



Bruk av fangststatistikk for å belyse effekt av endret vannføring på fisk

Svein Jakob Saltveit, Universitet i Oslo - LFI

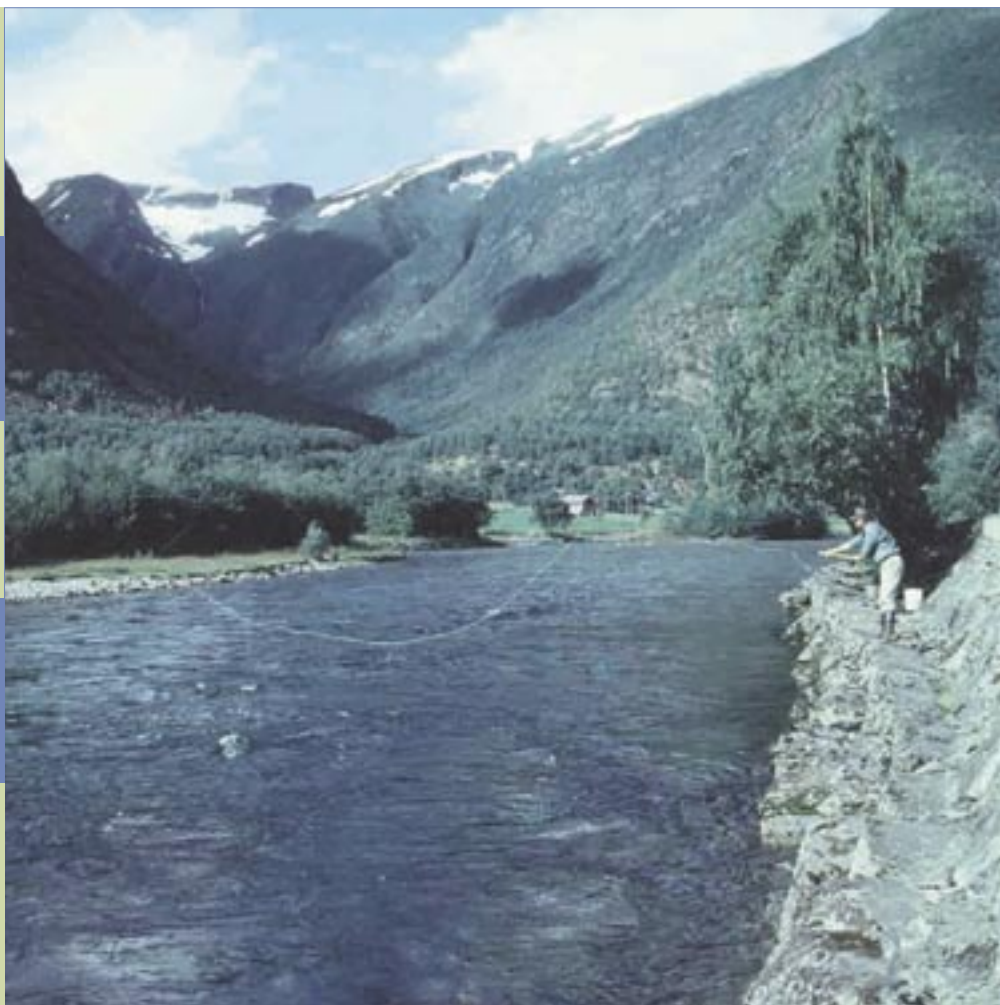
Peder Fiske, Norsk institutt for naturforskning

Åge Brabrand, Universitet i Oslo - LFI

Harald Sægrov, Rådgivende biologer

Ola Ugedal, Norsk institutt for naturforskning

6
2004



RAPPORT MILJØBASERT VANNFØRING

FoU-programmet Miljøbasert vannføring

Programmet Miljøbasert vannføring har som mål å skaffe økt kunnskap om virkninger av sterkt redusert vannføring i vassdrag, slik at forvaltningen får et bedre faglig grunnlag for å fastsette vannføringen ved inngrep i vassdrag. Dette er aktuelt i forbindelse med nye vassdragskonsesjoner, revisjon av vilkår i gamle konsesjoner og som følge av den nye vannressursloven og EUs rammedirektiv for vann. Programmet finansieres av Olje- og energidepartementet og er forankret i Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).

Programmets fase I har en tidsramme på fem år (2001-2005). Programmet er organisert med en styringsgruppe, bestående av representanter fra NVE med lederansvar, energibransjen, naturforvaltningen og interesseorganisasjoner, og et fagutvalg der ulike fagområder er representert. Den daglige ledelse og administrasjon av programmet er knyttet til Vannressursavdelingen i NVE.

Bruk av fangststatistikk for å belyse effekt av endret vannføring på fisk

Rapport nr. 6 - 2004

Bruk av fangststatistikk for å belyse effekt av endret vannføring på fisk

- Utgitt av:** Norges vassdrags- og energidirektorat
- Forfattere:** Svein Jakob Saltveit, Peder Fiske, Åge Brabrand, Harald Sægrov og Ola Ugedal
- Trykk:** NVEs hustrykkeri
- Forsidefoto:** Laksefiske i "Old Pastor" i Lærdalselva, Svein Jakob Saltveit
- ISSN:** 1502-234x
- ISBN:** 82-410-0519-9
- Sammendrag:** Prosjektets målsetning har vært å vurdere nytteverdien av fangststatistikk for å belyse effektene av reguleringsinngrep på bestander av anadrom laksefisk. Fangst før og etter reguleringsinngrep er sammenliknet med fangstutvikling i referansevassdrag. Det er valgt ut vassdrag fra to regioner. Bare to regulerte vassdrag var aktuelle fra Vestland fylkene; Lærdalselva og Suldalslågen, mens Surna og Orkla ble valgt for videre analyser fra Møre og Romsdal og Trøndelag.

Analysen antyder at fangstene i Suldalslågen og Lærdalselva ligger ca. 10 % lavere i forhold til referansebestandene etter regulering. Orkla hadde ikke noen signifikant forskjellig fangstutvikling sammenliknet med de andre elvene. Fangstene i Surna var signifikant lavere i perioden etter reguleringen sammenliknet med Stjørdalselva og Namsen, men ikke hvis sammenliknet med de andre elvene i regionen. En analyse av samme materialet, men ved å velge en kortere tidsperiode som referanse før reguleringer antyder at fangstene i Surna har gått ned etter reguleringen.

Gode referansevassdrag var vanskelig å finne fordi de aller fleste større vassdrag har vært utsatt for andre påvirkninger. Det er påpekt tre viktige forutsetninger for å gjennomføre sammenlikninger av fangstutvikling mellom to eller flere vassdrag.

Emneord: Laks, vannføring, fangststatistikk.

Norges vassdrags- og energidirektorat, Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstua, 0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

September 2004

Innhold

| | |
|---|----|
| FORORD..... | 8 |
| 1. SAMMENDRAG | 10 |
| 2. INNLEDNING | 13 |
| 3. METODER OG VALG AV VASSDRAG..... | 15 |
| 3.1 Bruk av referansevassdrag..... | 15 |
| 3.2 Valg av vassdrag og metoder..... | 16 |
| 3.2.1 Vestlandet fra Ryfylke til Stad, Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane | 16 |
| 3.2.1.1 Nordfjordreferansen | 16 |
| 3.2.2 Møre og Romsdal og Trøndelag | 17 |
| 3.2.2.1 Fremstilling | 20 |
| 3.2.2.2 Statistisk behandling..... | 20 |
| 4. RESULTATER..... | 21 |
| 4.1 Vestlandsfylkene..... | 21 |
| 4.1.1 Fangstutvikling referansevassdrag | 21 |
| 4.1.2 Fangstutvikling i Lærdalselva | 22 |
| 4.1.3 Fangstutvikling i Suldalslågen..... | 22 |
| 4.2 Møre og Romsdal og Trøndelag..... | 23 |
| 4.2.1 Orkla..... | 23 |
| 4.2.2 Surna: balansert design..... | 25 |
| 4.2.3 Surna: ikke balansert design | 27 |
| 5. DISKUSJON | 28 |
| 6. LITTERATUR | 31 |
| VEDLEGG | 33 |


Forord

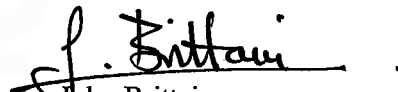
En vassdragsregulering fører til større eller mindre vannføringsendringer. FoU-programmet Miljøbasert vannføring har som mål å forbedre kunnskapsgrunnlaget for å kunne fastsette minstevannføringer, som reduserer skadevirkningene for biologisk mangfold og landskap som følge av endret vannføring. Forhold til laksefisk står sentralt i mange utbygninger, og det er et klart behov for mer viten om sammenhengen mellom vannføring og laks.

Norge har en offentlig statistikk over fangst av laksefisk som går helt tilbake til slutten av 1800-tallet. Dette gir en enestående mulighet for å se på endringer i fangst i forhold til inngrep i vassdrag. Effekten av reguleringsinngrep på bestander av anadrom laksefisk er en sentral problemstilling i alle vassdrag med slike fiskeslag. Det er imidlertid en del hindringer som gjør at man må være forsiktig med tolking av fangststatistikk for det enkelte vassdrag. Prosjektet "Bruk av fangststatistikk for å belyse effekt av endret vannføring på fisk" har hatt som målsetting å vurdere nytteverdien av slik statistikk, og har valgt to regioner; Vestland fylkene og Møre og Romsdal/Trøndelag. Her har man sett på utvikling over tid i den enkelte elv i forhold til regionmønster og i forhold til vassdrag uten større inngrep.

Resultatene fra dette prosjektet gir forvaltningen viktige råd i tolkning av fangststatistikk, og dermed et bedre grunnlag for fastsetting av et miljøbasert vannføringsregime i regulerte vassdrag.

Oslo, september 2004


Haavard Østhagen
leder styringsgruppe


John Brittain
programleder

1. Sammendrag

Endringer i vannføring vil vanligvis påvirke fiskebestander. Påvirkningen vil avhenge av størrelsen på endringen og typen. I de fleste tilfelle blir fiskebestanden negativt påvirket, men det er mulig at endringer er mindre enn antatt. Den offentlige laksestatistikken er et viktig verktøy for å følge utviklingen i laksebestander, men den har sine begrensninger når det gjelder å påvise statistisk signifikante endringer i de enkelte bestander. Fangststatistikken kan benyttes til å finne fram til generelle langtidstrender omkring forhold mellom fiskebestand og vannføring, så sant endringer i fangst er av en viss størrelse, og hvis statistikken sees i relasjon til andre begivenheter i vassdraget og i bestanden. En direkte sammenlikning av fangstene før og etter regulering innen et vassdrag kan gi et misvisende bilde av bestandsutviklingen, fordi fangstene vil variere, bl.a. som følge av klimatiske forhold. Ved å sammenligne fangstene i elver innen samme region, kan en endring i fangst i en spesifikk elv forventes å være korrelert med en tilsvarende endring i de andre elvene. Forventningen er at fangstbildet i en elv etter et inngrep er annerledes enn fangsten til de uregulerte elvene i regionen

Prosjektets målsetning har vært å vurdere nytteverdien av fangststatistikk for å belyse effektene av reguleringsinngrep på bestander av anadrom laksefisk og er gjort ved å sammenlikne fangst før og etter reguleringsinngrep i regulerte vassdrag med fangstutvikling i referansevassdrag. Vassdragene måtte ha kontinuerlig fangststatistikk i de aktuelle tidsperioder. Etter en gjennomgang av vassdrag på Vestlandet og Midt-Norge ble det klart at få vassdrag oppfylte kriteriene til å kunne brukes i en slik sammenliknende analyse. Vi presenterer her analyse av fangstutvikling i noen vassdrag som delvis oppfyller kriteriene, og diskuterer forutsetninger for å kunne gjøre slike sammenliknende analyser av fangstutvikling.

Havtemperaturen er antatt å være den viktigste årsaken til at laksebestander naturlig varierer og store naturlige variasjonen gjør det vanskelig å isolere påvirkninger på enkeltbestander som skyldes menneskeskapte faktorer. Det er forsøkt valgt vassdrag uten for mange andre påvirkningsfaktorer. Dette vil også gjelde de referanseelver som velges. Videre er det dokumentert en noe ulik variasjon i fangstene av laks i smålakselver og storlakselver, som har betydning for valg av referansevassdrag. En smålaksbestand er ikke en relevant referanse til storlaksbestander og omvendt.

Det er valgt ut vassdrag fra to regioner; Vestland fylkene som omfatter Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane, og Møre og Romsdal og Trøndelag. Bare to regulerte vassdrag var aktuelle å behandle fra Vestland fylkene; Lærdalselva og Suldalslågen. Øvrige regulerte vassdrag har fåtallige laksebestander eller de har vært regulert i en relativt kort periode. Det har også vært vanskelig grunnet endringer i forsuringssituasjonen å finne referansebestander. Som referanse til fangstutviklingen i Lærdal og Suldal er det valgt fem elver i Nordfjord, Eidselva, Stryneelva, Loenelva, Oldenelva og Gløppenelva, der det er storlaksbestander lite eller ikke påvirket av forsuring, og der det ikke har vært satt ut foret settefisk eller smolt.

Siden referanseperioden nødvendigvis må dekke en lengre periode før regulering, er det i denne sammenheng benyttet en referanse basert på samlet fangst (kg) av laks og sjøørret, siden fangstene ble skilt på art først i 1969.

Den eneste større elva i Møre og Romsdal som kan brukes i en før/etter analyse av fangststatistikk med hensyn på reguleringsinngrep er Surna. Årsaker til at de andre regulerte elvene i denne regionen ikke er vurdert skyldes smitte av *Gyrodactylus salaris* (Rauma og Driva), moderat utbygging (Driva) og trinnvis utbygging over en relativt kort periode (Eira). Mindre vassdrag i Møre og Romsdal som er påvirket av regulering er ikke funnet egnet for før/etter vurderinger, delvis på grunn av *Gyrodactylus*-infeksjoner, delvis på grunn av mangelfull fangststatistikk.

I Sør- og Nord-Trøndelag er de fleste store elvene: Namsen, Orkla, Stjørdalselva og Nidelva, påvirket av reguleringsinngrep. Gaula er også påvirket, men i mindre grad enn de foran nevnte. Steinkjervassdraget er påvirket av *Gyrodactylus*-infeksjon. For å finne referansevassdrag som ikke er påvirket av regulering må en lete blant de mindre vassdragene. De mest betydningsfulle mindre vassdragene med hensyn på fangst i Trøndelag er Stordalselva, Steinsdalselva og Årgårdsvassdraget. Av de regulerte vassdragene i disse tre fylkene ble Surna og Orkla valgt for videre analyser. Fangstutviklingen i disse to elvene har vi sammenliknet med andre større vassdrag i regionen.

For å unngå effekter av selve utbyggingsarbeidet og lignende er året reguleringen ble satt i verk samt to år før og to år etter tatt bort. I vurderingen av fangstene mot vannføring i ulike elver i Møre og Romsdal og Trøndelags fylkene, er fangstene satt inn i samme skala ved å standardisere dem, slik at fangstene i hver elv får ett gjennomsnitt på null og et standardavvik på en. Differansen i standardisert fangst mellom elva med inngrep og andre elver er benyttet som avhengig variabel. Disse differansene ble så sammenlignet i perioden før og etter inngrepet. Sammenligningen ble gjort ved hjelp av t-tester.

Fangstindeksen i Suldalslågen økte signifikant sammenlignet med referansebestandene før regulering. Dette var også tilfelle for perioden etter regulering. Våre analyser antyder at fangstene i Suldalslågen ligger ca 10 % lavere i forhold til referansebestandene etter regulering. Her må det bemerkes at Suldalslågen er regulert i to perioder, først Røldal Suldal Kraftverk (RSK) som påvirket fangsten i perioden 1967 til 1980 og deretter Ulla-Førre.

Fangstindeksen i Lærdalselva økte signifikant sammenlignet med referansebestandene før regulering. I de 14 årene etter regulering var det ingen signifikant sammenheng. Selv om det ikke er noen signifikant sammenheng mellom fangstene i Lærdal og referanseelvene etter regulering, kan plottet indikere at fangsten ligger ca 10 % lavere etter reguleringen.

Orkla hadde ikke noen signifikant forskjellig fangstutvikling sammenlignet med de andre elvene, bortsett fra Stjørdalselva. Sammenlignet med Stjørdalselva var fangstene i Orkla gjennomsnittlig høyere i perioden etter regulering enn i perioden før regulering.

Fangstene i Surna ble sammenlignet med fangstene i andre elver i like lange perioder før og etter Trollheimen kraftverk ble satt i drift i 1968. Rauma og Driva som det er naturlig å sammenligne Surna med er begge smittet av *Gyrodactylus salaris*, og er ikke egnet som referanseelver etter at denne påvirkningen startet. Analysert på denne måten var fangstene i Surna signifikant lavere i perioden etter reguleringen sammenlignet med Stjørdalselva og Namsen, mens det ikke var signifikante forskjeller sammenlignet med de andre elvene. En analyse av samme materialet, men ved å velge en kortere tidsperiode som referanse før reguleringer antyder at fangstene i Surna har gått ned etter reguleringen.

Gode referansevassdrag er vanskelig å finne fordi de aller fleste større vassdrag har vært utsatt for andre påvirkninger som også kan influere vassdragets produksjon av laksefisk, herunder bygging av laksetrapp, utsettinger av ungfisk eller smolt, grusgravinger og parasitten *Gyrodactylus salaris*. Vi vil vektlegge tre viktige forutsetninger for å gjennomføre sammenlikninger i fangstutvikling mellom to eller flere vassdrag:

- 1) *Har beskatningsratene i elv og rapporteringsrutinene (hvor stor andel av fangsten som rapporteres) endret seg noenlunde parallelt i det vassdraget man vurderer og i referansevassdraget?*
- 2) *Er utviklingen i sjøoverlevelse og sjøbeskatning lik i de vassdragene som sammenliknes?*
- 3) *Har elvene vært fullrekruttert (dvs. har det vært nok gytefisk) i perioden før inngrepet?*

Det er vanskelig å teste om disse forutsetningene er oppfylt. Brudd på noen av disse forutsetningene kan brukes til å trekke tvil et hvert resultat man får. Får man imidlertid samme mønster dersom man sammenligner med en rekke elver, styrker det sannsynligheten for at det man finner representerer et generelt mønster, selv om et systematisk mønster i brudd på forutsetningene også kan gi et slikt resultat.

En kan ikke utelukke at det er systematiske forskjeller i hvordan beskatningsraten har endret seg over tid og at dette kan innvirke på sammenliknende fangstanalyser mellom elver. I tillegg kommer usikkerheten omkring utviklingen i rapporteringsrutiner i den enkelte elv. Det er overveiende sannsynlig at forutsetningene i punkt 1 ikke er oppfylt fullt ut ved mange sammenlikninger av fangststatistikk mellom elver. Ved å sammenlikne fangster fra elver som ligger nært hverandre øker mulighetene for at punkt 2 er oppfylt. I tillegg bør bestandssammensetningen av voksen laks være den samme i de elvene som sammenliknes. Hvis ikke, er det store muligheter for å gjøre systematiske feil, hvis sjøbeskatningen endrer karakter i de to periodene som sammenliknes. Metodisk sett er det langt bedre å gjennomføre analysen ved å sammenlikne fangst av ulike smoltårganger mellom elver enn å sammenlikne fangst i ulike år.

Hvis den totale beskatningen av laksebestanden i referanseperioden har vært så høy at rekrutteringen er påvirket vil fangstene av laks i elva ikke være et uttrykk for elvas bæreevne i uregulert tilstand. Punkt 3 er derved ikke oppfylt og en kan få feil inntrykk av hvordan inngrepet har virket.

2. Innledning

I følge Rieber-Mohn utvalget (NOU 1999) gir dagens data og kunnskapsgrunnlag ikke grunnlag for å kvantifisere effekten av vassdragsreguleringer på laks. Dette gjelder trolig også for andre fiskearter. Kunnskapsmangel knyttet til reguleringseffekter er:

- biologiske langtidsvirkninger av endrete vannføringsforhold og
- hvilke faktorer som regulerer populasjonens størrelse i forbindelse med fysiske inngrep.

Den offentlige laksestatistikken er et viktig verktøy for å følge utviklingen i laksebestander. Slik statistikk har imidlertid sine begrensninger når det gjelder å påvise statistisk signifikante endringer i de enkelte bestander. Dette er bl.a. knyttet til variabel innrapportering av fangst og at det også i seg selv er store årlige variasjoner i fangst. I tillegg er det for noen elver viktige fiskerier som ikke inngår. I følge NINA kan bare dramatiske endringer (mer enn 50 % økning/reduksjon i fangstene) påvises på en statistisk sikker måte forutsatt fangstopp-gaver for et tilstrekkelig antall år før og etter inngrepet. Effektene av inngrep eller endring i vannføring kan derfor være betydelige uten at de påvises sikkert ved bare å vurdere offentlig fangststatistikk for det aktuelle vassdrag.

Det er likevel grunn til å anta at fangststatistikken fra norske elver kan benyttes til å finne fram til generelle langtidstrender når det gjelder forhold mellom fiskebestand og vannføring, så sant endringer i fangst er av en viss størrelse, og hvis statistikken sees i relasjon til andre begivenheter i vassdraget, i vassdragets nærområde og i bestanden. Det er særlig vassdrag med anadrom fisk som vil være aktuelle siden fangststatistikk fra vassdrag med innlandsfisk foreligger i vesentlig mindre omfang. I utgangspunktet fører trolig endrete vannføringsforhold til negative effekter på fiskebestander, men det er mulig at endringen er mindre enn antatt. Dette kan også formuleres: Hvilke kvaliteter ved vannføringsendringer gir dårligere forhold for fisk, og hvilke endringer gir eventuelt bedre forhold for fisk.

Kategoriseringen i 2002 angir totalt 453 laksevassdrag i Norge (inkludert 50 tapte bestander). Regulering er oppgitt som viktigste menneskeskapte påvirkningsfaktor i 63 vassdrag (14 %), og en av de to viktigste påvirkningsfaktorene i ytterligere 40 vassdrag. Vassdragsregulering er dermed en viktig påvirkningsfaktor i 103 laksevassdrag (23 %) (Hansen *et al.* 2003). I mange av vassdragene oppgis flere andre trusselfaktorer. I Rogaland, Hordaland, Nord-Trøndelag, Nordland og Troms, med majoriteten av de utbygde laksevassdragene, er om lag 36 % av lakseførende strekninger påvirket av vassdragsregulering. Fangstutviklingen i regulerte og uregulerte vassdrag de siste 50 år, indikerer at negative effekter av vassdragsreguleringer synes størst i små vassdrag (NOU 1999).

En direkte sammenlikning av fangstene før og etter regulering innen et vassdrag kan gi et misvisende bilde av bestandsutviklingen fordi fangstene naturlig vil variere som følge av for eksempel klimatiske forhold (Friedland *et al.* 1998, 2000). Ved å sammenligne fangstene i elver innen samme region, antas det at laks blir utsatt for likest mulig forhold i havet og i klima. Det betyr at en økning i fangst i en spesifikk elv forventes å være

korrelert med en tilsvarende økning i de andre elvene. Slike sammenhenger er nylig vist for baltisk laks (McKinnell & Karlström 1999). Forventningen er at fangstbildet i en elv etter et inngrep der endringer gir dramatisk effekt på fiskebestanden er annerledes etter inngrepet enn når fangsten relateres til de uregulerte elvene i regionen.

Prosjektets målsetning har vært å vurdere nytteverdien av fangststatistikk for å belyse effektene av reguleringsinngrep på bestander av anadrom laksefisk. Dette ville vi gjøre ved å sammenlikne fangst før og etter reguleringsinngrep i regulerte vassdrag med fangstutvikling i referansevassdrag. Vi ønsket primært å belyse hva som karakteriserer reguleringer som har ført til 1) økt fangst, 2) små endringer i fangst, og 3) redusert fangst. Dette ønsket vi å gjøre som en tostegs prosess. I steg 1 ville vi plukke ut vassdrag med reguleringer og referansevassdrag i samme region med små inngrep. Kriterier for å plukke ut regulerte vassdrag var et klart definert inngrep. Kriterier for å plukke ut referansevassdrag var at vassdraget skulle være utsatt for få andre påvirkninger (f.eks. trappebygging, fiskeutsetting, andre fysiske inngrep, forsuring). I tillegg måtte vassdragene ha kontinuerlig fangststatistikk i de aktuelle tidsperioder.

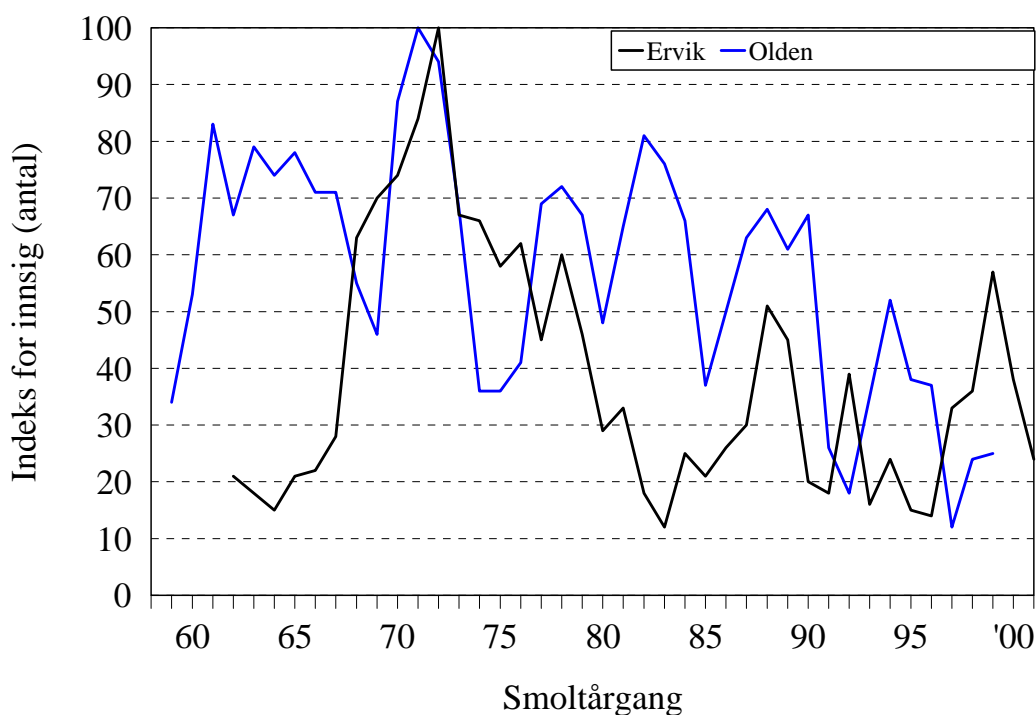
I steg to ønsket vi å sammenlikne regulerte vassdrag med ulik utvikling i fangst etter inngrepet for å se hva som karakteriserer inngrep som har gitt ulik fangstutvikling. Etter en gjennomgang av vassdrag på Vestlandet og Midt-Norge ble det klart at få vassdrag oppfylte kriteriene for å kunne brukes i en slik sammenliknende analyse. Vi presenterer her analyse av fangstutvikling i noen vassdrag som delvis oppfyller kriteriene, og diskuterer forutsetninger for å kunne gjøre slike sammenliknende analyser av fangstutvikling.

3. Metoder og valg av vassdrag

For å beskrive fangstutviklingen i elvene er det tatt utgangspunkt i den offisielle fangststatistikken. I flere elver er denne ført siden nærmest sammenhengende siden 1876. Fram til 1968 ble det i statistikken ikke skilt mellom laks og sjøørret. Vi har derfor benyttet total fangst (kg) av laks og sjøørret også etter 1968 ved våre analyser.

3.1 Bruk av referansevassdrag

Havtemperaturen er antatt å være den viktigste årsaken til at laksebestander naturlig varierer mye i løpet av en 10-års periode (Friedland *et al.* 1998, 2000). Den store naturlige variasjonen gjør det derfor vanskelig å isolere påvirkninger på enkeltbestander som skyldes menneskeskapte faktorer, i dette tilfellet endringer i vannføring. Utover den naturlige variasjonen, er de fleste bestander påvirket av flere menneskeskapte faktorer samtidig, noe som ytterligere kompliserer vurderingene av endringer i vannføring. Det er derfor forsøkt valgt vassdrag uten for mange andre påvirkningsfaktorer. Dette vil også gjelde de referanseelver som velges. Selv om disse ikke er berørt av regulering, vil en eller annen ytre påvirkning (kanalisering, grusgraving, forurensning), gjøre at heller ikke disse vil kunne beskrive hvordan bestandsutviklingen har variert naturlig.



Figur 1. Innsigsindeks til Oldenelva (storlaks) og Ervikelva (smålaks) for smoltårgangene fra perioden 1959 til 2000.

Videre er det dokumentert en noe ulik variasjon i bestandsutviklingen for laks i smålakselver og storlakselver (Larsen & Sægrov 2003). Dette berører valget av referansevassdrag. Ved å sammenligne bestandsutviklingen i Oldenelva (storlaks) og Ervikelva (smålaks), ble det funnet forskjellig variasjon i innsig av ulike smoltårganger.

Laksebestanden i Ervikelva er dominert av smålaks, og det er flere forhold som gjør at en smålaksbestand trolig ikke er en relevant referanse til storlaksbestander (Larsen & Sægrov 2003). Dette kan skyldes større og ulik variasjon i produksjon av smolt og lengde på oppholdstid i havet, der smålakselver vil ha dominans av 1-sjøvinter fisk, mens storlakselver vil ha 1-sjø, 2-sjø og 3-sjøvinter fisk. Analyser fra skjell innsamlet fra ulike laksebestander på Vestlandet de siste årene indikerer at tilveksten det første året i sjøen er den samme for ulike sjøaldergrupper av laks både innen og mellom smålaksbestander og storlaksbestander, noe som viser at laks fra ulike bestander opplever de samme vekstbetingelsene det første året i sjøen. Siden overlevelse og tilvekst synes å være godt korrelert, burde en også forvente at variasjon i dødelighet som er knyttet til naturlig variasjon i temperaturforhold også ville gi det samme utslaget på alle bestander uavhengig av livshistorie.

3.2 Valg av vassdrag og metoder

3.2.1 Vestlandet fra Ryfylke til Stad, Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane

De regulerte elvene i denne regionen utgjør to hovedtyper, vassdrag med elvekraftverk og vassdrag med større magasin. Totalt er det vurdert 44 vassdrag. Av disse er det 23 uregulerte referansevassdrag, 9 vassdrag med elvekraftverk, noen med strandingsproblematikk og 15 vassdrag med større magasin. Noen vassdrag har store lavtliggende magasiner pluss elvekraftverk, for eksempel Jølstra og Årøy. For noen vassdrag er det større eller mindre overføringer, som Ulla og Årdalsvassdraget i Ryfylke og Eidselva. Det er også andre ulike kombinasjoner av reguleringer. I noen vassdrag er eller har forsurningsproblematikken vært aktuell.

I Vestland fylkene er det bare to regulerte vassdrag som er aktuelle å behandle i denne sammenheng, Lærdalselva i Sogn og Fjordane og Suldalslågen i Rogaland. Øvrige regulerte vassdrag har fåtallige laksebestander eller de har vært regulert i en relativt kort periode. I motsetning til vassdragene lenger nord, har forsurningsrelatert vannkvalitet forandret seg mye på Vestlandet de siste 50 årene, med tiltagende forsurning til midt på 1970-tallet og avtakende forsurning etter 1980. Det kan derfor være vanskelig å finne referansebestander som har den samme forsurningspåvirkning som den eller de påvirkete bestandene. Dette gjør at valg av referansebestander må gjøres i forhold til øvrige påvirkninger på den bestanden som skal undersøkes.

3.2.1.1 Nordfjordreferansen

Som referanse til fangstutviklingen i Lærdal og Suldal er det valgt fem elver i Nordfjord der det er storlaksbestander. De er lite eller ikke påvirket av forsurning og det har ikke vært satt ut foret settefisk eller smolt. De fem aktuelle elvene er Eidselva, Stryneelva, Loenelva, Oldenelva og Gloppenelva. Sportsfisket har lange tradisjoner i alle elvene og det er derfor sannsynlig at fangststatistikken er relativt pålitelig langt tilbake i tid. Laksebestanden i Lærdalselva har ikke vært påviselig påvirket av forsurning, men for laksebestanden i Suldalslågen har forsurningspåvirkning vært diskutert uten at det foreligger entydige konklusjoner. Lakselus er påvist som problem i de aktuelle fjordsystemene, og

laksesmolt fra alle elvene har relativt lang vandringsdistanse til kysten og potensielt eksponert for påslag av lakseluslarver.

Siden referanseperioden nødvendigvis må dekke en lengre periode før regulering, er det i denne sammenheng benyttet en referanse basert på samlet fangst (kg) av laks og sjøørret, siden fangstene ble skilt på art først i 1969. For hver elv er den største fangsten i perioden 1930 til 1990 satt til 100, og fangstene alle andre år utregnet som prosent av den største fangsten. Videre er det for hvert år regnet en gjennomsnittlig fangstindeks for de 5 elvene i Nordfjord (Nordfjordindeksen). Fangstindeks for Lærdalelva og Suldalslågen er beregnet på samme måte som for de andre elvene, og fangstindeks for hver elv er så plottet mot Nordfjordindeksen i perioden før og etter regulering.

3.2.2 Møre og Romsdal og Trøndelag

Det er her tatt utgangspunkt i de 100 beste vassdragene gitt av Rieber-Mohn utvalget (NOU 1999), hvor av 46 finnes denne regionen. Det er innhentet opplysninger om reguleringstype og -tidspunkt, og tiltak iverksatt i vassdragene, hovedsakelig fiske-trapper. Utsettinger er det noe vanskeligere å skaffe informasjon om.

I Møre og Romsdal er det reguleringsinngrep i de store vassdragene: Driva, Rauma, Surna og Eira. Av disse er Rauma og Driva også infisert med *Gyrodactylus salaris*.

Den eneste større elva i Møre og Romsdal som kan brukes i en før/etter analyse av fangststatistikk med hensyn på reguleringsinngrep er Surna. Reguleringen ble tatt i bruk i 1968, og utbyggingen berører ca 60 % av vassdragets nedslagsfelt (Lund *et al.* 2002). Trollheimen kraftverk har utløp ca 20 km opp i vassdraget. Ovenfor kraftstasjonen har elva på en 12 km strekning opp til Surnas samløp med Rinna redusert vannføring (fra 20 til 60 % reduksjon). Nedenfor kraftstasjonen, er årsvannføringen omtrent som før reguleringen, men vanntemperaturen er endret som følge av tapping av magasin vann. Kraftverket har ingen omløpsventil slik at utfall kan gi raske vannstandsendringer og muligheter for stranding av ungfisk (Lund *et al.* 2002). Surna har et årlig utsettingspålegg på 35.000 smolt. Det er også satt ut lakseyngel i vassdraget etter regulering.

Årsaker til at de andre regulerte elvene i denne regionen ikke er vurdert skyldes smitte av *Gyrodactylus salaris* (Rauma og Driva), moderat utbygging (Driva) og trinnvis utbygging (Eira). Eira er påvirket av reguleringer ved flere anledninger (1953, 1962, 1975). Vann har blitt ført bort fra nedslagsfeltet i alle tre tilfellene. Etter siste regulering er middelvannføringen i Eira ved utløpet av Eikesdalsvatnet redusert med 62 %. Reguleringen har ført til at fisket etter laks og sjøørret har gått kraftig tilbake (Jensen *et al.* 2003). På grunn av denne trinnvise utbyggingen er vassdraget vanskelig å bruke i en før/etter vurdering basert på fangststatistikk.

Det finnes noen mindre vassdrag i Møre og Romsdal som er påvirket av regulering. Vi har ikke funnet egnede vassdrag for før/etter vurderinger basert på fangststatistikk blant noen av disse, delvis på grunn av *Gyrodactylus*-infeksjoner, delvis på grunn av mangelfull fangststatistikk.

I Sør- og Nord-Trøndelag er de fleste store elvene: Namsen, Gaula, Orkla, Stjørdalselva og Nidelva, påvirket av reguleringsinngrep, Gaula dog i mindre grad enn de øvrige. Steinkjervassdraget er påvirket av *Gyrodactylus*-infeksjon.

Orkla ble regulert på starten av 1980 tallet (Hvidsten *et al.* 1996). Orklautbyggingen omfatter 3 magasiner og 5 kraftverk. I øvre del av vassdraget ligger tre av kraftverkene, Ulset, Litjfosser og Brattset kraftverk. Brattset kraftverk har utløp øverst på lakseførende strekning. Videre er sideelva Grana regulert gjennom Grana kraftverk. Nedslagsfeltet til Orkla er 3072 km² med to kunstige innsjøer: Innerdalsmagasinet og Granasjøen. Omlag 39 % av nedslagsfeltet er regulert. I nedre del av elva omfatter reguleringen Svorkmo kraftverk (start 1983). Driftsvannet fra kraftverket blir ført i en ca 15 km lang tunnel fra Bjørset ca 2 km nedenfor Meldal sentrum. Vanntemperaturen i deler av elva er endret etter regulering på grunn av tapping av magasin vann i Brattset og Grana kraftverk. Vannføringen i vassdraget er mer utjevnet gjennom året med mindre flomtopper og høyere vintervassføring. Orkla har imidlertid også blitt påvirket av tungmetallforurensning fra gruvedriften på Løkken. Før regulering hadde de nedre delene av elva (nedenfor Svorkmo) svært lav ungfiskproduksjon. Ungfiskproduksjonen på denne strekningen har økt betydelig siden midten/slutten av 1980-tallet, og dette er en faktor som kompliserer tolkningen av en før/etter vurdering av reguleringsinngrepet.

Namsen er påvirket av reguleringer fra slutten av 1940-tallet og utover. Et grovt anslag er at omtrent 50 % av nedbørfeltet inngår i kraftproduksjonen (L'Abée-Lund 2001). I hovedvassdraget er det en rekke elvekraftverk som ble bygd i perioden 1945-1976. Det nederste elvekraftverket ligger i Nedre Fiskumfoss som er øvre grense for naturlig utbredelse av anadrom laks. Dette elvekraftverket ble satt i drift i 1946, men har blitt utvidet med flere turbiner senere. Det er en rekke store magasiner i vassdraget (Paulsen *et al.* 1991) Utbyggingen av vassdraget skjedde gradvis over en 20-års periode. Vassdraget er derfor vanskelig å bruke i en før/etter vurdering av reguleringsinngrep ved hjelp av fangststatistikk. Bygging av fisketrapper i Nedre og Øvre Fiskumfoss (ca. 1976) økte den anadrome strekningen fra 60 km til 70 km. Denne økningen antas å ha liten betydning pga av begrenset oppgang og begrensede produksjonsmuligheter på denne strekningen (Heggberget *et al.* 1999). De viktigste sidevassdragene Bjørå/Søråa og Sandøla er ikke påvirket av regulering. I Sandøla ble det bygd trapper i perioden 1964 - 81. I denne delen av vassdraget har lakseførende strekning økt vesentlig, men denne økningen har neppe hatt noen stor betydning på den totale lakseproduksjonen i vassdraget før de seneste årene da trappene har fungert dårlig i perioder (Paulsen *et al.* 1991).

Nidelva er påvirket av en rekke reguleringer gjennom hele vassdraget. Et grovt anslag er at over 90 % av nedslagsfeltet inngår i kraftproduksjonen (L'Abée-Lund 2001). Det finnes en rekke kraftverk i vassdraget. To av kraftverkene har utløp øverst på lakseførende strekning. Nedre Leirfoss er et gammelt elvekraftverk (siden 1911; 30 m³/s), mens Bratsberg kraftverk (opptil 120 m³/s) henter vann fra magasin og driver effektkjøring. Denne effektkjøringen har gitt stranding av fiskeunger (Arnekleiv *et al.* 1994, Saltveit *et al.* 2000,2001). Bratsberg kraftverk ble satt i drift i 1977. Vassdraget er på grunn av de mange inngrepene vanskelig å bruke i en før/etter vurdering ved hjelp av fangststatistikk.

Stjørdalselva har vært påvirket av gamle vassdragsreguleringer siden begynnelsen av 1900-tallet. En større regulering med overføringer og bygging av Meråker kraftverk ble fullført i 1994 (Arnekleiv *et al.* 2000). Vassdraget kan derfor være et referansevassdrag med hensyn på regulering fram til 1994 da den nye reguleringen ble satt i verk. Vassdraget er imidlertid påvirket av grusgraving, men omfanget av disse påvirkningene er usikre. Dessuten har det vært drevet utsettinger av laks ovenfor lakseførende strekning, i alle fall siden 1963.

Av de store elvene er Gaula minst påvirket av regulering, idet bare sideelva Lundesokna er regulert. Denne reguleringen berører under 10 % av Gaulas nedslagsfelt (L'Abée-Lund 2001) og i mangel på andre referanseelver kan Gaula kanskje brukes som en referanseelv mhp. regulering. Gaula er imidlertid sterkt påvirket av grusgraving (1951-1985) som har senket elvebunnen og ødelagt produksjonsområder i elvas nedre deler. I tillegg har elva tungmetallforurensning i de øvre deler som har påvirket ungfiskproduksjonen på lakseførende strekning (Gjøvik 1981). Forurensningssituasjonen har blitt bedre de senere år. Hvordan dette har påvirket produksjonsforholdene i de øvre deler av elva vet vi ikke.

Verdalselva er det eneste større vassdraget i Trøndelag som ikke er påvirket av vassdragsreguleringer. Trappebygginger i 1975 og 1981 har bedret oppgangsforholdene forbi vanskelige fosser, mens trappebygging i 1990 har økt lakseførende strekning betydelig. Elva har hatt en del problemer med leirfarget vann, men dette problemet har blitt vesentlig mindre ved at leirområder som elva har gravd i er blitt sikret og forbygd.

For å finne referansevassdrag som ikke er påvirket av regulering må en lete blant de mindre vassdragene. De mest betydningsfulle mindre vassdragene med hensyn på fangst i Trøndelag er Stordalselva; Steinsdalselva og Årgårdsvassdraget. I alle disse elvene er lakseførende strekning utvidet ved trappebygging i perioden 1960-1980. I tillegg er det drevet utsettinger av laks ovenfor lakseførende strekning i Stordalselva.

Flere mindre vassdrag i Trøndelag er påvirket av vassdragsreguleringer. Skauga ble regulert i 1960. Her har rutinene for fangstrapportering åpenbart vært dårlig idet fangstopplysninger mangler for 6 år i perioden 1955-1970. Bogna er påvirket av regulering siden 1971 og vassdraget har fått redusert vannføring (deler av nedslagsfeltet er tatt bort). Bogna mangler i stor grad fangststatistikk før regulering. Mossa ble regulert i 1984 ved at store deler av nedslagsfeltet ovenfor lakseførende strekning er tatt bort. Elva har fått så redusert vassføring at det drives lite fiske etter regulering.

Av de regulerte vassdragene i disse tre fylkene valgte vi ut Surna og Orkla for videre analyser. Fangstutviklingen i disse to elvene har vi sammenliknet med andre større vassdrag i regionen. Vi har ikke sammenliknet fangstutviklingen i disse to vassdragene med utviklingen i laksefangst i mindre vassdrag. Mindre vassdrag har som regel dominans av smålaks, mens Surna og Orkla (og de andre større vassdragene) har et mye større innslag av mellom- og storlaks i fangstene. Slike forskjeller i sjøalder sammensetning mellom laksebestander skaper støy når fangstutviklingen i vassdragene sammenliknes (se Figur 1).

3.2.2.1 Fremstilling

Vi har valgt å sammenligne fangststatistikken i perioden før og etter at reguleringene har funnet sted. For å unngå effekter av selve utbyggingsarbeidet og lignende er året reguleringen ble satt i verk samt to år før og to år etter tatt bort. For å kontrollere for naturlige svingninger i laksebestandene og i beskatningen i sjøen er andre elver i distriktet brukt som referanse. Det er benyttet to fremstillingsmåter.

I vurderingen av fangstene mot vannføring i ulike elver i Møre og Romsdal og Trøndelags fylkene, er fangstene forsøkt satt inn i samme skala ved å standardisere dem, slik at fangstene i hver elv får ett gjennomsnitt på null og et standardavvik på 1. Standardiseringen er gjort for den aktuelle tidsperioden, slik at dersom man for eksempel har 20 år før og 20 år etter ett inngrep så blir gjennomsnittet null og standardavviket 1 for hele 40 års perioden. Dersom fangstene i ulike elver varierer parallelt, vil forskjellene i standardisert fangst for ulike år bli liten. Siden mangelfulle data eksisterer fram til ca. 1980 om antall fisk innen vektklasser og fordelingen mellom laks og sjøørret i fangstene, har vi valgt å benytte antall kilo laks og sjøørret fanget i hvert enkelt år som mål på fangsten. Vi har valgt å benytte dette også for perioden da det foreligger opplysninger om fangsten fordelt på arter og vektklasser, for å unngå å gjøre korrigeringer av fangstene i perioden før basert på ulike antagelser.

I stedet for å ta ut noen av elvene det er mulig å sammenligne med har vi valgt å gjøre sammenligningene med flere elver, for å se om det er noe klart mønster som går igjen uansett hvilken elv vi sammenligner med. De to elvene vi valgte for å sammenligne fangster før og etter inngrep var Orkla og Surna. Elvene som ble brukt som referanseelver for disse var Gaula, Nidelva, Stjørdalselva, Verdalselva og Namsen. For Surna har vi også benyttet Rauma og Driva som referanseelver. Disse to elvene kunne ikke brukes for Orkla siden begge ble infisert av *Gyrodactylus salaria* før inngrepet i Orkla fant sted. Fra fangststatistikken ser det ut til at fangstene i alle elvene generelt har økt siden 1930 (Appendiks 1).

3.2.2.2 Statistisk behandling

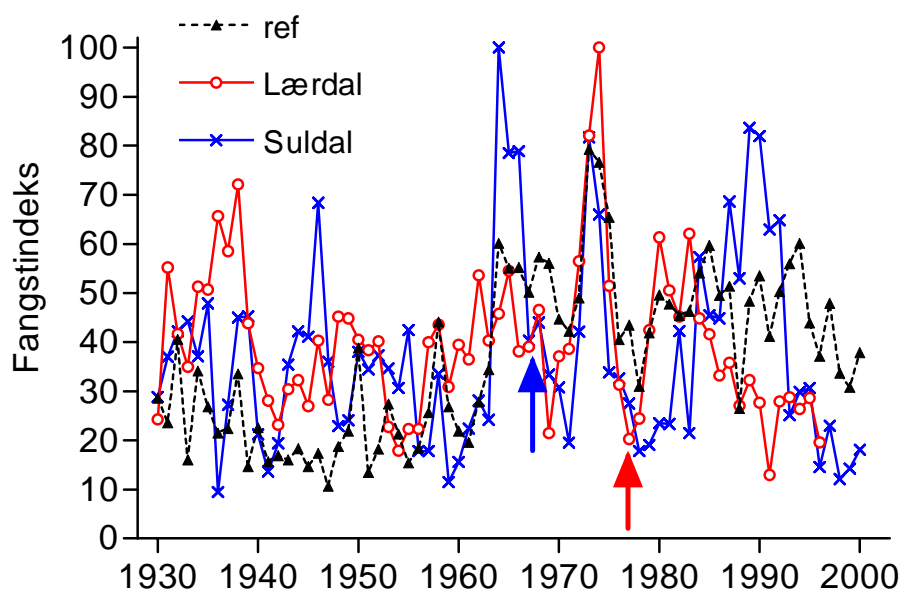
Differansen i standardisert fangst mellom elva med inngrep og andre elver er benyttet som avhengig variabel. Disse differansene ble så sammenlignet i perioden før og etter inngrepet. Sammenligningen ble gjort ved hjelp av t-tester.

4. Resultater

4.1 Vestlandsfylkene

4.1.1 Fangstutvikling referansevassdrag

I perioden 1930 til 1990 var det i gjennomsnitt størst fangst i referanseelvene i 1973, i Lærdalselven i 1974. I Suldalslågen ble den største fangsten i kg registrert i 1964, mens den nest høyeste fangsten ble registrert i 1973 (Figur 2). Den gjennomsnittlige fangstindeksen for referanseelvene når ikke opp i 100 fordi høyeste fangst ikke ble registrert i alle elvene samme år. Merk at referanseelvene har relativt høy gjennomsnittlig fangstindeks fra midt på 1980 tallet og senere sammenlignet med Lærdal og Suldal. Dette skyldes delvis at fangstene av sjøørret økte mye i Eidselva og Stryneelva etter 1985 og holdt seg høye på 1990-tallet (Skurdal *et al.* 2001). I Lærdalselva og Suldalslågen har sjøørret utgjort en lavere andel av totalfangsten sammenlignet med referanseelvene, og dette kan være et problem i sammenligningen siden fangsten av laks og sjøørret ikke nødvendigvis varierer i takt.

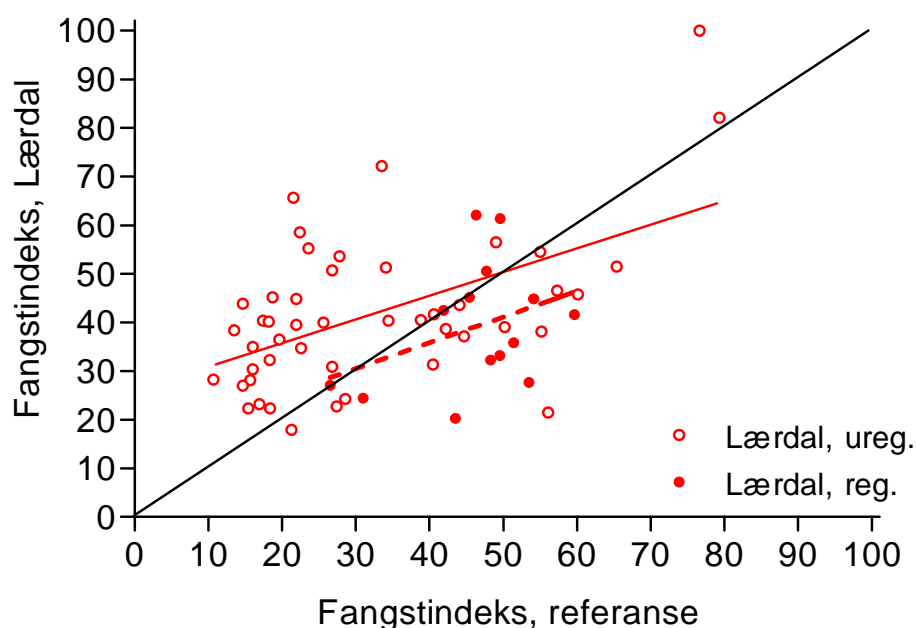


Figur 2. Gjennomsnittlig fangstindeks for elvene i "Nordfjordreferansen" som omfatter elvene i Eid, Stryn, Loen Olden og Gloppen, og fangstindekser for Lærdalselva og Suldalslågen i perioden 1930 til 2000. I Lærdalselva ble laksefisket stanset etter påvisning av *Gyrodactylus salaris* i 1996. Den største fangsten i kg av laks og sjøørret i perioden er gitt indeks 100 og fangstene alle andre år er regnet som prosent av største fangst. Piler angir det første året da reguleringsinngrepet kan ha påvirket fangstmengden i de regulerte vassdragene.

4.1.2 Fangstutvikling i Lærdalselva

Fangstindeksen i Lærdalselva økte signifikant sammenlignet med referansebestandene før regulering (lineær regresjon, $r^2 = 0,285$, $p = 0,0001$, $n = 47$). I de 14 årene etter regulering var det ingen signifikant sammenheng ($p = 0,206$) (Figur 3). Hvis fangstene i Lærdalselva hadde variert perfekt i forhold referansene skulle alle punktene ligget på en linje parallelt med 1:1 linjen.

Selv om det ikke er noen signifikant sammenheng mellom fangstene i Lærdal og referanseelvene etter regulering, kan plottet indikere at fangsten ligger ca 10 % lavere etter reguleringen.

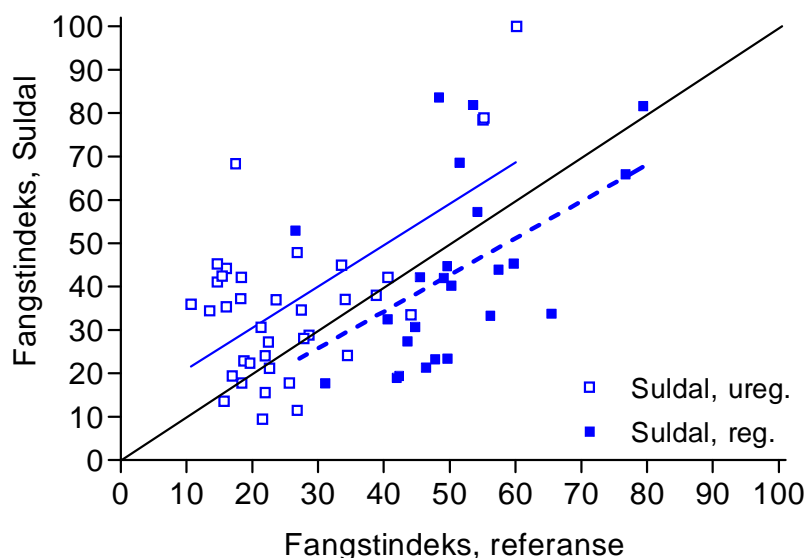


Figur 3. Fangstindeks for Lærdalselva sammenlignet med gjennomsnittlig fangstindeks for 5 elver med storlaksbestander i Nordfjord (Eid, Stryn, Loen, Olden og Gloppen) i en periode før regulering (1930 – 1976), og en periode etter regulering (1977 – 1990).

4.1.3 Fangstutvikling i Suldalslågen

Fangstindeksen i Suldalslågen økte signifikant sammenlignet med referansebestandene før regulering (lineær regresjon, $r^2 = 0,359$ $p < 0,0001$, $n = 37$). Dette var også tilfelle for perioden etter regulering ($r^2 = 0,238$, $p = 0,016$, $n = 24$) (Figur 4).

Fremstillingen antyder at fangstene i Suldalslågen ligger ca 10 % lavere i forhold til referansebestandene etter regulering. Her må det bemerkes at Suldalslågen er regulert i to perioder, først RSK som påvirket fangsten i perioden 1967 til 1980 og deretter Ulla-Førre. Vannføringsregimene var vesentlig forskjellig i de to periodene, og en oppsplitting ville mest sannsynlig vist en økning i relativ fangst etter Ulla-Førre reguleringen sammenlignet med den første perioden (Figur 2) (Sægrov & Hellen 2003).



Figur 4. Fangstindeks for Suldalslågen sammenlignet med gjennomsnittlig fangstindeks for 5 elver med storlaksbestander i Nordfjord (Eid, Stryn, Loen, Olden og Gloppen) i en periode før regulering (1930 – 1966), og en periode etter regulering (1967 – 1990).

4.2 Møre og Romsdal og Trøndelag

4.2.1 Orkla

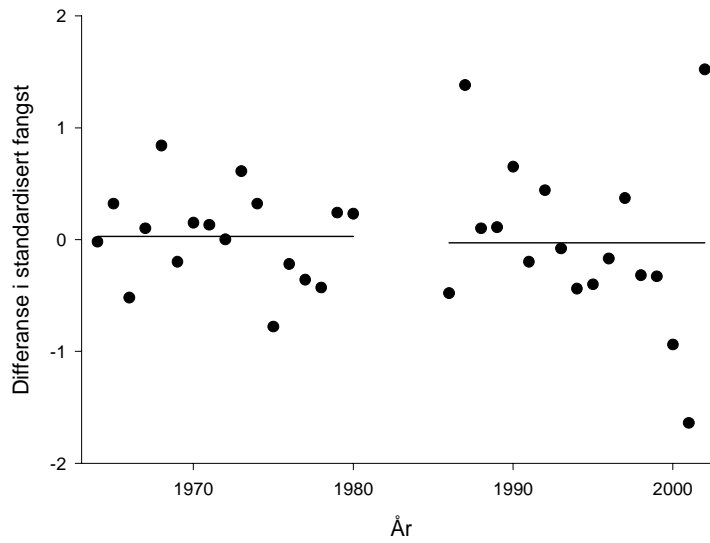
Fangstene fra Orkla ble sammenlignet med fangstene i andre elver i perioden før og etter 1983. Vi valgte å sammenligne fangstene i perioden 1964-1980 med perioden 1986-2002 (Tabell 1, Appendiks 2). Orkla hadde ikke noen signifikant forskjellig fangstutvikling sammenlignet med de andre elvene, bortsett fra Stjørdalselva (Tabell 1, Figur 5).

Sammenlignet med Stjørdalselva var fangstene i Orkla gjennomsnittlig høyere i perioden etter regulering enn i perioden før regulering.

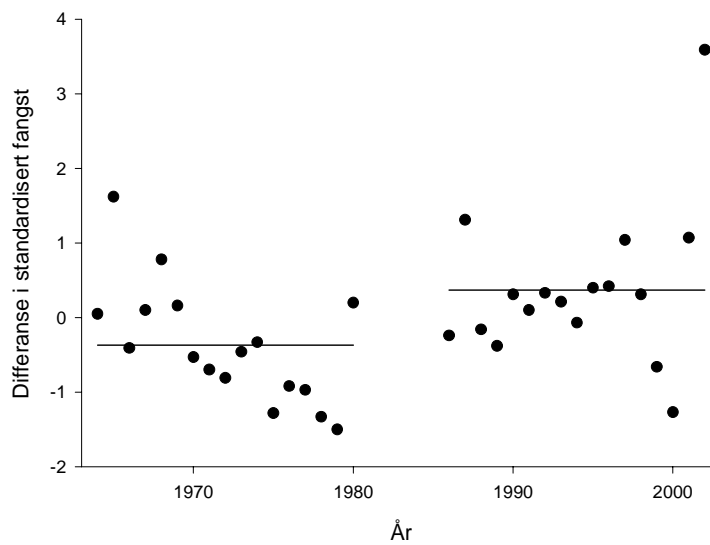
Tabell 1. Standardisert fangst (totalvekt av laks og sjøørret) i Orkla minus standardisert fangst i referanseelver i perioden 1964-1980 (før regulering) sammenlignet med perioden 1986-2002 (etter regulering). Det er benyttet et balansert design som tar med like mange år før som etter reguleringen. Grana kraftverk ble satt i drift i april 1982, og Litjefossen og Brattset kraftverk senhøsten 1982. Vi har her valgt å se 1983 som det første året hvor fangstene vesentlig kunne ha blitt påvirket av driften av kraftverkene.

| Referanse- vassdrag | Differanse i standardisert fangst | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------------|------|----|-----------|------|----|-------|-------|
| | 1964-1980 | SD | n | 1986-2002 | SD | n | t | p |
| Surna | -0.02 | 0.66 | 17 | 0.02 | 1.10 | 17 | -0.11 | 0.92 |
| Gaula | 0.03 | 0.41 | 17 | -0.03 | 0.77 | 17 | 0.24 | 0.81 |
| Nidelva | -0.02 | 0.48 | 17 | 0.02 | 0.99 | 17 | -0.16 | 0.87 |
| Stjørdalselva | -0.37 | 0.80 | 17 | 0.37 | 1.04 | 17 | -2.33 | 0.026 |
| Verdalselva | 0.14 | 0.48 | 17 | -0.14 | 1.29 | 17 | 0.87 | 0.29 |
| Namsen | -0.10 | 0.43 | 17 | 0.10 | 1.20 | 17 | -0.64 | 0.53 |

Standardisert fangst Orkla - standardisert fangst Gaula
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1980
og etter 1986
 $t = 0,24$, $df = 32$, $p = 0,81$



Standardisert fangst Orkla - standardisert fangst Stjørdalselva
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1980
og etter 1986
 $t = -2,33$, $df = 32$, $p = 0,027$



Figur 5. Standardisert fangst (totalvekt av laks og sjøørret) i Orkla minus standardisert fangst i referanseelven Gaula og i den regulerte elven Stjørdalselva i perioden 1964-1980 (før regulering) sammenlignet med perioden 1986-2002 (etter regulering). Det er benyttet et balansert design som tar med like mange år før som etter reguleringen.

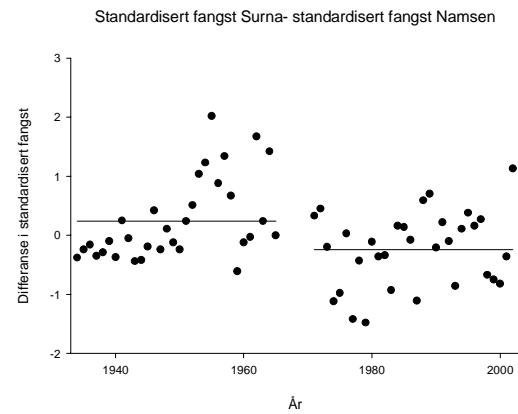
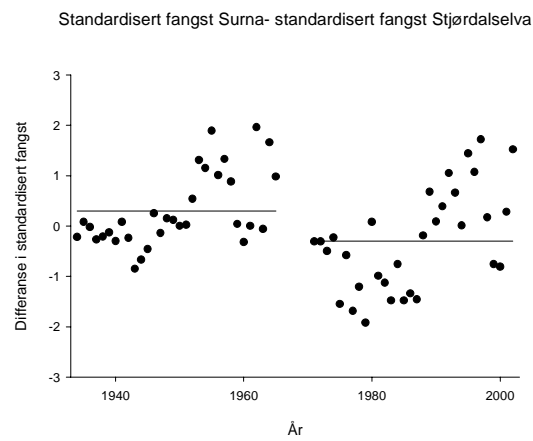
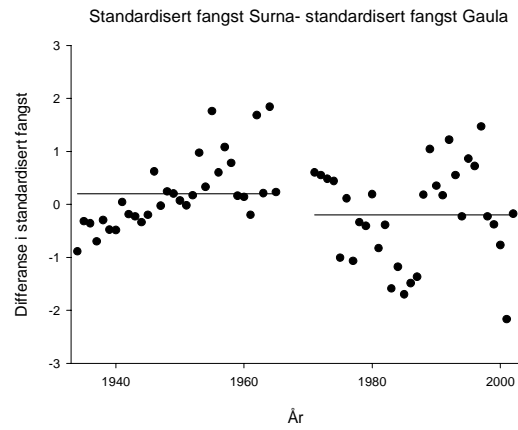
4.2.2 Surna: balansert design

Fangstene i Surna ble sammenlignet med fangstene i andre elver i like lange perioder før og etter Trollheimen kraftverk ble satt i drift i 1968. Rauma og Driva som det er naturlig å sammenligne Surna med er begge smittet av *Gyrodactylus salaris*, og er ikke egnet som referanseelver etter at denne påvirkningen startet. Parasitten ble påvist i begge elvene i 1980 (Johnsen *et al.* 1999). Driva har trolig vært smittet siden 1976 (Johnsen *et al.* 1999). Siden havreserven av laks ikke blir påvirket av parasitten valgte vi å ta med ett år etter antatt smitte i vår analyse. Dette førte til at i Driva ble fangstene fram til 1977 tatt med, mens i Rauma tok vi med fangstene fram til 1981.

Analysert på denne måten var fangstene i Surna signifikant lavere i perioden etter reguleringen sammenlignet med Stjørdalselva og Namsen, mens det ikke var signifikante forskjeller sammenlignet med de andre elvene (Tabell 2, Fig. 6). En analyse av samme materialet, men ved å ln transformere fangstene før standardisering ga lignende resultater, men fangstene ble signifikant lavere etter regulering også når man sammenligner med Gaula (bare p-verdiene fra denne analysen er vist i Tabell 2). En figurmessig sammenligning med de andre elvene i regionen er vist i Appendix 3.

Tabell 2. Standardisert fangst (totalvekt av laks og sjøørret) i Surna minus standardisert fangst i referanseelver i perioden 1934-1965 (før regulering) sammenlignet med perioden 1971-2002 (etter regulering). Det er benyttet ett balansert design som tar med like mange år før som etter reguleringen. Trollheimen kraftverk ble satt i drift i 1968. P-verdiene for en tilsvarende test hvor fangstene er blitt ln transformert før standardisering er vist til slutt i tabellen.

| Referanse- vassdrag | Differanse i standardisert fangst | | | | | | | p (ln trans- formert) | |
|------------------------|-----------------------------------|------|----|-----------|------|----|-------|-----------------------------|-------|
| | 1934-1965 | SD | n | 1971-2002 | SD | n | t | p | |
| Rauma | 0.42 | 1.44 | 11 | -0.42 | 0.61 | 11 | 1.76 | 0.09 | 0.11 |
| Driva | -0.005 | 0.84 | 7 | 0.005 | 0.67 | 7 | -0.02 | 0.98 | 0.77 |
| Orkla | 0.10 | 0.81 | 32 | -0.10 | 0.90 | 32 | 0.91 | 0.19 | 0.64 |
| Gaula | 0.20 | 0.67 | 32 | -0.20 | 0.92 | 32 | 1.98 | 0.052 | 0.034 |
| Nidelva | -0.10 | 0.99 | 32 | 0.10 | 1.27 | 32 | -0.71 | 0.40 | 0.60 |
| Stjørdalselva | 0.30 | 0.74 | 32 | -0.30 | 1.01 | 32 | 2.7 | 0.009 | 0.012 |
| Verdalselva | 0.11 | 0.79 | 32 | -0.11 | 0.94 | 32 | 0.99 | 0.22 | 0.06 |
| Namsen | 0.24 | 0.69 | 32 | -0.24 | 0.64 | 32 | 2.89 | 0.005 | 0.005 |



Figur 6. Standardisert fangst (totalvekt av laks og sjøørret) i Surna minus standardisert fangst i referanseelven Gaula og i de to regulerte elvene Namsen og Stjørdalselva i perioden 1934-1965 (før regulering) sammenlignet med perioden 1971-2002 (etter regulering). Det er benyttet et balansert design som tar med like mange år før som etter reguleringen av Surna i 1968.

4.2.3 Surna: ikke balansert design

På slutten av 1930-tallet og på 1940-tallet var de rapporterte fangstene lave i de fleste elvene, imidlertid ser det ut til at de rapporterte fangstene i Surna relativt sett var lavere enn i de andre elvene (Appendiks 3). Årsaken til dette kjenner vi ikke, men som ett alternativ har vi benyttet fangstene fra og med 1951, for å unngå at denne perioden påvirker våre analyser. Dersom data fra og med 1951 analyseres, har Surna signifikant lavere fangster relativt til de andre elvene med unntak av Driva og Nidelva (Tabell 3, Appendiks 4). En analyse av samme materialet, men ved å ln transformere fangstene før standardisering ga lignende resultater (bare p-verdiene fra denne analysen er vist i Tabell 3).

Tabell 3. Standardisert fangst (totalvekt av laks og sjøørret) i Surna minus standardisert fangst i referanseelver i perioden 1951-1965 (før regulering) sammenlignet med perioden 1971-2002 (etter regulering). Trollheimen kraftverk ble satt i drift i 1968. P-verdiene for en tilsvarende test hvor fangstene er blitt ln transformert før standardisering er vist til slutt i tabellen.

| Referanse- vassdrag | Differanse i standardisert fangst | | | | | | t | | p | p (ln transformert) |
|------------------------|-----------------------------------|------|----|-----------|------|----|------|--------|-------|------------------------|
| | 1951-1965 | SD | n | 1971-2002 | SD | n | | | | |
| Rauma | 0.36 | 1.26 | 15 | -0.49 | 0.60 | 11 | 2.08 | 0.048 | 0.041 | |
| Driva | 0.19 | 1.04 | 15 | -0.41 | 0.73 | 7 | 1.37 | 0.19 | 0.15 | |
| Orkla | 0.45 | 0.83 | 15 | -0.21 | 0.94 | 32 | 2.35 | 0.023 | 0.001 | |
| Gaula | 0.57 | 0.81 | 15 | -0.27 | 1.04 | 32 | 2.73 | 0.009 | 0.001 | |
| Nidelva | 0.23 | 1.00 | 15 | -0.11 | 1.28 | 32 | 0.91 | 0.37 | 0.15 | |
| Stjørdalselva | 0.76 | 0.89 | 15 | -0.35 | 1.16 | 32 | 3.32 | 0.002 | 0.002 | |
| Verdalselva | 0.43 | 0.93 | 15 | -0.20 | 0.99 | 32 | 2.07 | 0.044 | 0.004 | |
| Namsen | 0.63 | 0.89 | 15 | -0.30 | 0.74 | 32 | 3.79 | <0.001 | 0.003 | |

5. Diskusjon

Bruken av laksestatistikken for å vurdere om produksjonsforholdene for laks og sjøørret har endret seg som følge av inngrep i vassdrag, er problematisk. Det er vanskelig å finne gode referansevassdrag, fordi de aller fleste større vassdrag har vært utsatt for påvirkninger som kan influere vassdragets produksjon av laksefisk. Påvirkninger kan være for eksempel bygging av laksetrapp, utsettinger yngel eller smolt, grusgravinger, vassdragsreguleringer, parasitten *Gyrodactylus salaris* og lignende. I tillegg er det vanskelig å teste om de forutsetningene som en slik sammenlikning hviler på er oppfylt.

Viktige forutsetninger for å gjennomføre sammenlikninger i fangstutvikling mellom to eller flere vassdrag er:

1) Har beskatningsratene i elv og rapporteringsrutinene (hvor stor andel av fangsten som rapporteres) endret seg noenlunde parallelt i det vassdraget man vurderer og i referansevassdraget?

Vi har etter hvert noe kunnskap om hvor stor andel av laksen som beskattes ved sportsfiske i norske elver (se f.eks. Fiske & Aass 2001). Beskatningsraten varierer til dels sterkt mellom elver og mellom elvestrekninger innenfor samme elv (fra 10 til 70 % av den oppvandrede laksen fanges). Vi vet lite om hvordan beskatningsraten ved sportsfiske var i tidligere tider. I dag skjer, med unntak av noen få vassdrag, all beskatning i elv som sportsfiske. Vi skal imidlertid ikke langt tilbake i tid før også andre redskapstyper utgjorde en del av beskatningen. Fram til og med 1979 ble det i mange vassdrag også benyttet andre redskaper. I Gaula, f.eks. var det tillatt å fiske med kastenøter og garn 3 dager i uka i perioden 16. mai til 10. juli (Gjøvik 1981). Før krigen kunne slike redskaper stå for det meste av den rapporterte beskatningen i enkelte elver. I Orkla sto stangfiske bare for 0 - 20 % av rapportert laksefangst i perioden 1915-1938 (Dahl 1946). Mesteparten av fangsten ble tatt med not og garnfiske i elvas nedre deler. Dette fisket opphørte den 26. mai 1939, og de rapporterte fangstene fra sportsfisket i de øvre deler av elva økte. Ifølge den svenske sportsfiskeren Jan Johansson (1997) kan de gode sportsfiskefangstene fra 1950-tallet i Surna direkte knyttes til at det fra 1949 ble forbudt med not- og flytegarnfiske i elva. Disse eksemplene viser at det er variasjon mellom elver i hvilke redskaper som var i bruk i ulike tidsperioder. I tillegg vet vi at stangfisket ble praktisert ulikt i ulike elver, fra eksklusivt utleie til utlendinger i enkelte elver til et fiske drevet hovedsakelig av lokalbefolkningen. En kan derfor ikke utelukke at systematiske forskjeller i hvordan beskatningsraten har endret seg kan innvirke på sammenliknende fangstanalyser mellom elver. I tillegg kommer usikkerheten omkring utviklingen i rapporteringsrutiner i den enkelte elv. Undersøkelser i Driva og Gaula rundt 1980 antyder en til dels stor underreportering av laks- og sjøørretfangstene (Gjøvik 1981). I 1978 -1980 ble det innrapportert mellom 12,5 og 18,9 tonn laks i Gaula, mens Gjøvik beregnet den virkelige fangsten i disse årene til å være mellom 46,8 og 52,7 tonn. Hvis Gjøviks beregninger stemmer ble bare mellom 25-33 % av laksefangsten rapportert. I dag antar vi at rapporteringen av laksefangster er betydelig bedre enn dette i de fleste elver. Vi har imidlertid ikke noe belegg for å påstå at bedret fangstrapportering med tiden har skjedd parallelt i ulike vassdrag. Det er sannsynlig at utviklingen i fiskets organisering (leieforhold etc.) i de ulike vassdrag med tiden har hatt stor betydning for rapporteringsrutinene i det enkelte vassdrag.

Det er overveiende sannsynlig at forutsetningene i punkt 1 ikke er oppfylt fullt ut ved mange sammenlikninger av fangststatistikk mellom elver. Slike brudd på forutsetningene kan gi systematiske feil som påvirker konklusjonene. Hvis slike sammenlignende analyser av fangststatistikk skal gi overbevisende konklusjoner er det nødvendig at en undersøker hvor robust konklusjonene er for brudd på forutsetningen i punkt 1. Robustheten i konklusjoner kan belyses ved f.eks. sensitivitetsanalyser. Systematisering av kunnskap om utvikling i fiskeorganisering og rapporteringsrutiner i de elvene man analyserer vil også være nyttig for å vurdere mulighetene for systematiske feil.

2) Er utviklingen i sjøoverlevelse og sjøbeskatning lik i de vassdragene som sammenliknes?

Ved å sammenlikne fangster fra elver som ligger nært hverandre øker mulighetene for at denne forutsetningen er oppfylt. I tillegg bør bestandssammensetningen av voksen laks være den samme i de elvene som sammenliknes. Hvis ikke er det stor mulighet for å gjøre systematiske feil hvis sjøbeskatningen endrer karakter i de to periodene som sammenliknes. Metodisk sett er det langt bedre å gjennomføre analysen ved å sammenlikne fangst av ulike smoltårganger mellom elver enn å sammenlikne fangst i ulike år. Dette krever imidlertid at man har opplysninger om størrelsesfordelingen av laksefangstene i vektgrupper slik at fangsten det enkelte år kan fordeles på smoltårganger. I laksestatistikken er dette først mulig i nyere tid. Ved å gjennomføre analysene på smoltårganger unngår man at nærliggende datapunkter statistisk sett blir mindre avhengige. Ved bruk av total fangst vil nærliggende datapunkter i stor grad representere fisk fra samme smoltårgang i laksebestander som inneholder både små-, mellom- og storlaks.

3) Har elvene vært fullrekruttert (dvs. har det vært nok gytefisk) i perioden før inngrepet?

Hvis den totale beskatningen av laksebestanden i referanseperioden har vært så høy at rekrutteringen er påvirket, vil fangstene av laks i elva ikke være et uttrykk for elvas bæreevne i uregulert tilstand og gi et feil inntrykk av hvordan inngrepet har virket. Det er indikasjoner på at beskatningen i noen elver var så høy at elvene ikke var fullrekruttert i første halvdel av forrige århundre (Sømme 1946). Sømme (1946) skriver blant annet om det å få nok gytefisk i elvene: ”For å nå dette mål er det helt nødvendig at laksefiskere både i sjø og elv i første omgang innskrenker sitt fiske slik at en rimelig del av bestanden kan komme fram til gyteplassene i elvene”.

Dette er noen av forutsetningene og problemene med sammenliknende analyser av fangststatistikk. Brudd på noen av disse forutsetningene kan så tvil om et hvert resultat. Dersom en sammenligning med en rekke elver gir samme mønster i fangstutviklingen, styrker det sannsynligheten for en generell trend.

Datasettet for Surna og Orkla viser at de slutninger som trekkes fra en sammenligning av før og etter situasjonen er avhengig av hvilke elver det sammenliknes med. En økt fangst i Orkla etter regulering sammenliknet med Stjørdalselva, skyldes trolig mer forhold i Stjørdalselva enn i Orkla. Sammenliknes det med de øvrige elvene, ser laksefangstene i Orkla verken ut til å ha økt eller avtatt etter reguleringene. Den første tilnærmingen til Surnamaterialet viser også at resultatene avhenger av hvilke elver som velges til sammenligningen. Fangstene i Surna ser ut til å ha avtatt etter reguleringen ved å

sammenligne med Stjørdalselva og Namsen, men ikke å ha endret seg signifikant om sammenlignet med de andre elvene.

Den første og andre tilnærmingen til Surnamaterialet, viser også resultatene avhenger av tidsperioden som velges. Dersom det er grunner til å anta at fangstene i Surna på 1930- og 1940-tallet ikke er representative, vil den andre tilnærmingen være mest representativ. Aksepteres denne forutsetningen (i tillegg til alle andre forutsetningene) ser det ut til at fangstene har avtatt i Surna etter reguleringene nesten uansett referanseelv. De to periodene er riktignok ikke signifikant forskjellige om vi benytter Driva eller Nidelva som referansevasdrag, men forskjellene mellom periodene går i samme retning for alle sammenligningene vi har gjort.

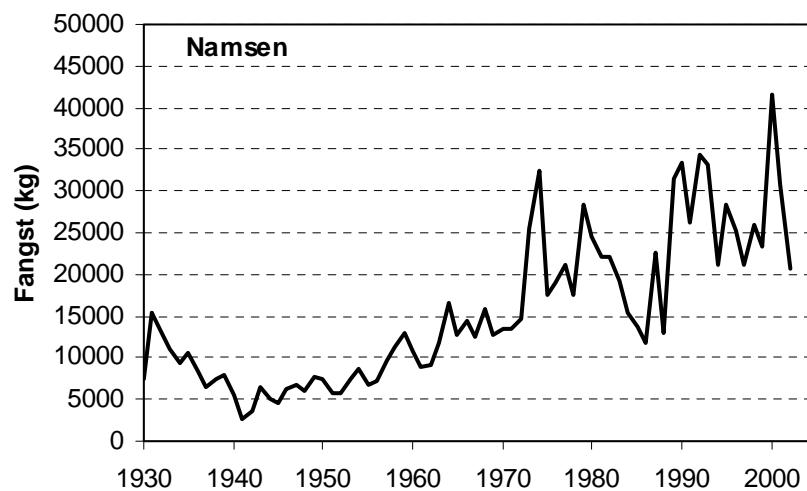
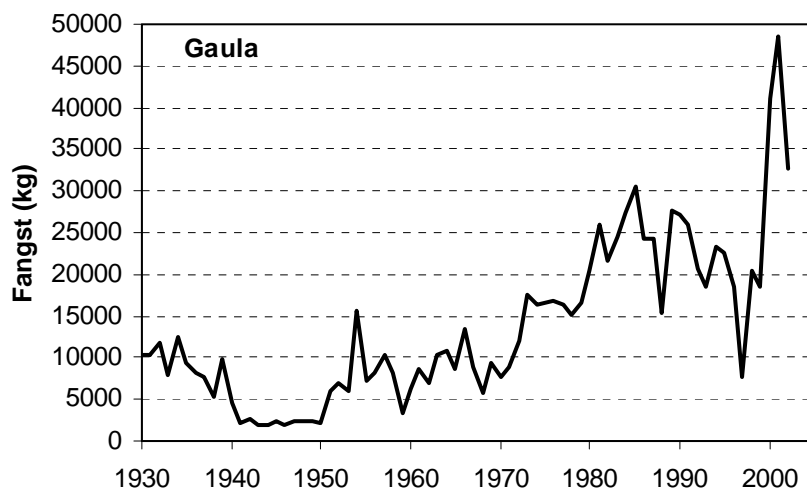
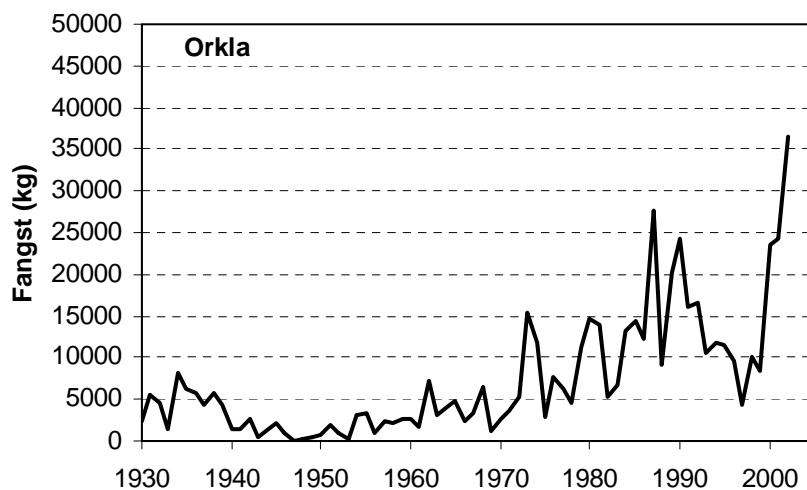
6. Litteratur

- Arnekleiv, J.V., Kjørstad, G., Rønning, L., Koksvik, J. & Urke, H.A. 2000. Fiskebiologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-1999. Vitenskapsmuseet, Rapport Zoologisk serie 2000-3. 91 s.
- Arnekleiv, J.V., Koksvik, J.I., Hvidsten, N.A. & Jensen, A.J. 1994. Virkninger av Bratsbergreguleringen (Bratsberg kraftverk) på bunndyr og fisk i Nidelva, Trondheim (1982-1986). Vitenskapsmuseet, Rapport Zoologisk serie 1994-7. 56 s.
- Dahl, K. 1946. Mine or nets? An experiment on the salmon fishings in the Orkla River. *The Salmon and Trout magazine* 117, May 1946: 113-122.
- Fiske, P. & Aas, Ø. (red.) 2001. Laksefiskeboka. Om sammenhenger mellom beskatning, fiske og verdiskapning ved elvefiske etter laks, sjøørret og sjørøye. NINA Temahefte 20. 100 s.
- Friedland, K.D., Hansen, L.P. & Dunkley, D.A. 1998. Marine temperatures experienced by post-smolts and the survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the North sea area. *Fisheries and Oceanography* 7: 22-34.
- Friedland, K.D., Hansen, L.P., Dunkley, D.A. & MacLean, J.C. 2000. Linkage between ocean climate, post-smolt growth and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the North Sea area. *ICES Journal of Marine Science* 57: 419-429.
- Gjøvik, J.A. 1981. Undersøkelser av lakse- og sjøaurefisket i Gaula og Driva 1979 og 1980. Rapport fra DVF-Fiskerikonsulentene i Midt-Norge. 73 s.
- Hansen, L.P., Fiske, P., Holm, M., Jensen, A.J. & Sægrov, H. 2003. Bestandsstatus for laks i Norge 2002. Rapport fra arbeidsgruppe. Utredning for DN 2003-2, 56 sider.
- Heggberget, T.G., Rikstad, A., Thorstad, E.B. & Fiske, P. 1999. Effekter av kultiverings-tiltak for laks i Øvre Namsen. NINA Oppdragsmelding 589. 20 s.
- Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Jensås, J.G. 1996. Bestand og rekruttering av laks i Orkla. NINA Oppdragsmelding 389: 27s.
- Jensen, A.J., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O. & Lund, E. 2003. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravasdraget. Årsrapport 2002. NINA Oppdragsmelding 781. 36 s.
- Johansson, J. 1997. Laks. Landbruksforlaget, Oslo.
- Johnsen, B. O., Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1999. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000. NINA Oppdragsmelding 617:1-129.
- Korsen, I. & Gjøvik, J.A. 1977. Undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Drivavassdraget og Todalsvassdraget. Årsrapport 1977. Rapport fra DVF-Fiskerikonsulentene i Midt-Norge. 114 s.
- L'Abée-Lund, J.H. 2001. Vassdragsforvaltning, regulering og villaks. Foredrag Surnadal hotel, 30 mai 2001. 13 s.
- Larssen T. & H. Sægrov 2003. Sammenhengen mellom forsuringsrelatert vannkvalitet og utvikling av villaksbestander på Vestlandet. NIVA-rapport 4662, 39 sider.
- Lund, R.A., Johnsen, B.O. & Hvidsten, N.A. 2003. Fiskebiologiske undersøkelser i Surna 2002. NINA Oppdragsmelding 788. 41 s.
- McKinnell, S.M. & Karlström, Ö. 1999. Spatial and temporal covariation in the recruitment and abundance of Atlantic salmon populations in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science* 56: 433-443.
- NOU 1999. Til laks åt alle kan ingen gjera? Norges offentlige utredninger 1999-9. 297s.

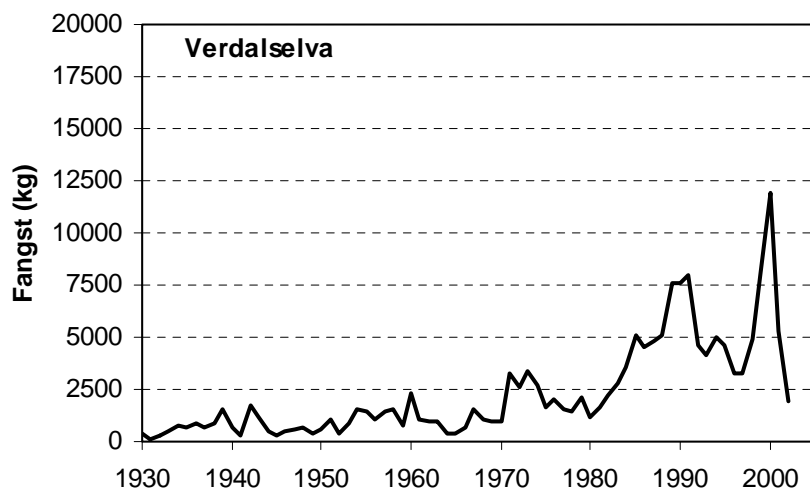
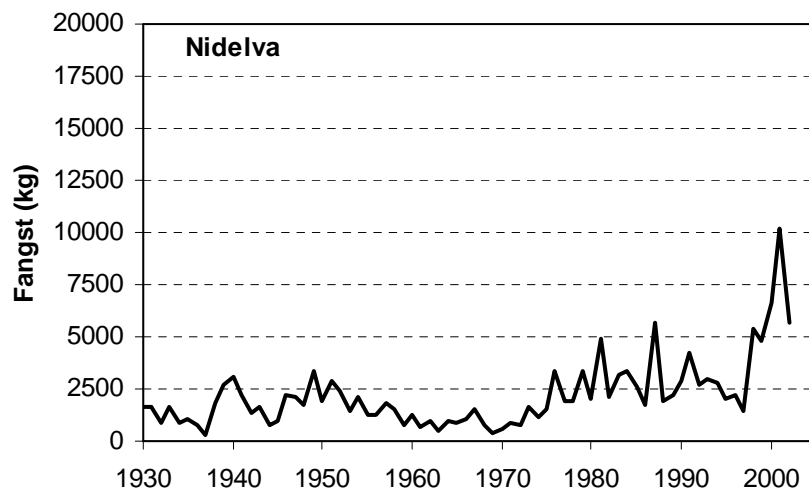
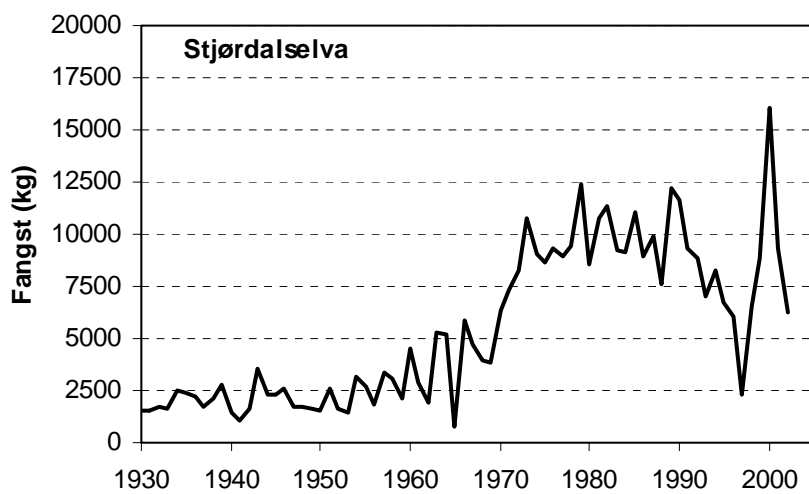
- Paulsen, L.I., Rikstad, A. & Einvik, K. 1991. Lakseundersøkelser i Namsenvassdraget i perioden 1987-90. Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Miljøvernavdelingen, Rapport 1991-5. 78 s.
- Saltveit, S.J., J.V. Arnekleiv, J.H. Halleraker og A. Harby. 2000. Effektkjøring av kraftverk og stranding av fisk. Fiskesymposiet, Enfo publ.nr. 444-2000: 83-89.
- Saltveit, S.J., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V. og Harby, A. 2001. Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. *Regulated Rivers* **17**: 609-622
- Skurdal, J., L.P. Hansen, Ø. Skaala, H. Sægrov & H. Lura 2001. Elvevis vurdering av bestandsstatus og årsaker til bestandsutviklingen av laks i Hordaland og Sogn og Fjordane. Utredning for DN 2001-2.
- Sægrov, H. 2002. Sak nr. – 00938 B/01 Gulating lagmannsrett. Fiskerisakunnig rapport, 40 sider.
- Sægrov, H. og B.A. Hellen 2003. Fiskeundersøkingar i Oldenelva i 2002. Suldalslågen – Miljørapport nr. 26, 25 sider.
- Sømme, S. 1946. Den norske laksestamme. Landbruksdepartementets småskrift nr. 93:1-24.

Vedlegg

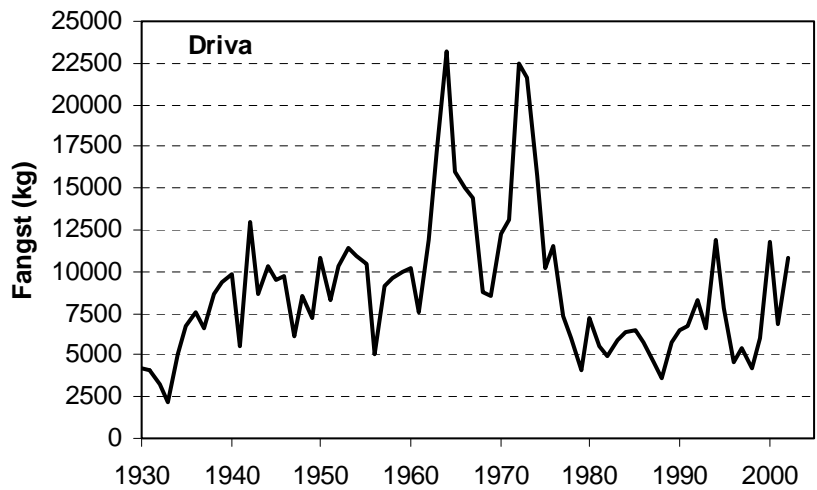
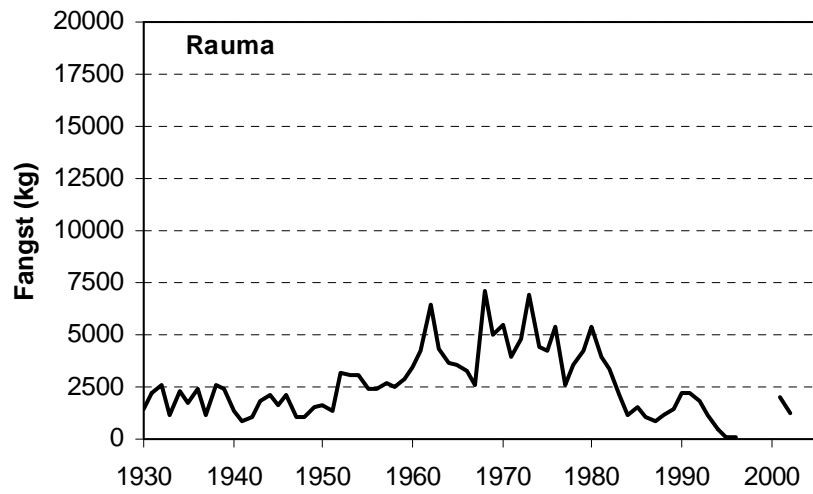
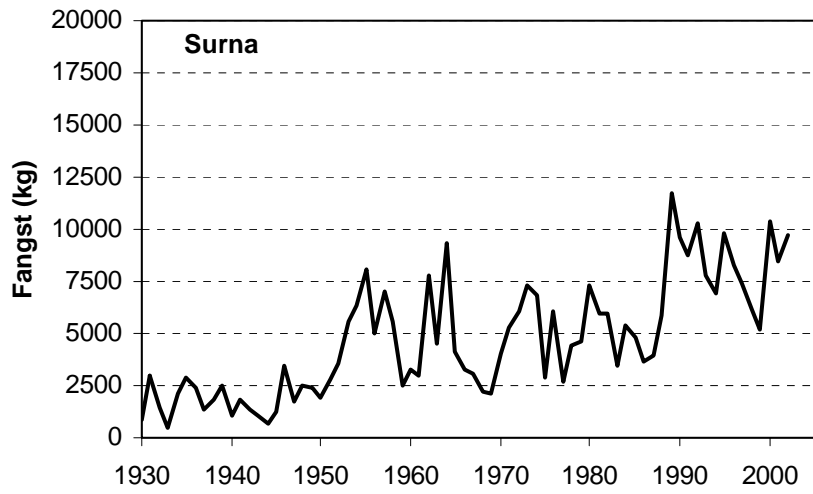
Appendiks 1: Rapportert fangst av laks og sjørret fra 1930 - 2002 i de ulike elver i Trøndelag og Møre og Romsdal.



Appendiks 1 forts.

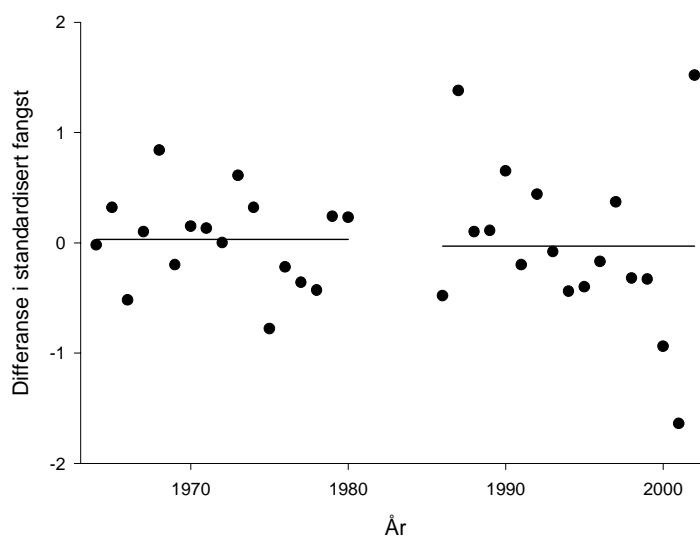


Appendiks 1 forts.

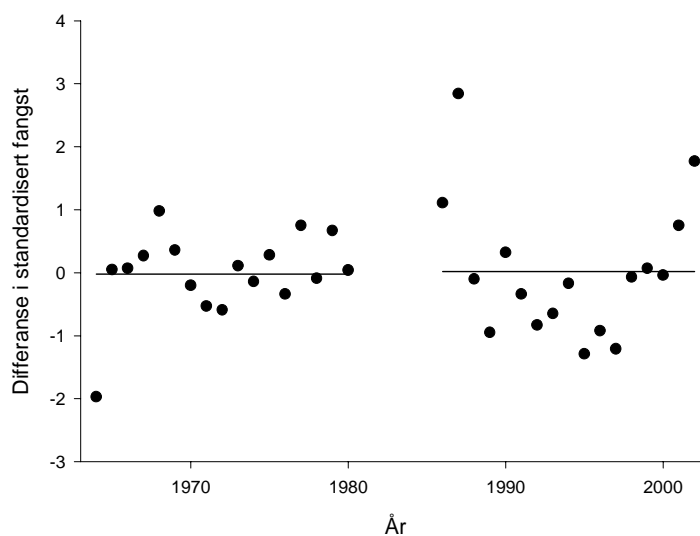


Appendiks 2. Standardisert fangst (totalvekt av laks og sjøørret) i Orkla minus standardisert fangst i referanseelver i perioden 1964-1980 (før regulering) sammenlignet med perioden 1986-2002 (etter regulering). Det er benyttet et balansert design som tar med like mange år før som etter reguleringen.

Standardisert fangst Orkla - standardisert fangst Gaula
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1980
og etter 1986
 $t = 0,24$, $df = 32$, $p = 0,81$

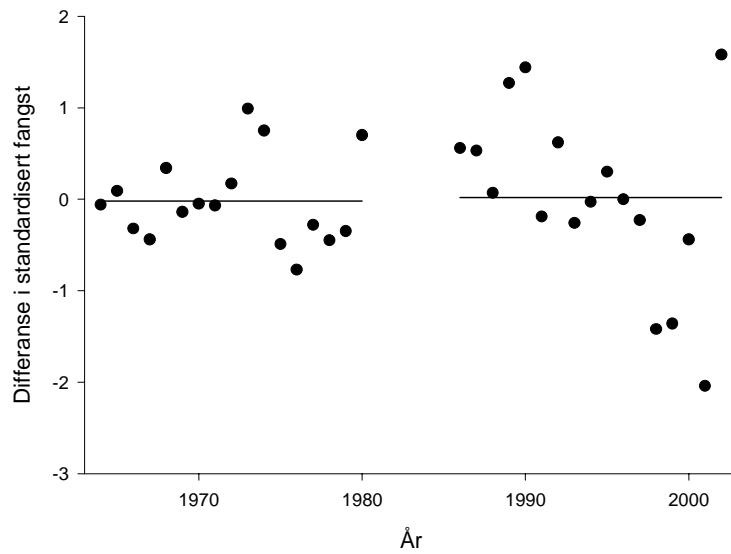


Standardisert fangst Orkla - standardisert fangst Surna
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1980
og etter 1986
 $t = 0,11$, $df = 32$, $p = 0,92$

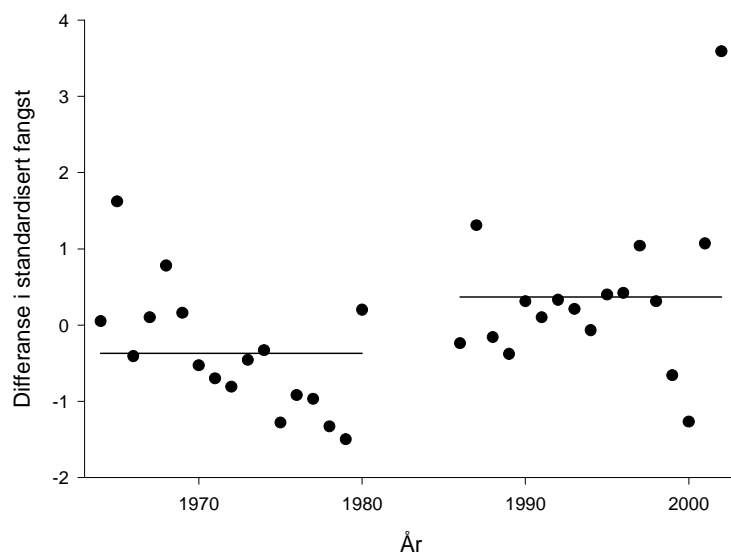


Appendiks 2 fortsatt

Standardisert fangst Orkla - standardisert fangst Nidelva
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1980
og etter 1986
 $t = -0,17, df = 32, p = 0,87$

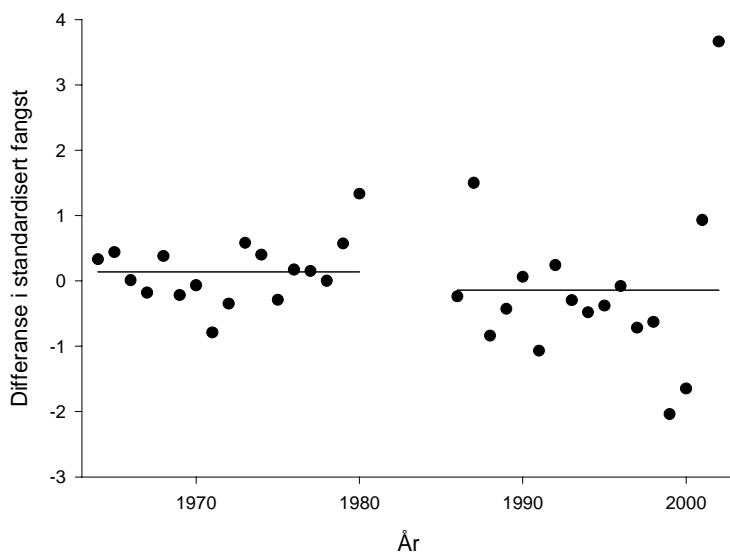


Standardisert fangst Orkla - standardisert fangst Stjørdalselva
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1980
og etter 1986
 $t = -2,33, df = 32, p = 0,027$

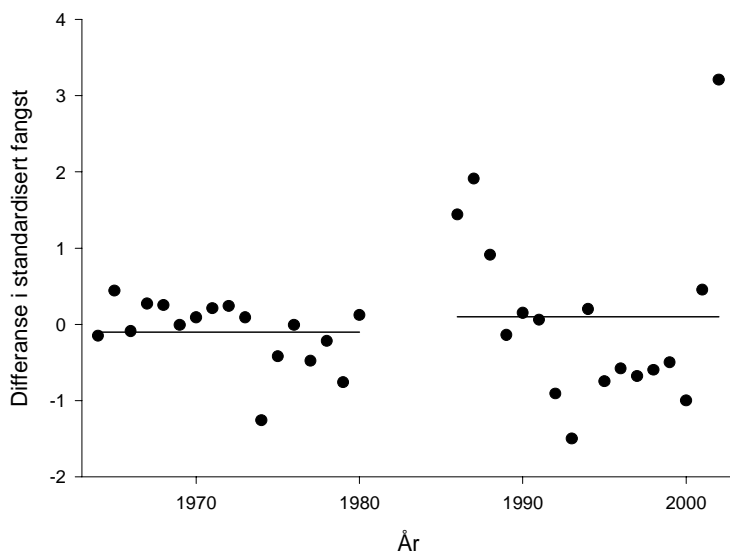


Appendiks 2 fortsatt

Standardisert fangst Orkla - standardisert fangst Verdalselva
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1980
og etter 1986
 $t = 0,87, df = 32, p = 0,39$

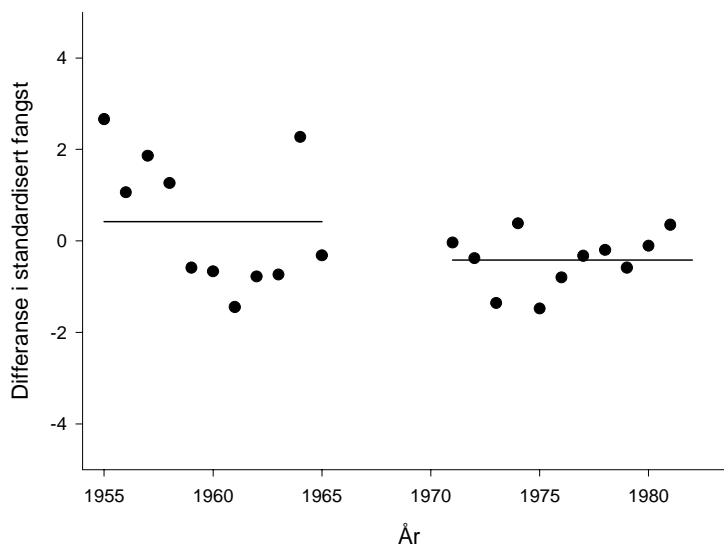


Standardisert fangst Orkla - standardisert fangst Namsen
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1980
og etter 1986
 $t = -0,64, df = 32, p = 0,53$

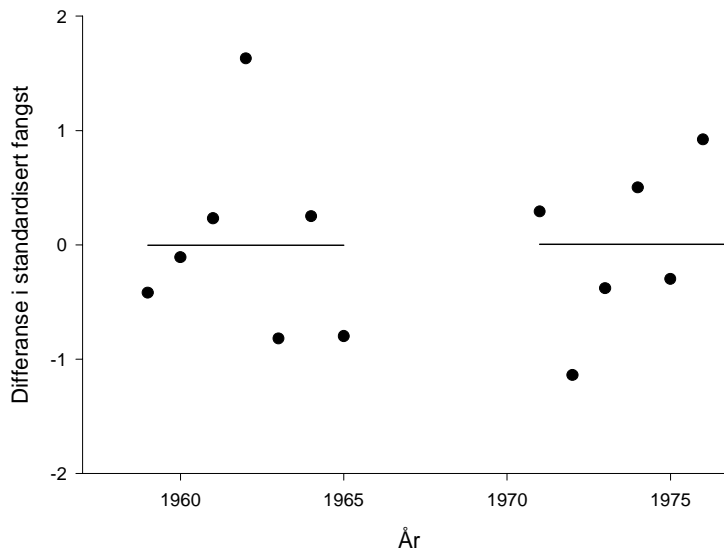


Appendiks 3. Standardisert fangst (totalvekt av laks og sjøørret) i Surna minus standardisert fangst i referanseelver i perioden 1934-1965 (før regulering) sammenlignet med perioden 1971-2002 (etter regulering). Det er benyttet et balansert design som tar med like mange år før som etter reguleringen. Trollheimen kraftverk ble satt i drift i 1968. I figurene er differansen i standardisert fangst plottet for hvert enkelt år. De horisontale linjene angir gjennomsnittet i hver periode.

Standardisert fangst Surna - standardisert fangst Rauma
 Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
 og etter 1971
 $t = 1,76, df = 20, p = 0,09$

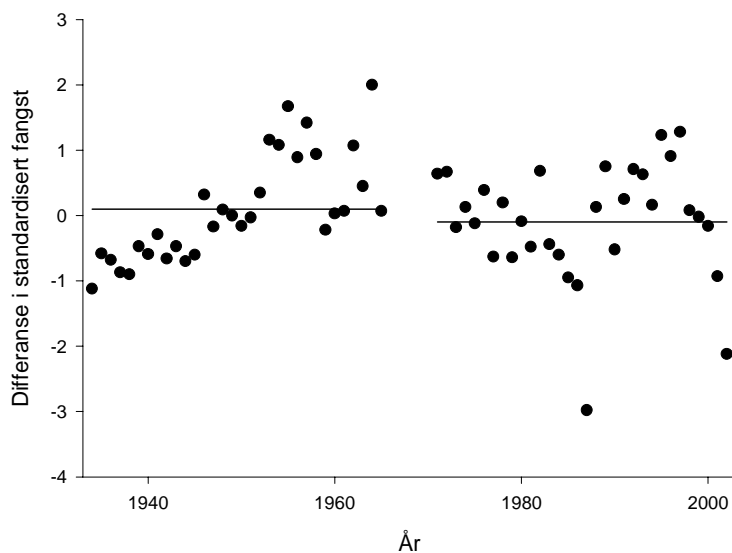


Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Driva
 Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
 og etter 1971
 $t = -0,02, df = 12, p = 0,98$

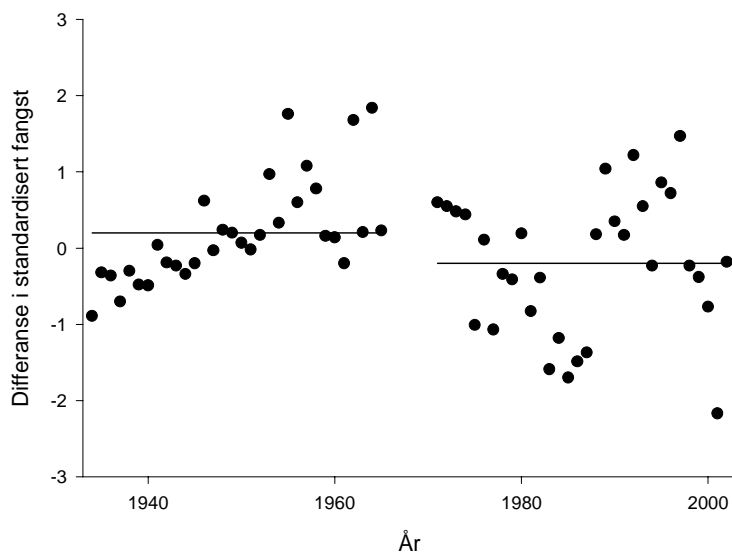


Appendiks 3 fortsatt

Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Orkla
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
og etter 1971
 $t = 0,91$, $df = 62$, $p = 0,37$

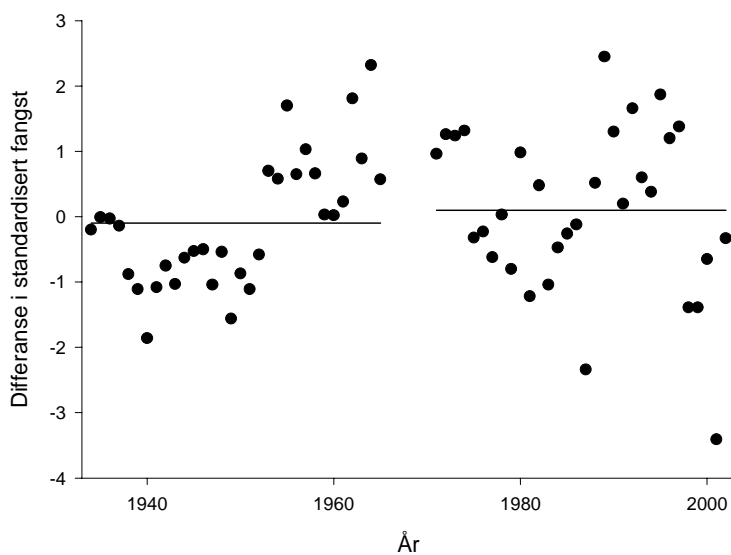


Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Gaula
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
og etter 1971
 $t = 1,98$, $df = 62$, $p = 0,052$

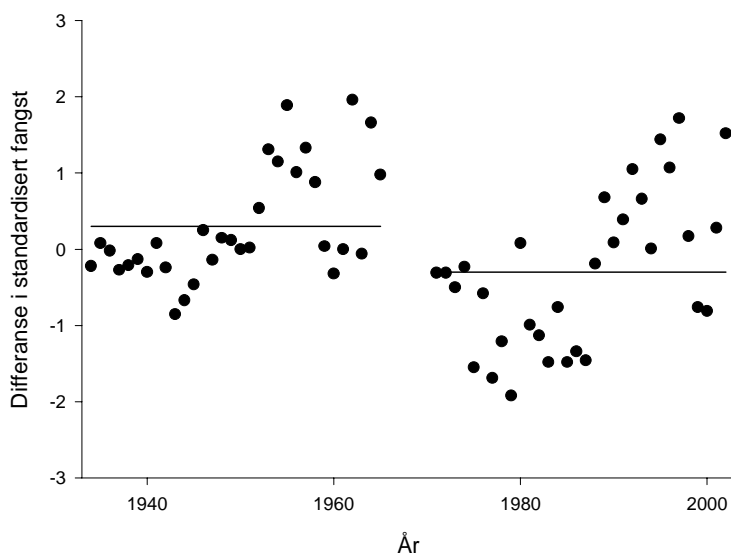


Appendiks 3 fortsatt

Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Nidelva
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
og etter 1971
 $t = -0,71$, $df = 62$, $p = 0,48$

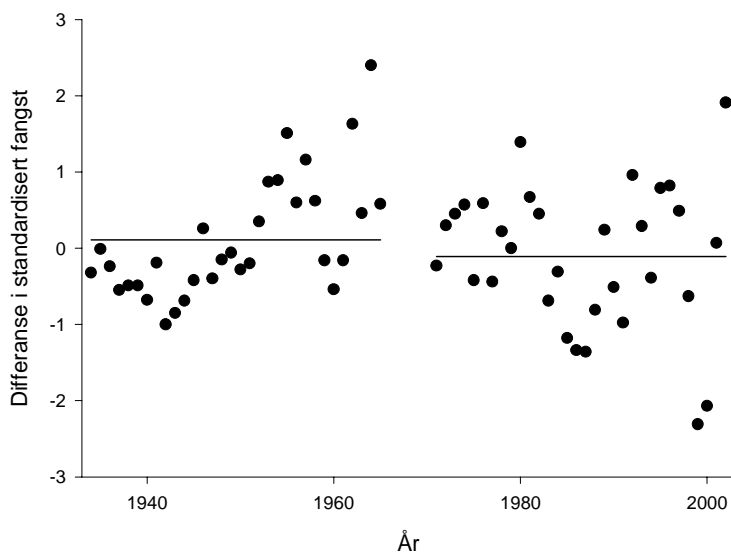


Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Stjørdalselva
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
og etter 1971
 $t = 2,70$, $df = 62$, $p = 0,009$

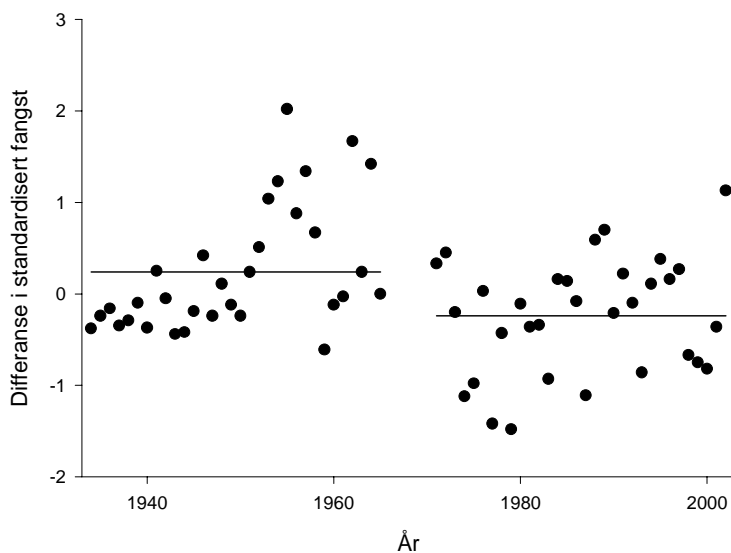


Appendiks 3 fortsatt

Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Verdalselva
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
og etter 1971
 $t = 0,99$, $df = 62$, $p = 0,33$

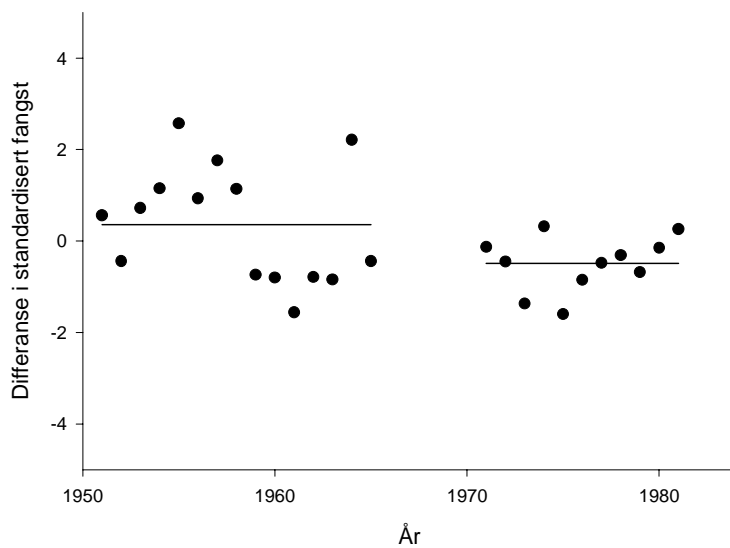


Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Namsen
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
og etter 1971
 $t = 2,89$, $df = 62$, $p = 0,005$

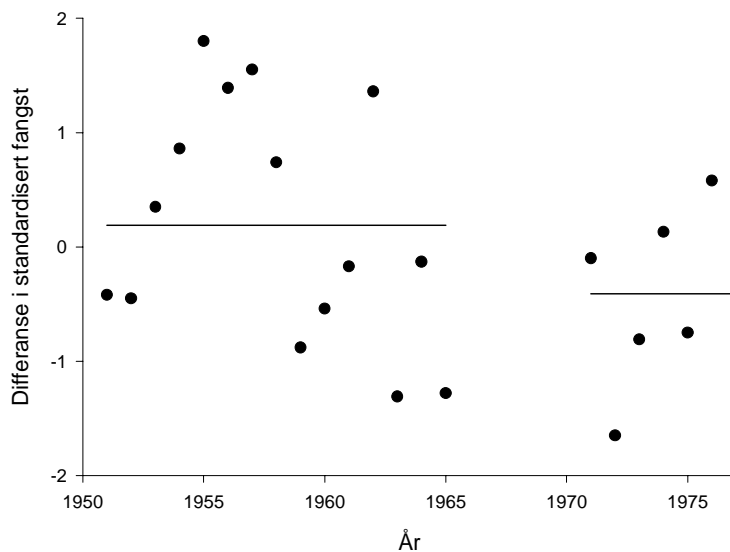


Appendiks 4. Standardisert fangst (totalvekt av laks og sjøørret) i Surna minus standardisert fangst i referanseelver i perioden 1951-1965 (før regulering) sammenlignet med perioden 1971-2002 (etter regulering). Trollheimen kraftverk ble satt i drift i 1968. I figurene er differansen i standardisert fangst plottet for hvert enkelt år. De horisontale linjene angir gjennomsnittet i hver periode.

Standardisert fangst Surna - standardisert fangst Rauma
 Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
 og etter 1971
 $t = 2,10, df = 24, p = 0,05$

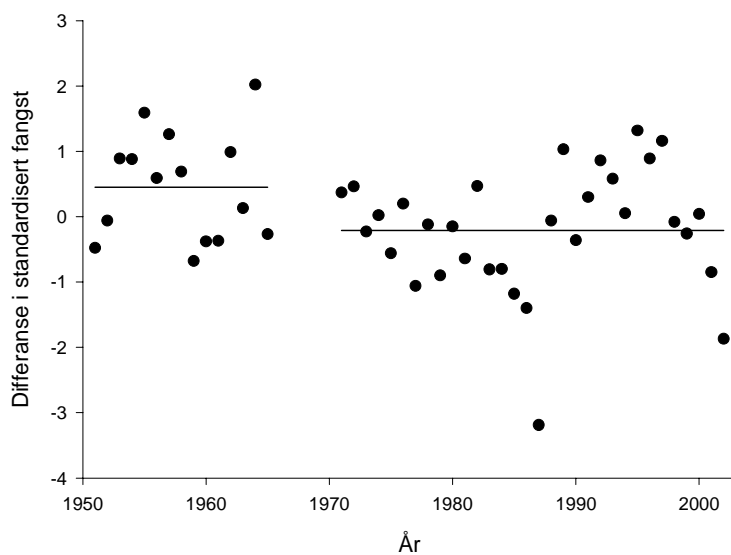


Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Driva
 Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
 og etter 1971
 $t = 1,37, df = 20, p = 0,19$

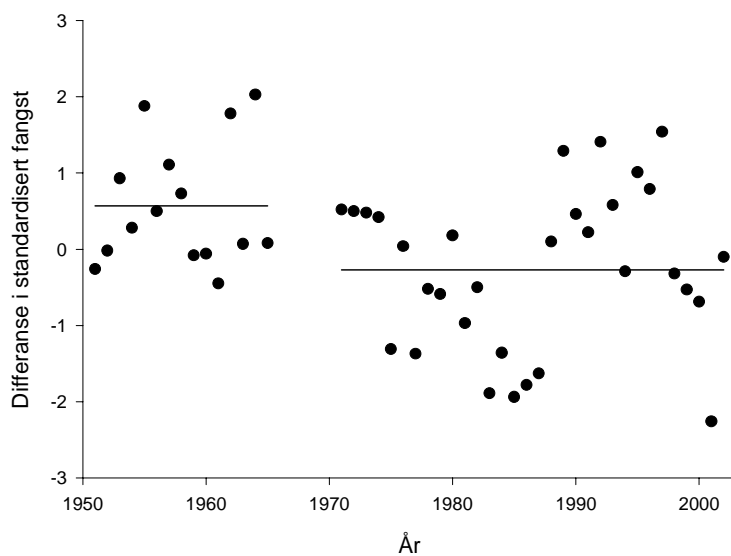


Appendiks 4 fortsatt

Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Orkla
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
og etter 1971
 $t = 2,35, df = 45, p = 0,03$

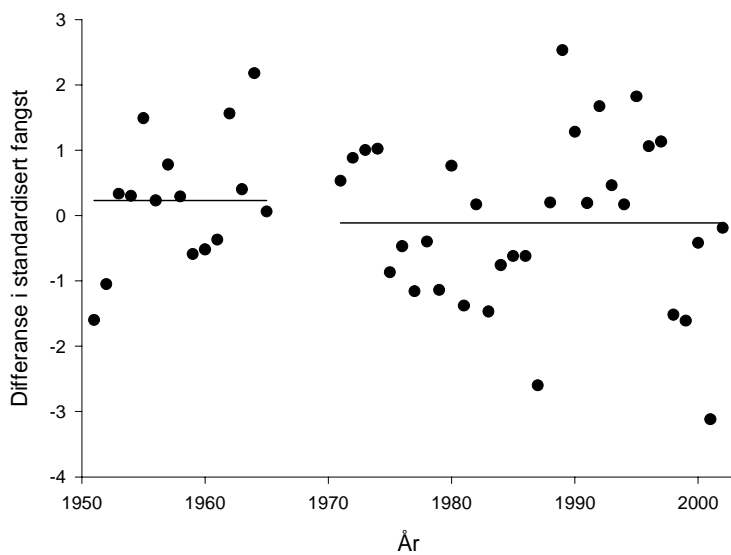


Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Gaula
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
og etter 1971
 $t = 2,73, df = 45, p = 0,009$

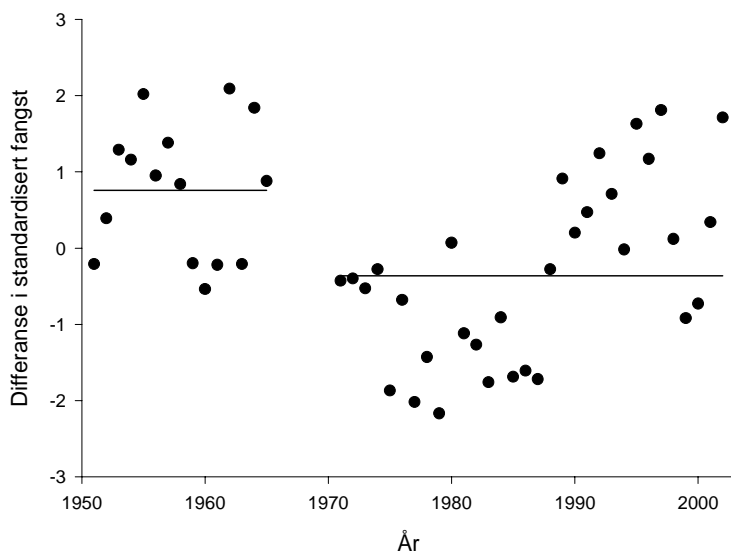


Appendiks 4 fortsatt

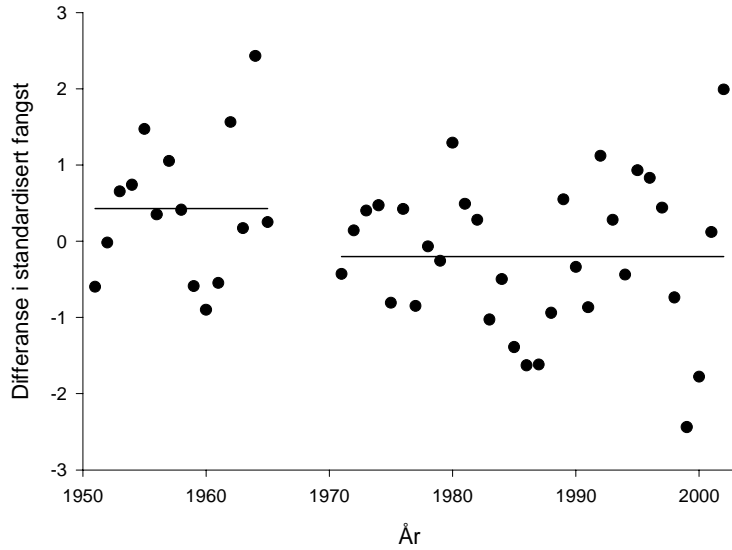
Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Nidelva
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
og etter 1971
 $t = 0,91$, $df = 45$, $p = 0,37$



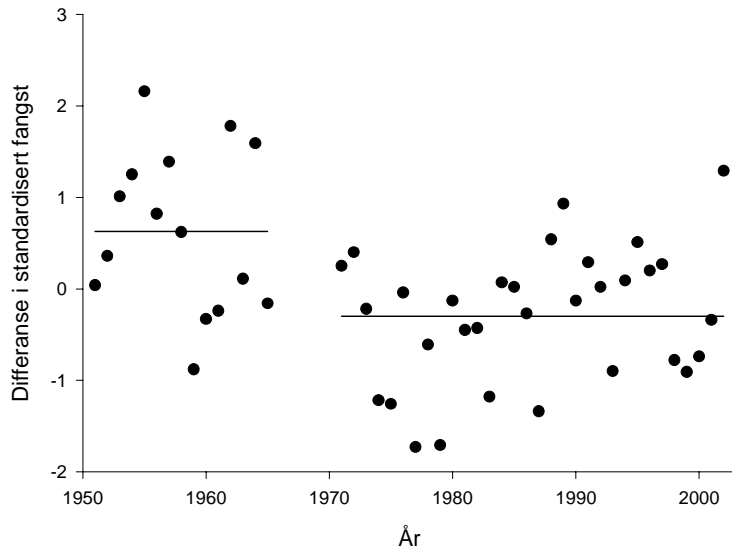
Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Stjørdalselva
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
og etter 1971
 $t = 3,32$, $df = 45$, $p = 0,002$



Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Verdalselva
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
og etter 1971
 $t = 2,07$, $df = 45$, $p = 0,044$



Standardisert fangst Surna- standardisert fangst Namsen
Totalvekt laks og sjøaure i perioden før 1965
og etter 1971
 $t = 3,79$, $df = 45$, $p < 0,001$



Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i rapportserien Miljøbasert vannføring:

- Nr. 1-02 Thomas Skaugen, Marit Astrup, Zelalem Mengistu og Bjarne Krokli:
Lavvannføring - estimering og konsesjonsgrunnlag (28 s.)
- Nr. 1-03 Eva B. Thorstad, Finn Økland, Nils Arne Hvidsten, Peder Fiske, Kim Aarestrup: Oppvandring av laks i forhold til redusert vannføring og lokkeflommer i regulerte vassdrag (51 s.)
- Nr. 2-03 Per Ivar Bergan, Carsten S. Jensen, Finn R. Gravem, Jan Henning L'Abée-Lund, Anders Lamberg, Peder Fiske: Krav til vannføring og temperatur for oppvandring av laks og sjørørret (63 s.)
- Nr. 1-04 Hervé Colleuille, Tor Simon Pedersen, Panagiotis Dimakis: Elv og grunnvann. Analyse av interaksjon mellom et grunnvannsmagasin og Glomma på Rena, Hedmark (002.Z) Rapport 1. Formål og metoder (67 s.)
- Nr. 2-04 Hervé Colleuille, Tor Simon Pedersen, Panagiotis Dimakis, Bjørn Frengstad: Elv og grunnvann. Analyse av interaksjon mellom et grunnvannsmagasin og Glomma på Rena, Hedmark (002.Z). Rapport 2. Materiale og feltmålinger (113 s.)
- Nr. 3-04 Hervé Colleuille, Wai Kwok Wong, Panagiotis Dimakis: Analyse av interaksjon mellom et grunnvannsmagasin og Glomma på Rena, Hedmark (002.Z). Rapport 3. Grunnvannsmodellering (114 s.)
- Nr. 4-04 Bjørn Ove Johnsen og Nils Arne Hvidsten, NINA: Krav til vannføring i sterkt regulerte smålaksvassdrag (68 s.)
- Nr. 5-04 Torulv Tjomsland, Norsk institutt for vannforskning: Abiotiske effekter i reguleringsmagasiner. Temperatur- og isforhold i Follsjøen og i vassdraget nedenfor (24 s.)
- Nr. 6-04 Svein Jakob Saltveit, Universitet i Oslo - LFI, Peder Fiske, Norsk institutt for naturforskning Åge Brabrand, Universitet i Oslo - LFI, Harald Sægrov, Rådgivende biologer: Bruk av fangststatistikk for å belyse effekt av endret vannføring på fisk (46 s.)