in the River Alta: long-term changes in abundance of juvenile and adult Atlantic salmon. *Hydrobiologia*, 609: 9–23.

Økland, F., Erkinaro, J. , Moen, K., Niemelä, E., Fiske, P., McKinley, R.S. and Thorstad, E. (2001). Return migration of Atlantic salmon in the River Tana: phases of migratory behaviour. *Journal of Fish Biology*, 59: 862–874.