

Fysiske tiltak som alternativ til minstevassføring i Storelva i Samnangervassdraget



Sluttrapport 2005 - 2010

Rådgivende Biologer AS

1476



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Fysiske tiltak som alternativ til minstevassføring i Storelva i Samnangervassdraget.
Sluttrapport 2005 - 2010

FORFATTERE:

Harald Sægrov, Geir Helge Johnsen, Steinar Kålås, Bjart Are Hellen, & Kurt Urdal

OPPDRAKSGIVER:

BKK Produksjon AS

OPPDRAGET GITT:

September 2005

ARBEIDET UTFØRT:

2005 - 2011

RAPPORT DATO:

22. november 2011

RAPPORT NR:

1476

ANTALL SIDER:

56

ISBN NR:

ISBN 978-82-7658-869-9

EMNEORD:

- Storelva
- Vassdragsregulering
- Fisk
- Botndyr
- Vasskvalitet

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082-mva
Internett : www.radgivende-biologer.no E-post: post@radgivende-biologer.no
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

Forsidefoto: Celletersklene nedst i Storelva mot Frølandsvatnet

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har gjennomført ferskvassbiologiske undersøkingar i Storelva i Samnangervassdraget i perioden 2005 til 2010 etter oppdrag frå BKK Produksjon AS.

Bakgrunnen for undersøkingane er at BKK i sin nye konsesjon frå 2001 for reguleringane i Storelva, fekk høve til å prøve ut ulike fysiske tiltak og tilretteleggingar for å auke elveøkologisk mangfald i vassdraget som alternativ til slepping av ei minstevassføring. Desse tiltaka vart ferdigstilt hausten 2005, og for å vurdere effektane av desse tiltaka skulle ferskvassbiologiske tilhøve overvakast årleg frå 2005 til 2010. Frå juni 2007 vart prosjektet justert ved at det vert sleppt vatn frå Fiskevatnet for å sikre vassdekninga i vassdraget. Målet er å halde vassføringa over 100 l/s ved målestasjonen i elva. Overvakinga er gjennomført for å dokumentere om dei tiltaka som er sett i verk har hatt ynskt effekt.

I overvaksingsperioden vart vassstemperatur, vasskvalitet, botndyrsamfunn, ungfisk og gytefisk undersøkt. Vi har også inkludert undersøkingar av Tysseelva og Frølandselva, fordi det vil vere umogleg å komme fram til konklusjonar og gje råd for forvaltninga av Storelva utan at denne vert sett i samanheng med resten av dei lakseførande delane av vassdraget.

Det vart utført undersøkingar i 2002 og 2003 (Johnsen mfl. 2003) før tiltaka vart ferdigstilt. Resultata frå 2005-2010 er rapportert og oppdatert av Sægrov mfl. (2011). Det er også utført ferskvassbiologiske undersøkingar i dei andre delane av Samnangervassdraget tidlegare, og dei er nytta som referanse i denne samanhengen (Kålås mfl.1999 a & b).

Rådgivende Biologer AS takkar Arne Frøland, Per Vidar Halsnes, Ingvald Midtun, Sissel Mykletun og Torbjørn Kirkhorn for et godt samarbeid undervegs og BKK Produksjon AS for oppdraget.

Bergen, 22. november 2011

INNHALD

Føreord.....	4
Innhald	4
Samandrag.....	5
1 Bakgrunn for prosjektet.....	8
2 Vassføring, temperatur og vasskvalitet	14
3 Fisk	22
4 Landskapsestetiske tilhøve	37
6 Referansar	55

SAMANDRAG

Sægrov., H., G.H. Johnsen, S. Kålås, B. A. Hellen & K. Urdal 2011.

Fysiske tiltak som alternativ til minstevassføring i Storelva i Samnangervassdraget. Sluttrapport 2005 - 2010.

Rådgivende Biologer AS, rapport 1476, 56 sider, ISBN 978-82-7658-869-9

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå BKK Produksjon evaluert om fysiske tiltak i Storelva kunne vere eit alternativ til minstevassføring. I framlegget til ny reguleringskonsesjonen for Samnangervassdraget vart det føreslege eit slepp av minstevassføring i nedre del av Storelva på 0,5 m³/s, men i konsesjonen frå mai 2001 vart det opna for å vurdere fysiske tiltak for å redusere effektane av reguleringane som alternativ til minstevassføring. Det føreligg få eller ingen undersøkingar i sterkt regulerte vassdrag der ein har starta utan minstevassføring og deretter sleppt vatn inntil ein har nådd eit stabilt nivå i høve til ynskte økologiske effektar.

Det er gjennomført årlege ferskvassbiologiske undersøkingar i Samnangervassdraget i perioden 2005 - 2010, med måling av vassføring, vassstemperatur, vasskvalitet, botndyr og fisk. Laks er den største vasslevande organismen i Storelva, og dersom denne arten har nok vatn til å gjennomføre livssyklusen, inkludert oppvandring, opphald fram til gyting, vellukka gyting og overleving av fiskeungar fram til smoltstadiet, vil det også vere tilstrekkeleg mengde vatn med god nok vasskvalitet til andre naturleg førekomande ferskvassorganismar i elva. I dette tilfellet kan laksen dermed reknast som ein indikatorart på økologisk status.

VASSFØRING OG FYSISKE TILTAK

I perioden frå 2001 - 2004 vart det gjennomført ulike tiltak i Storelva for å auke produksjonsvilkåra for anadrom fisk i elva ved uttrauing og bygging av tersklar, inkludert celletersklar, og tiltak for å lette oppvandringa av vaksen fisk. Det vart ikkje sleppt minstevassføring til Storelva, og vassføringa kunne kome ned mot 10 l/s og var under 100 l/s i lengre periodar. På grunn av episodisk svært låge vassføringar føreslo prosjektets arbeidsgruppe i 2007 at det vart halde ei minstevassføring på 100 l/s i Storelva. I 2008 var vassføringa periodevis lågare enn 100 l/s, men i 2009 og i den kalde og tørre vinteren 2010 var vassføringa ikkje under 150 l/s. I juni og august i 2010 var også vassføringa under 100 l/s i korte periodar.

I dei øvre delane av vassdraget, frå Sotabotn og ned til Fiskevatnet, har tiltaka med bygging av tersklar sikra god vassdekking på dei fleste strekningane. Både nedstraums Kvitingsdammen og nedanfor Grønsdalsvatnet er det svært små lokale restfelt til elva, og det er periodevis tilnærma inga vassføring i elva, men dette gjeld korte strekkingar. Generelt har bygginga av tersklar vore eit vellukka alternativ til slepp av minstevassføring på desse ikkje anadrome delane av vassdraget. I nedste del av Storelva vart det bygd celletersklar. Den grove elvebotnen i dette området gjorde at vatnet forsvann i grunnen i tørre periodar. I dette kritiske området ved Tysseland gav slepp av vatn difor størst effekt, både for oppvandring og produksjon av fisk og botndyr, og av estetiske omsyn i eit sentral og synleg område av vassdraget.

FISK I SAMNANGERVASSDRAGET

I undersøkingsperioden var det låge fangstar og fåtallige gytebestandar av vill laks og sjøaure i heile vassdraget, med påfølgande låg tettleik av ungfisk og låg smoltproduksjon. For å vurdere bestandssituasjonen i Storelva og effektane av tiltaka har det vore nødvendig å gjennomføre parallelle undersøkingar i Frølandselva og Tyssselva i dei andre delane av vassdraget. Mangel på egg til eksperiment har vore eit problem i samband med evalueringa av tiltaka. Evalueringa er difor også basert på tettleik og biomasse av småfallen innlandsaure, men i biomasse kan desse samanliknast med smolt av anadrom fisk.

VASSKVALITET

Minstevassføringa har vore sleppt frå Fiskevatnet der vasskvaliteten er surare enn i andre deler av vassdraget med pH vanlegvis mellom 5,4 og 6,0 og den syrenøytraliserande kapasiteten er dårlegare og periodevis negativ. Korkje i Storelva eller i dei andre vassdragsavsnitta med anadrom fisk er vasskvaliteten likevel så sur at den påverkar tettleiken av ungfisk. Botndyrprøvene viser heller ikkje nokon forsuringpåverknad i Storelva, men ein svak påverknad i Frølandselva og Tysseelva. God overleving på utsette og naturleg gytt lakseungar i Storelva dei siste tre åra stadfestar at vasskvaliteten ikkje er avgrensande for laks.

OPPVANDRING - FISKE

Sjølv utan minstevassføring vil det dei fleste år vere tilstrekkeleg med vatn i Storelva om hausten til at stor fisk kan vandre opp og gyte i elva. Før gytesesongen vil større fisk normalt stå i Frølandsvatnet, og dette betyr at denne fisken ikkje vil vere tilgjengeleg for fiske i elva. Ved slepp av minstevassføring vil fisk som går opp i Storelva tidleg på sesongen ha nok vatn til å kunne stå i hølane fram til gyting. På grunn av svært lite gytefisk i vassdraget har det ikkje vore mogeleg å teste ut om tiltaka for å få fisk opp til Langeland har verka. Manglande smoltutvandring frå dei øvre områda vil forseinke etableringa av anadrom fisk her, på same måte som ovanfor laksetroppa i Frølandselva.

VASSFØRING – GYTING – EGGOVERLEVING

Det er mogeleg at store egg som blir gytt av stor anadrom fisk i store porsjonar og gravd relativt djupt ned i substratet, vil ha låg overleving i periodar med svært låg vassføring. Sesongen 2008/2009 var det vellukka gyting av laks i Storelva, men denne vinteren var vassføringa ikkje under 150 liter/s. Det har vore svært få gytelaks i heile vassdraget i mange år, og manglande naturleg rekruttering av laks andre år kan skuldast at det ikkje vandra opp gytelaks i Storelva. Utvandring av laksemolt frå Storelva i åra 2009, 2010 og 2011 kan medføre auka oppvandring av gytelaks i elva i 2011 og dei neste åra dersom laksen overlever i sjøen.

Gytefiskteljingar i vassdraget i oktober/november 2011 viste langt meir talrik gytebestand av tilsynelatande villaks enn på svært lenge. Det vart mellom anna observert 5 mellomlaks i Storelva, og totalt vart det observert 67 gytelaks i heile vassdraget.

VASSFØRING – FISKEPRODUKSJON

Høg overleving og produksjon basert på utsetting av sommargamle lakseungar på Langeland i Storelva hausten 2007 viste at fiskeproduksjonen i elva kunne vere høg med dei aktuelle tiltaka utan minstevassføring. På Langeland var det like høg fiskebiomasse før det vart sleppt minstevassføring som etterpå, men dei fleste åra lågare enn berekna frå ”presmoltmodellen”. I nedre del av Storelva var det klart høgare fiskebiomasse etter slepp av minstevassføring enn før, og i siste åra like høg eller høgare enn berekna frå ”presmoltmodellen”. Merk at denne modellen tilseier langt høgare produktivitet i Storelva enn i dei andre delane av vassdraget. Den store auken i fiskebiomasse skuldast utsetting og naturleg rekruttering av laks. Det er difor noko uklart om dei lågaste vassføringene tidlegare har vore ein avgrensande faktor for produksjonen, men dette er sannsynleg.

SMOLTPRODUKSJON

Produksjonspotensialet for smolt i heile Samnangervassdraget er berekna til 20 000 laksesmolt og 10 000 - 15 000 auresmolt under optimale tilhøve dersom naturleg gyting blir supplert med eggutlegging. Det er nødvendig å legge ut lakseegg i øvre del av Storelva og øvre del av Frølandselva for å få vaksen gytefisk opp til desse områda. Potensialet i Storelva er berekna til 14 000 smolt (35/100 m²) dersom alt arealet blir utnytta av anadrom fisk. Dette utgjør ca. 40 % av potensialet i heile vassdraget. Hausten 2010 var tettleiken av fisk av presmoltstorleik i nedre del av Storelva på det berekna berenivået, og vel så det. Våren 2011 er det berekna ei utvandring på 7 000 laksesmolt og 8000 auresmolt frå Samnangervassdraget, våren 2010 vandra det anslagsvis ut 12 000 laksesmolt og

8000 auresmolt. Dette er langt fleire laksesmolt enn dei føregåande åra, og ein betydeleg andel har vakse opp i Storelva, både etter utsetting hausten 2007 og etter naturleg gyting hausten 2008. Utvandringa av auresmolt er svært usikker på grunn av at vi ikkje veit kor stor andel av fiskane som faktisk vil gå ut i sjøen.

SAMLA VURDERING

Minstevassføring er eit tiltak som ofte kan bidra til å redusere dei negative konsekvensane av vassdragsutbygging. Vassføringa påverkar produksjon av ungfisk, oppvandring- og gytetilhøve, standplassar for fisk og utøving av fiske. Alle desse tilhøva kan ha særskilte krav til vassføring, men dette er også avhengig av vassdragets fysiske utforming, inkludert botnssubstrat og førekomst av hølar. Vassføringskrava skal dekke:

- Vatn nok til oppvandring og standplassar (hølar) i gyteperioden for stor fisk,
- Gytetilhøve for stor fisk, og vassgjennomstrøyming nedi elvebotnen for å sikre eggoverleving.
- Oppvekstvilkår for ungfisk fram til smolt, i praksis vassdekning og akseptabel vassstemperatur
- Akseptabel vasskvalitet for alle stadiar av laks og aure.
- Omsyn til fuktkeivjande mosar, lav og dyr attmed vassdraget i prioriterte naturtypar.
- Omsyn til vassdekning og dei estetiske sidene ved opplevinga av landskapet.
- Omsyn til utøving av fiske.

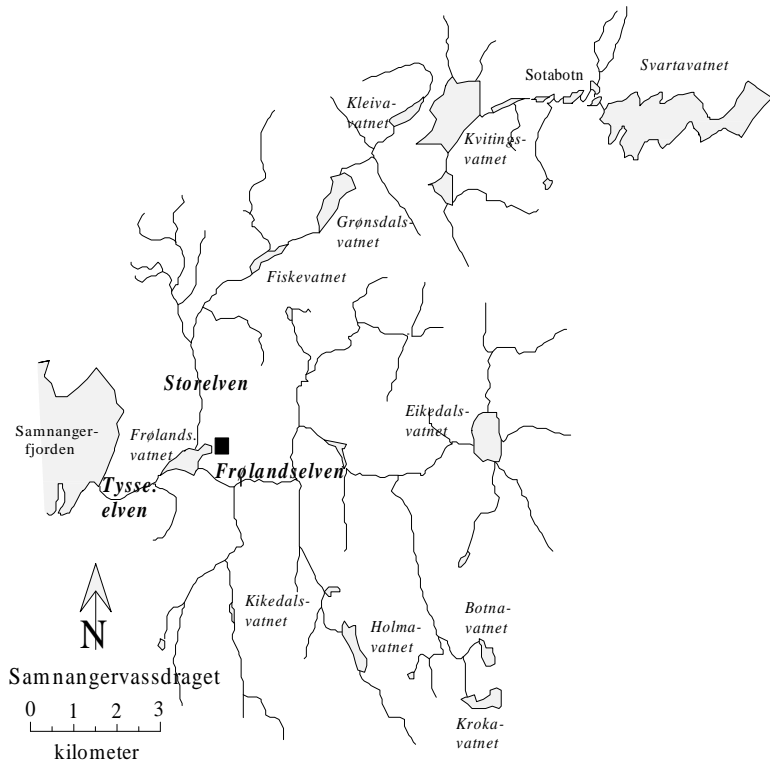
På grunnlag av resultatane frå 10-års prosjektet foreslår vi difor at ein i kombinasjon med dei fysiske tilretteleggingane, må ha eit slepp av vatn til Storelva som sikrar ei minste vassføring på 100 l/s om vinteren og 200 l/s om sommaren. Dette bidreg til eit vassdekt areal på minst 70 % av elvesenga om sommaren, og det sikrar oppvekst og produksjonsareal for fisk og botndyr. Vasskvaliteten i Storelva er tilfredsstillande for laks og dermed for andre naturleg førekommande organismar i vassdraget sjølv med vasslepp frå Fiskevatn.

På den anadrome strekninga i Storelva konkluderer vi med at eit slikt slepp av vatn saman med relativt hyppige flaumar frå restfelt i samband med nedbør, er tilstrekkeleg til å sikre oppvandring, gyting og produksjon av anadrom fisk tilsvarande det noverande berenivået for Storelva. Hausten 2011 vart det observert 5 mellomlaks i Storelva. Berenivået for ungfisk er berekna å vere svært høgt samanlikna med smoltproduksjonstal frå andre uregulerte vassdrag og også andre deler av Samnangervassdraget.

På dei øvre strekningane i vassdraget er tersklane åleine tilstrekkeleg til å sikre eit godt inntrykk av vassdraget, og særleg celletersklane i Grønsdalen gjev eit positivt inntrykk også ved svært låge vassføringar. BKK har fotografert dei aktuelle strekningane ved ulike vassføringar, og vassdekning på elvestrekningane og oppleving av fossen til Kvitingsvatnet er vurdert i samanheng med varigheitkurver for vassføringane. Tilstrekkeleg vassføring frå restfelte saman med tiltaka gjev tilfredsstillande oppleving med ei varigheit på mellom 40 og 50 % av tida, utan slepp av vatn på desse øvre strekningane.

1.1. SAMNANGERVASSDRAGET

Samnangervassdraget i Samnanger kommune har eit samla nedbørfelt på 241 km² og ei berekna middelvassføring ved utløp til sjøen på 27 m³/s. Vassdraget består av to hovudgreiner, Storelva frå nord og Frølandselva frå aust, som begge renn inn i Frølandsvatnet (29 moh.). Utløpselva frå vatnet til sjøen er den 1,8 km lange Tysseelva som renn ut i Samnangerfjorden ved Tysse (**figur 1.1.1**).



Figur 1.1.1. Samnangervassdraget med omtalte vassdragsdelar og innsjøar. Frøland kraftverk er vist med svart firkant.

Storelva hadde før regulering ei middelvassføring på 12 m³/s. Strekinga som er påverka av regulering går frå Svartavatnet på 620 moh. til Frølandsvatnet på 29 moh. der avløpet frå Frøland kraftverk ligg. Topografien er forholdsvis lik den ein finn i andre Vestlandsdalar, med vide, flate parti avløyst av tronge, bratte strekningar. Tysseelva er påverka ved at vatn vert magasinert oppe i vassdraget og renn ut av vassdraget til andre tider enn det som er naturleg. Det er også eit elvekraftverk i Tysseelva og det er laksetropp både i nedste fossen i Tysseelva og i Frølandselva vel ein km ovanfor Frølandsvatnet. Vasstemperatur og vasskjemii i Frølandsvatnet og Tysseelva er påverka av reguleringa. Frølandselva er varig verna og ikkje regulert.

Samnangervassdraget har potensielt ei samla anadrom strekning på 10,8 km og et produktivt areal på 170 000 m². Dette er fordelt på Storelva med 4,0 km og 48 000 m², Tysseelva med 1,8 km og 54 000 m² og Frølandselva 5,0 km (inkludert 2 km i Bordal/Høysetelva) og 80 000 m². I tillegg kjem Frølandsvatnet som har et areal på 371 000 m² og ei strandlinje på 3,5 km.

Med tilstrekkeleg naturleg gyting i nedre delar og eggutlegging i øvre delar kan vassdraget under optimale tilhøve sannsynlegvis produsere nærmare 20 000 laksesmolt og 10 000-15 000 auresmolt kvart år. Ved utlegging av egg frå sjøaure i øvre delar kan denne bestanden bli meir talrik. Fisken kjem tilbake til det området han var fødd (første preging) og/eller vandra ut frå som smolt. Dersom ein antek 2 % overleving før fangst og låg beskatning i sjøen, kan det ved maksimal smoltproduksjon bli ein årleg fangst på over 150 vill laks og eit tilsvarande antal gytelaks dersom ein antek ei normal beskatning på 50 % i fiskesesongen.

STORELVA

Lakseførande strekning var opprinnelig 675 m oppover frå Frølandsvatnet, derfrå er det ei ny strekning på 375 meter opp til neste det neste hinderet, disse to hindera er prøvd utbetra for at fisk skal kunne passere. Ovanfor det øvste hinderet kan oppvandrande sjøfisk gå 2750 m vidare oppover til ca 600 meter nedanfor Fiskevatnet. Heile strekninga er dermed 3,8 km, og med ei gjennomsnittlig elvebreidde på 12,7 m blir det eit samla areal på 48.000 m².

På den øvste strekninga frå øvste vandringshinderet og ned til Langeland går elva i eit bratt juv med grove steinar og vekselvis berrt fjell mellom større kulpar. Elva har på denne strekninga stor fart i flaumperiodar, og det er difor lite lausmateriale som er eigna for gyting. Det er likevel aure på hele strekninga, men tettleiken er låg.

På strekningane ned mot og forbi Langeland er elva flat og renn vidt, med substrat som er veileigna for gyting og også for oppvekst av fisk. Nedst på Langeland vart bygd ein terskel i 2005 for å sikre vassdekninga, denne terskelen er relativt høg og er vandringshinder for mindre fisk.

Frå Langeland og ned mot busetnaden ovanfor Frølandsvatnet går elva i eit juv med substrat av grov stein og berrt fjell. Elva vekslar her mellom store hølar og strykparti med mykje bert fjell.

Ned mot utløpet i Frølandsvatnet er elva fremleis prega av grovt substrat med store steinar, men terrenget vidar seg ut og fallet er mindre. På øvste del av denne strekninga vart det lagt ut eigna gytegrus i 2005. I området ved Tysseland vart det bygd modifiserte celletersklar som tek vare på finsubstratet i området, og som gjev større vassvolum i periodar med lite vatn og betre oppvandringstilhøve for fisk ved låg vassføring.

TYSSEELVA

Tysselva er 1.8 km lang og i snitt 30 meter brei. Elva renn relativt roleg og nesten flatt dei øverste 200 metrane, deretter renn elva jamt med enkelte strykparti ned til ca 150 m frå sjøen, herifrå og ned renn elva relativt bratt med fleire stryk og små fossar. På denne strekninga er det etablert fisketrapp for oppvandrande fisk. På det øvste partiet er substratet finpartikulært, på mellomstrekket er det varierende substrat frå sand til store steinar, og det er store område med veileigna gytesubstrat fordelt i store delar av elva. På det nedste bratte strekket er substratet dominert av berrt fjell.

1.2. REGULERINGANE I SAMNANGERVASSDRAGET

Utbygginga av Samnangervassdraget starta i juli 1909, men allereie i 1898 vart fallrettane i dei øvste delane av vassdraget kjøpt opp av Bergen kommune. I februar 1912 vart Frøland kraftstasjon sett i drift, og sidan er det i alt blitt bygd fire kraftverk som nyttar falla i Samnangervassdraget; Frøland-, Grønsdal-, Kvittingen- og Myra kraftverk.

Frøland kraftverk var det første "store" kraftverket på Vestlandet då vasskraftproduksjonen starta i 1912, og kraftverket nyttar fallet på omlag 150 meter mellom inntaksmagasinet Fiskevatn og Frølandsvatn. Driftstunnelen frå Fiskevatn går over i ei røyrgate med fire røyrlidningar like ovanfor kraftstasjonen på Frøland.

Grønsdal kraftverk stod ferdig i 1948. Kraftstasjonen ligg i fjell og nyttar Kvittingsvatnet som inntaksmagasin, utsleppet går til Grønsdalsvatnet. BKK sine to siste kraftverk i vassdraget, Kvittingen og Myra, vart bygd på 1980-talet. Kvittingen kraftstasjon ligg også i fjell, med inntak i Svartavatnet og utslepp til Kvittingsvatnet. Myra kraftverk er bygd i dagen, og tek vatn frå Grønsdalsvatnet og slepp det ut att i Fiskevatnet. Kvittingen har ein gjennomsnittleg årsproduksjon på 140 GWh og er såleis det største kraftverket i vassdraget, medan Myra er minst med 10 GWh.

Vassdraget mellom Svartavatnet og Frølandvatnet er regulert ved at vatnet i hovudsak vert ført til kraftverka mellom dei fire inntaksmagasina, og utanom elvestrekningane mellom innsjøane (**figur 1.2.1**).



Figur 1.2.1. Reguleringane i dei nedre deler av Storelva. Kraftverka er synt med raude firkantar og raud skrift, medan inntaksmagasina er namngjevne med blå tekst.

1.3. REVISJON AV KONSESJONEN I 2001

Bergen Lysverker, no Bergenshalvøen kommunale Kraftselskap AS (BKK), hadde fram til 1993 konsesjon for fleire omfattande reguleringar i Samangervassdraget, og søkte i 1992 om fornying av desse konsesjonane. Den nye konsesjonssøknaden omfatta ikkje nye inngrep, men myndigheitene ynskte å behandle ein ny, samla konsesjon for heile vassdraget som erstatning for dei gamle konsesjonane. 18. mai 2001 fikk BKK ny konsesjon for Samangervassdraget, men hadde då bedd om å få prøve ut fysiske tiltak i vassdraget som alternativ til dei følgjande pålagte minstevassføringene som var foreslegne i konsesjonsvilkåra: Frå 1. mai til 1. oktober skulle det vore sleppt minst:

- 0,5 m³/s over dammen ved Svartevatn
- 1,0 m³/s over dammen ved Kvittingsvatn
- 1,0 m³/s over dammen ved Grønsdalsvatn
- 0,5 m³/s over dammen ved Fiskevatn

BKK fekk ved kgl. res. av 18. mai 2001 den nye reguleringskonsesjonen for Samangervassdraget, der det er opna for å vurdere alternativ til minstevassføring som tiltak for å redusere effektane av reguleringane. Etter vilkåra post 10 (Terskler m.v.), fyrste og andre ledd gjeld fylgjande:

Som alternativ til minstevannføring gis konsesjonæren adgang til å prøve ut ulike terskeltiltak. I løpet av tre år fra konsesjonstidspunktet skal konsesjonæren i samarbeid med NVE, kommunen og Fylkesmannen i Hordaland ha utarbeidd en tilstandsrapport og en tiltaks og driftsplan for vassdraget. De prosjekterte tiltakene må gjennomføres senest innen fem år fra konsesjon er gitt.

Det vart så utarbeidd ein tilstandsbeskrivelse med beskrivelse av tiltak i 2002-2003. Denne rapporten samanstiller resultat frå ulike undersøkingar som bakgrunn for å vurdere potensialet for kombinasjon av ulike tiltak. Rapporten vart utført som eit samarbeide mellom Norsk Vandbyggningskontoret AS og Rådgivende Biologer AS (Johnsen mfl 2003).

På grunnlag av denne rapporten vart det utarbeida ein tiltaksbeskriving i samarbeid mellom BKK Rådgiving AS og Rådgivende Biologer AS (Batalden & Sægrov 2004). NVE sende planen på høyring til Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvernavingdelinga og Samnanger kommune. Planen vart og lagt ut til offentleg ettersyn på Samnanger kommunehus i perioden fram til 3.5.2004 og kunngjort ein gong i avisene Bergens Tidende og Samningen.

Etter ei samla vurdering av dei innkomne merknadane, godkjende NVE denne "Tiltaks- og driftsplanen for Samnangervassdraget". BKK vart der også pålagt ansvar for framtidig vedlikehald av tiltaka. Dei fysiske tiltaka i elva for tilrettelegging for auka elveøkologisk mangfald vart ferdigstilt tidleg hausten 2005, og omfattar:

- **Fisketrapper** som gjer at fisken kjem seg forbi dei to vandringshindra mellom Frølandsvatnet og Langeland. Med dette tiltaket vil sjøaure (evt. laks) få naturleg tilgang til dei resterande 60 % av potensielt produksjonsareal i Storelva. Desse areala kan likevel takast i bruk før tiltaka eventuelt blir gjennomført ved utlegging av befrukta rogn eller flytting av gytefisk til Langeland. Sjølv om det periodevis er lite vatn i elva, vil det frå august og fram til oktober normalt vere flaumperiodar då fisken kan vandre oppover.
- **Terskel** på Langeland. I periodar med låg vassføring treng ungfisk og spesielt større fisk hølar der dei kan opphalde seg. Dette tiltaket går ut på å halde ei viss vasshøgde på Langeland utan at terskelhøgda blir særleg endra.
- I området mellom Langeland og Frøland er det lite **gytesubstrat**. Her er det foreslått å legge ut veileigna gytesubstrat i nokre hølar slik at gytesubstrat ikkje blir ein avgrensande faktor for rekruttering og smoltproduksjon.
- I området ved Tysseland er det bygt modifiserte **celleterisklar** som tek vare på dei fine substratførekomstane i området, og som gjev større vassvolum i periodar med lite vatn og oppvandringshøve for fisk sjølv ved låge vassføringar.
- Tersklar i øvre deler av vassdraget for å halde ein vasspegel også ved låge vassføringar

Utgangspunkt for utforming av tiltaka er basert på å:

- Gje positiv verknad for landskapsestetiske tilhøve
- Auke elveøkologisk mangfald og stimulere fiskeproduksjonen
- Syne miljøtiltak som kan gjerast i regulerte vassdrag
- Gje besøkande publikum ei samla positiv oppleving av den restaurerte strekninga.

Etter iverksetting av tiltaka vart eit program for overvaking av effektane starta opp for å følgje med i utviklinga i vassdraget over ein periode på 6 år, i samsvar med vilkåra frå NVE der det står at:

Dersom tiltakene ikke fungerer etter sin hensikt, kan fylkesmannen eller NVE innen 10 år etter at konsesjon er gitt, fremsette krav om at minstevassføringsspørsmålet blir tatt opp til ny vurdering. Olje- og energidepartementet avgjør om det skal pålegges minstevassføring. Det kan ikkje pålegges minstevassføring utover de grensene som er angitt i manøvreringsreglementets post 1.

Overvakinga skulle dokumentere om dei tiltaka som er sett i verk har hatt ynskt effekt, og det er gjennomført årlege undersøkingar frå 2005 til 2010. Undersøkingane har både følgt utviklinga, samstundes som resultat er nytta til justeringar av tiltaka og for å hjelpe til med etablering av ein laksebestand ved mogleg utsetting av augerogn eller yngel frå klekkeriet dersom gytefisk ikkje går opp i Storelva. Denne rapporten oppsummerer og evaluerer erfaringane frå prosjektet.

1.4. KRAV TIL ELVEØKOLOGISK MANGFALD

Minstevassføring er eit tiltak som ofte kan bidra til å redusere dei negative konsekvensane av vassdragsutbygging. Behovet for minstevassføring vil variere frå stad til stad, og alt etter kva for tema som vert vurdert. Vassressurslovas § 10 seier mellom anna følgjande om minstevassføring: *“I konsesjon til uttak, bortledning eller oppdemming skal fastsetting av vilkår om minstevassføring i elver og bekker avgjøres etter en konkret vurdering. Ved avgjørelsen skal det blant annet legges vekt på å sikre a) vannspeil, b) vassdragets betydning for plante- og dyreliv, c) vannkvalitet, d) grunnvannsføremster. Vassdragsmyndigheten kan gi tillatelse til at vilkårene etter første og annet ledd fravikes over en kortere periode for enkelttilfelle uten miljømessige konsekvenser.”*

I samband med ny kraftutbygging og revisjon av eldre vassdragskonsesjonar, vert såleis minstevassføring eit sentralt tema. Vassføringa påverkar produksjon av ungfisk, oppvandring- og gytetilhøve, standplassar for fisk og utøving av fiske. Desse tilhøva kan ha ulike krav til vassføring, men dette er også avhengig av vassdragets fysiske utforming, inkludert botnsubstrat og førekomst av hølar. Vassføringskrava skal dekke:

- Vatn nok til oppvandring og standplassar (hølar) i gyteperioden for stor fisk, her laks og sjøaure.
- Gytetilhøve for stor fisk, inkludert høveleg substrat og vassgjennomstrøyming 25 cm nedi elvebotnen for å sikre eggoverleving
- Oppvekstvilkår for ungfisk fram til smolt, i praksis vassdekning og akseptabel temperatur
- Akseptabel vasskvalitet for alle stadiar av laks og aure. Dersom vasskvaliteten er akseptabel for laks, vil den også vere akseptabel for alle andre organismar som normalt ville vore til stades i dette vassdraget i uregulert tilstand .
- Omsyn til fuktkevjande mosar, lav og dyr attmed vassdraget.
- Omsyn til vassdekning og dei estetiske sidene ved opplevinga av landskapet.
- Omsyn til utøving av fiske.

For oppvandring og gyting treng fisken meir vatn enn elles. I perioden før gyting (september - oktober) er det på Vestlandet normalt mykje nedbør slik at det i dei fleste tilfelle vil vere mogeleg for fisk å nå gyteplassane i ein flaumsituasjon. Dersom det er lite vatn i elva om sommaren kan vaksen fisk halde seg i innsjøar nedstraums, og først vandre opp til gyteplassane i elva når dei skal gyte. For utøvinga av fiske må det vere tilstrekkeleg med vatn og hølar til at anadrom fisk vandrar oppover i elva i fiskesesongen. I dette konkrete tilfellet vil fisken med stor sannsynlegheit halde seg i Frølandsvatnet fram til gyteperioden, sjølv om det periodevis kan vere nok vatn til oppvandring.

På Jæren kan laksen vandre langs Jærstrendene dersom det er svært lite vatn og varmt i elvane om sommaren, men går opp seinare når det kjem vatn. I slike tilfelle har fiskesesongen blitt forlenga i nokre av desse elvane.

Elvelevande bestandar av aure er småvaksne og hoene blir kjønnsmogne ved ei lengde på rundt 15 cm. Desse hoene gyt egga i små porsjonar (20 - 40 egg) og egga ligg nær substratoverflata (7- 8 cm nedi substratet). Dei relativt små egga treng lite oksygen og kan overleve sjølv ved svært låg vassføring, men kan vere utsett for frost i kalde periodar. For innsjøgytande aure er det vist at aureegg i porsjonar på opptil 100 egg overlever 10 cm nede i grusen der vassgjennomstrøyminga er minimal (Sægrov 1990).

Laks og sjøaure er langt større, dei har større egg fordelt på større porsjonar og grev egga djupare enn små aurehoer. Ei lakseho på ca 60 cm (1-sjøvinter) vil gyte ca 2000 egg fordelt på mange porsjonar à 200 – 300 egg og legge eit substratdekke som er 15- 20 cm tjukt oppå egga (Sægrov og Hellen 2004). Kombinasjonen av mange store egg i ein stor porsjon krev langt større tilgang på oksygen enn den vesle porsjonen med små egg som aurehoa gytt. Vassgjennomstrøyminga er også mindre djupare nede i elvegrusen, slik at tilgangen på oksygen vil vere klart mindre for eit stort lakseegg enn eit lite aureegg når det er låg vassføring.

Det er funne ein positiv samanheng mellom vassføring i elvar på Vestlandet og storleiken på gytande laks og sjøaure, og det gjeld både gjennomsnittleg årsvassføring (opptil ca 20 m³/s) og minste vassføring om vinteren. Det gyt altså ikkje stor gytetisk i dei minste elvane, og den føreslegne forklaringa er at egg som blir grave djupt nedi elvebotnen ikkje vil overleve på grunn av for låg vassgjennomstrøyming i periodane med den lågaste vassføringa (Sægrov og Hellen 2004). Det er difor mogeleg at gytning av stor fisk kunne vore mislukka i Storelva utan minstevassføring i vintrar med svært låg vassføring, sjølv om egga ville unngå frysing.

Det er vist at produksjonen av smolt er høgare pr. areal i elvar med låg vassføring enn i elvar med høg vassføring (Sægrov mfl. 2001, Sægrov og Hellen 2004). Det vil likevel for eit kvart vassdrag vere ei nedre grense for kor låg vassføringa kan bli før denne igjen blir ein avgrensande faktor. Dette er lite undersøkt.

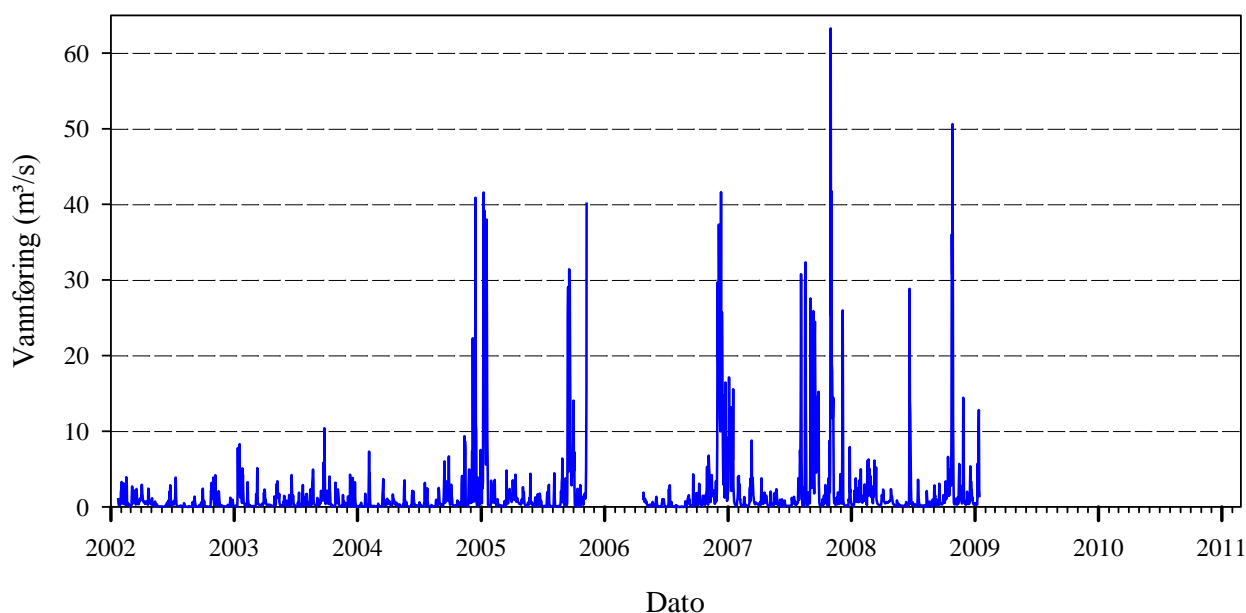
For å evaluere tiltaka i Storelva er det gjennomført fysiske og biologiske undersøkingar i vassdraget årleg sidan 2005. For å vurdere bestandssituasjonen i Storelva og effektane av tiltaka har det vore nødvendig å gjennomføre parallelle undersøkingar i dei andre delane av vassdraget (Frølandselva og Tyssselva). Bestandane av laks og aure i Tyssevassdraget har vore svært fåtallige i heile undersøkingsperioden og dette har vore eit problem i samband med evalueringa av tiltaka. For å evaluere produksjonspotensialet for anadrom fisk var det planlagt å sette ut egg og/eller settefisk av laks i Storelva, men på grunn av at det var vanskeleg å få tak i stamfisk og uhell ved fiskeanlegget vart dette berre gjennomført i 2007. Evalueringa er difor i stor grad basert på produksjon av stadeigen innlandsaure, men i biomasse kan dette samanliknast med produksjon av smolt av anadrom fisk.

2 VASSFØRING, TEMPERATUR OG VASSKVALITET

2.1. VASSFØRING I STORELVA

Vassføringa har blitt registrert like nedstrøms brua nedanfor Langeland sidan januar 2002. Etter den store flaumen i november 2005 kom vassmålaren ut av drift, men vart sett i stand att og har målt samanhengande sidan april 2006.

Vanleg høg vassføring ligg oppunder 5 m³/s frå restfeltet til Storelva, medan høgare vassføringar heng saman med periodar når det renn over på dammen i Fiskevatnet. Ved den største flaumen i 2005 var vassføringa i Storelva omlag 270 m³/s på det meste, noko som tilsvarar 500-års flaum i elva. Flaumnivået skal likevel reknast som gjennomsnitt for eit heilt døger, og då fyller den største flaumen i 2005 berre krava til ein 50-års flaum. Vassføringar over 10 m³/s kjem oftast seinhaustes. Sidan 2005 har haustflaumane vore på over 40 m³/s (døgnmiddel) kvart år, med unntak av i 2010 (**figur 2.1.1**).



Figur 2.1.1. Vassføring (døgnmiddel) i Storelva i perioden januar 2005 til februar 2011. Målaren var ute av drift i perioden frå 10. november 2005 til 24. april 2006. Frå BKK og NVE.

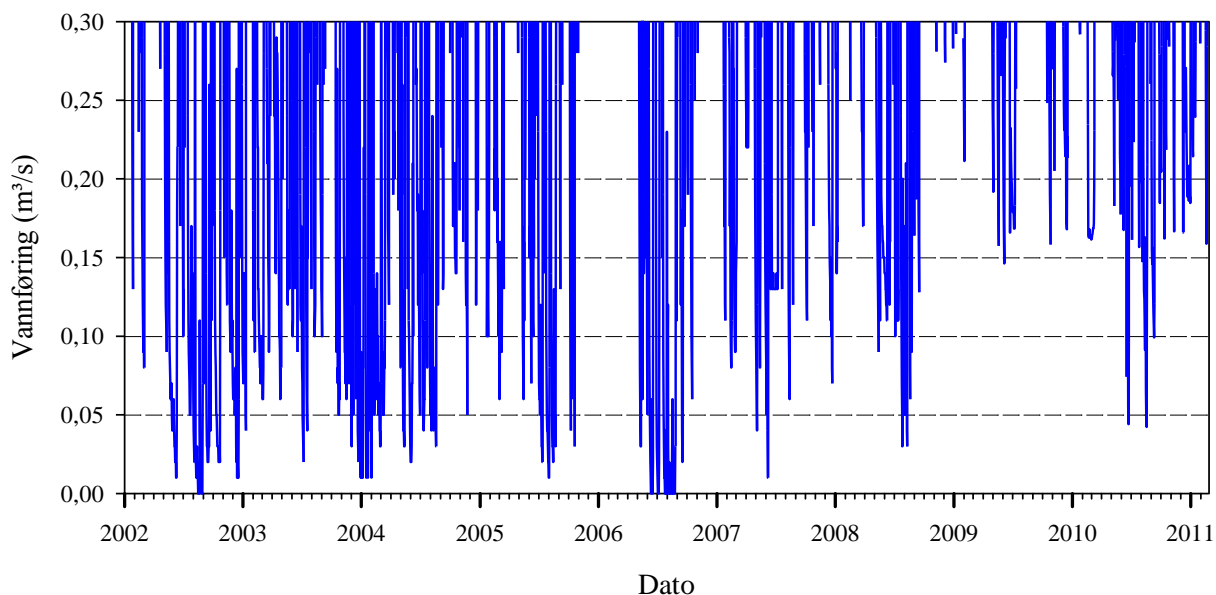
Tabell 2.1.1. Lågaste, gjennomsnittleg og høgaste årleg vassføringar ved Langeland sidan 2002.

	Lågaste vassføring, m ³ /s	Gjennomsnittleg vassføring, m ³ /s	Høgaste vassføring, m ³ /s
2002	0,002	0,5	4,2
2003	0,015	0,9	10,4
2004	0,011	1,0	40,9
2005	0,009	2,7	Målt 41,6 – flaum ca 270
2006	Tilnærma 0, 3.-7.juli	2,3	41,5
2007	0,007	3,2	63,2
2008	0,026	1,7	50,6
2009	0,146	1,9	58,1
2010	0,042	0,8	7,2

Sidan juni 2007 har BKK hatt som mål å ha ei minstevassføring på 100 l/s ved målestasjonen på Langeland. I perioden 2002 til 2006 var det mellom 50 og 115 dagar med vassføring under 100 l/s, og fram til 2006 var det vanleg med kortare periodar med vassføring under 50 l/s og årleg også dagar med under 10 l/s.

I 2007 og 2008 var det hhv. 19 og 17 dagar med vassføring under 100 l/s. Frå november 2008 til juni 2010 var vassføringa ikkje lågare enn 145 l/s, men i juni 2010 var det tre dagar og i august 5 dagar med vassføring under 100 l/s. I desse periodane med låg vassføring i 2010 var vassføringa episodisk ned mot 42 l/s (**figur 2.1.2**).

I januar 2009 vart det installert fjernavlesing av vassføringa i Storelva slik at det er lettare å måle når det er nødvendig å sleppe minstevatn i elva.



Figur 2.1.2. Vassføring lågare enn 300 l/s målt som døgnmiddel i Storelva i Samnanger i perioden januar 2002 til februar 2011. Vassføringsmålarer var ute av drift i perioden 10. november 2005 til 24. april 2006. Vassføringsdata er frå BKK og NVE.

2.2. VASSTEMPERATUR I SAMNANGERVASSDRAGET

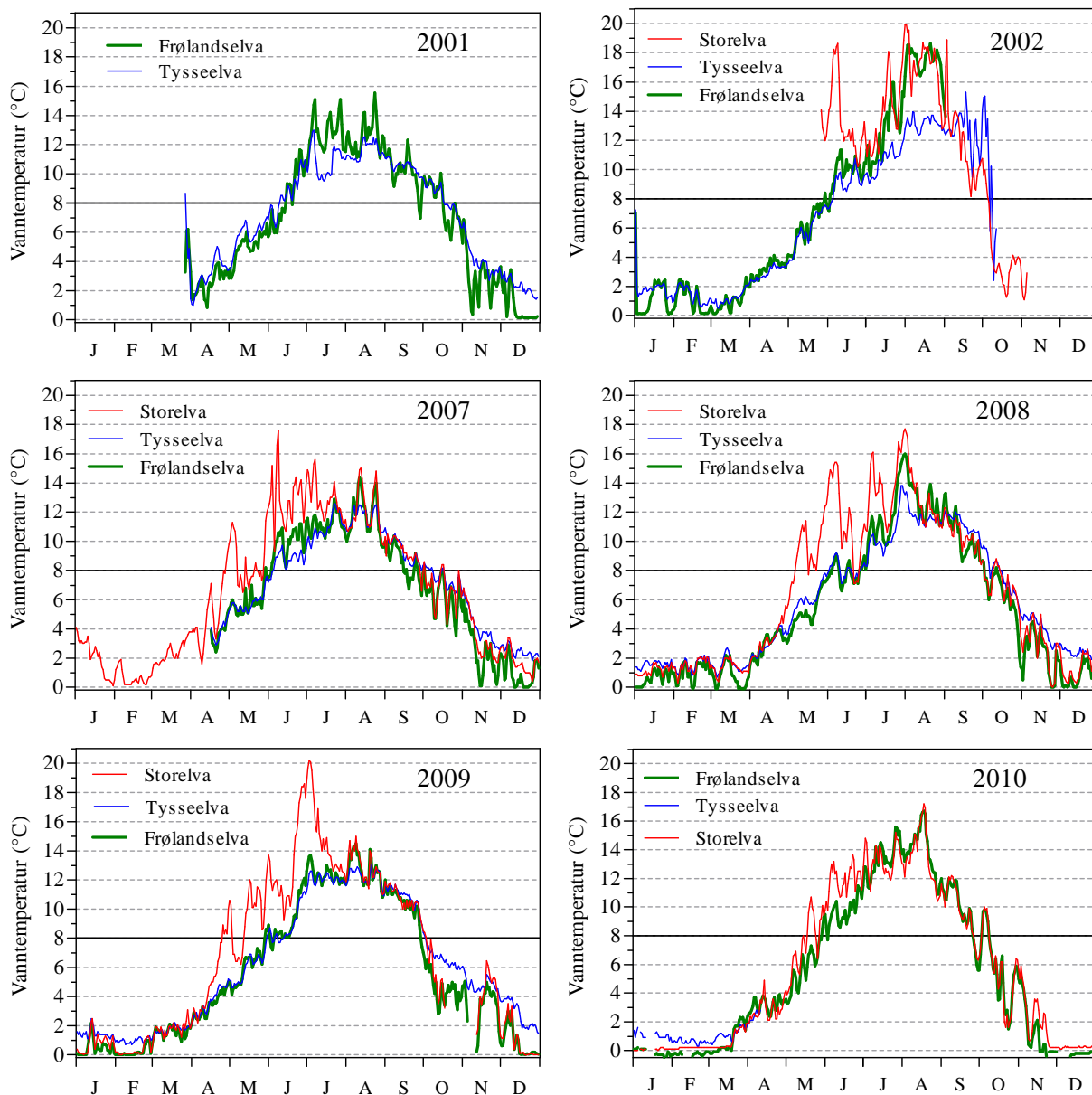
Vasstemperaturen er logga med 1,5 times mellomrom med ein temperaturloggar av typen *Dickson HT 100*. Det vart lagt ut temperaturloggar i Storelva under vegbrua nedanfor Langeland i september 2005 (**figur 3.1.1**). Denne gjekk tapt i samband med isgang. Ny temperaturloggar vart lagt ut 27. april 2006 og har vore drifta sidan då. I april 2007 vart det også lagt ut loggarar i Frølandselva like ovanfor Jarlandsfossen og i Tysseelva like ovanfor inntaket til kraftstasjonen til SAFA. Temperaturloggarane vart sist avlesne i april 2010. Ved drivteljing hausten 2010 registrerte vi at loggaren i Tysseelva hadde vorte støypt inn i samband med reparasjonsarbeid på vassinntaket til SAFA sitt kraftverk.

Storelva er kald om vinteren, men langt varmare enn både Frølandselva og Tysseelva om våren og sommaren, med temperaturar opp mot og over 16 °C. Sommaren 2009 var uvanleg varm med temperatur på over 20 °C seint i juni. Dei høgtliggjande delane av nedbørfeltet til Storelva er fråført og det vesle restfeltet gjev låg vassføring som raskt blir oppvarma om våren utan smeltevatn (**figur 2.2.1**).

Storelva og Frølandselva er relativt kalde om vintrane, og temperaturen fell noko raskare om hausten i Frølandselva samanlikna med i Storelva. Tysseelva er varmare enn dei andre vassdragsdelane om vinteren når utslepp frå Frøland kraftstasjon dominerer vassføringa i elva. Snøsmelting på våren gjev lågare temperaturar i Frølandselva og i Tysseelva, medan dei låge vassføringane i Storelva då vert mykje raskare oppvarma og gjev høgare temperaturar også gjennom heile sommaren. I juli og august er det høgare temperatur i Frølandselva samanlikna med i Tysseelva, som då er dominert av tilførsler av kaldare vatn frå kraftverket

På ettersommaren og hausten er temperaturen om lag den same i alle dei tre vassdragsdelane. Tysseelva er vanlegvis noko varmare enn dei andre vassdragsdelane i periodar om vinteren når det er låg vassføring i Frølandselva, og vassføringa i Tysseelva er dominert av vatnet frå Frøland kraftstasjon. Om våren og sommaren er det relativt høg vassføring i Frølandselva på grunn av snøsmelting og i denne perioden er vassføringa i Tysseelva også dominert av vatnet frå Frølandselva og dei to elvane har om lag same temperatur (**figur 2.2.1**).

Temperatur i Storelva, Frølandselva og Tysseelva

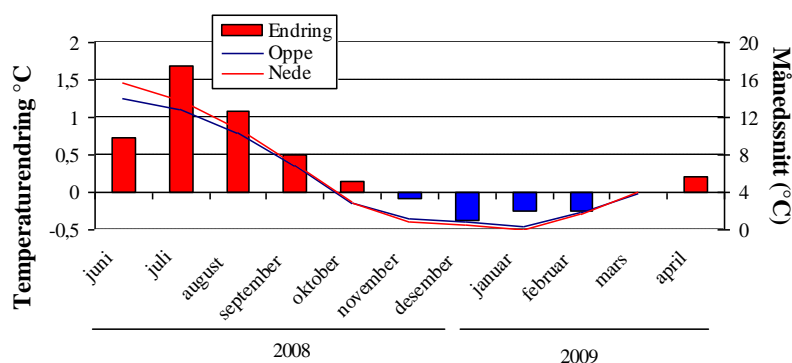


Figur 2.2.1. Vassstemperatur (døgnsnitt) i Storelva, Frølandselva og Tysseelva i 2001, 2002, 2007, 2008, 2009 og 2010.

Temperaturen i Frølandselva, og spesielt Tysseelva kan vere såpass låg i den perioden når lakseyngelen kjem opp av grusen at dette kan påverke overlevinga. På grunn av at Tysseelva er varmare om vinteren kjem lakseyngelen opp av grusen tidlegare og dermed ved litt lågare temperatur her enn i Frølandselva.

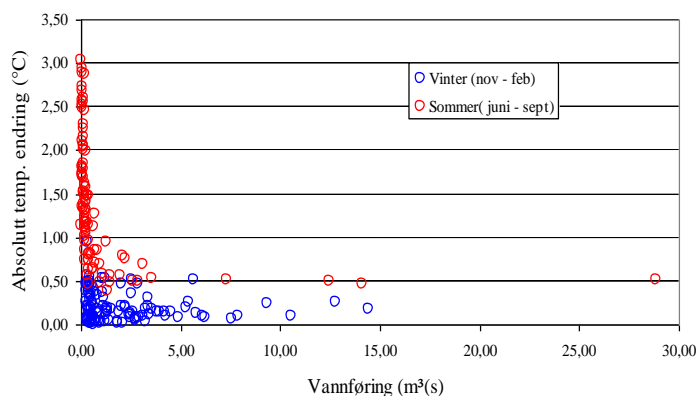
Frå juni 2008 til april 2009 vart det målt temperatur ved Langeland og ved Tysseland nedst i Storelva. Det er relativt små skilnader i temperaturen mellom Langeland og Tysseland, men i gjennomsnitt var det 1,3 °C høgare temperatur nede samanlikna med ved Langeland. I perioden desember til februar var det i snitt 0,3 °C kaldare nede i elva samanlikna med på Langeland (**figur 2.2.2**). Det var altså ei svak oppvarming om sommaren og ei svak nedkjøling av elvevatnet på denne strekninga om vinteren, men vatnet er i utgangspunktet relativt kaldt også ved Langeland om vinteren slik at nedkjølingspotensialet i det rennande elvevatnet er lite, sjølv om lufttemperaturen er lågare enn vassstemperaturen. I periodar med låg vassføring kan eventuelle grunnvasstilsig gje utslag for vassstemperaturen nedover elva.

Figur 2.2.2. Gjennomsnittleg skilnad per måned i vassstemperaturen mellom Langeland og Tysseland. Raude søyler indikerer ein temperaturauke frå Langeland og nedover elva, medan det er ein gjennomsnittleg temperaturreduksjon når søylene er blå. Måleperioden er frå 11.06.2008 til 23.04.2009.



Temperaturregistreringar i periodar med låg vassføring indikerer at bidraget frå grunnvasstilsig er lite i Storelva. I oktober, november, mars og april såg det ut til å vere lita oppvarming eller nedkjøling av elvevatnet. I periodar med høg vassføring var det svært liten temperaturendring på strekninga mellom Langeland og Tysselandet (**figur 2.2.3**).

Figur 2.2.3. Absolutt temperaturendring frå Langeland og ned til Tysseland i høve til vassføring i Storelva. Dataene er delt inn i sommar (juni-september) då det normalt er oppvarming nedover elva, og for vinteren (nov-feb) då det oftast er nedkjøling på denne strekninga. Måleperioden er frå 11.06.2008 til 23.04.2009.

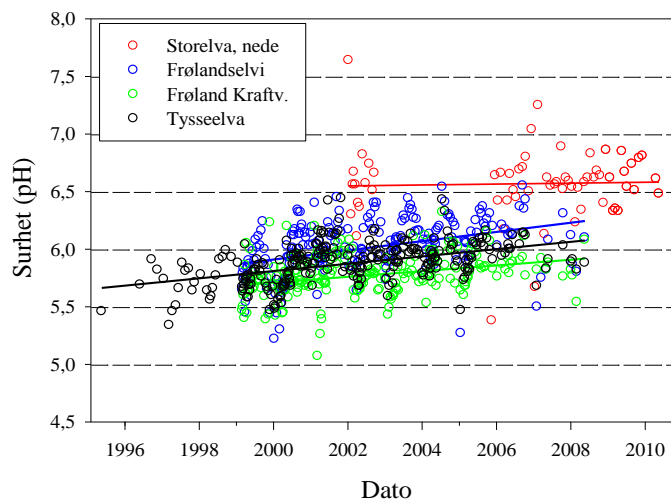


2.3. VASSKVALITET

Vassprøver er samla inn månadleg ved vegbrua nedst i Storelva frå november 2005 og i tillegg i utløpet frå Fiskevatn frå januar 2008 (**figur 2.3.1**). Følgjande parametrar er analysert: Surleik (pH), farge, fosfor, kalsium, magnesium, natrium, sulfat, klorid, nitrat og ulike aluminiumsfraksjonar. Desse prøvane blir analysert av Eurofins. Det blir også årleg samla inn og analysert ein del vassprøver frå tre andre stasjonar i Samnangervassdraget; frå Frølandselva, frå Tysseelva og frå kraftverksutløpet til Frølandsvatnet. Desse prøvane blir analysert for surleik (pH), leiingsevne og innhald av kalsium av Vestfold LAB AS på oppdrag frå Direktoratet for Naturforvaltning.

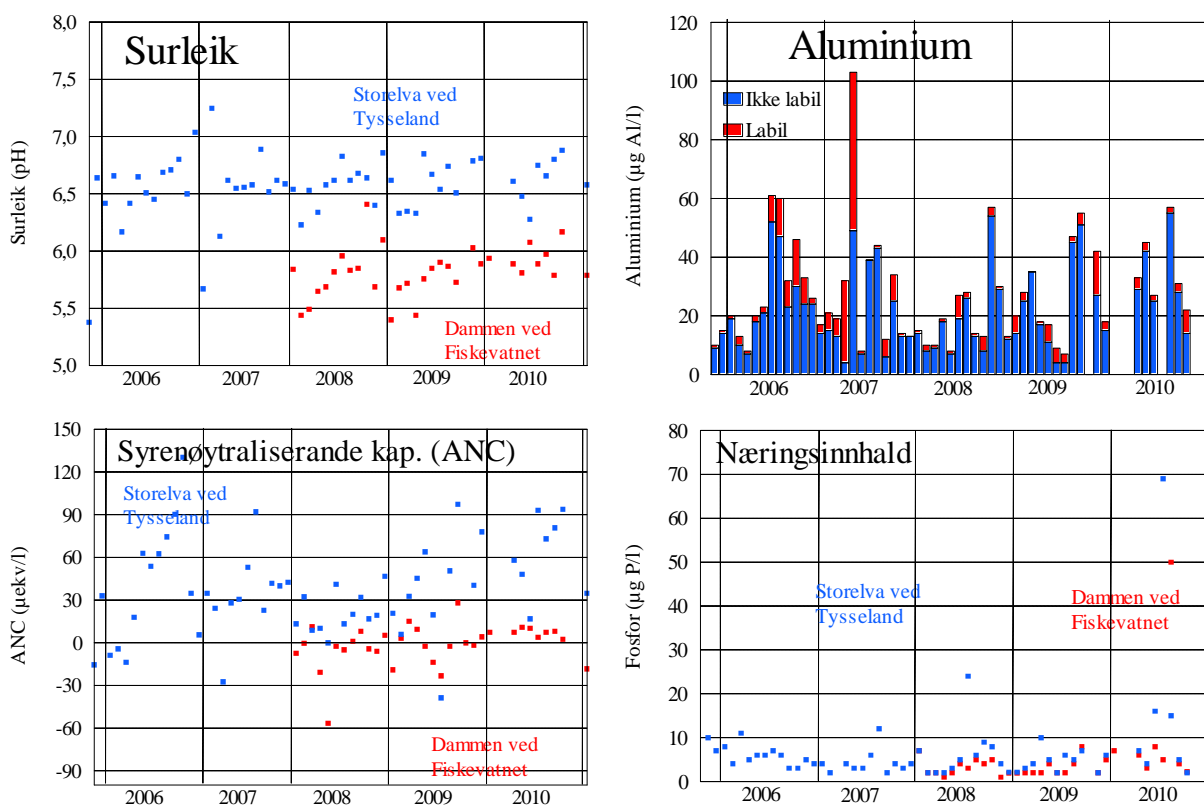
Med omsyn på forsureing er det betydeleg skilnad mellom dei ulike delane av vassdraget. Storelva har ein gjennomsnittleg pH på 6,56. Frølandselva er jamt over surare og har ein gjennomsnittleg pH på 6,01. Vatnet frå Frøland kraftstasjon er endå litt surare med ein gjennomsnittleg pH på 5,77. Vasskvaliteten i Tysseelva er dominert av blandingsvatn frå Frølandselva og kraftstasjonen og har ein snitt pH på 5,87. I høve til SFT's klassifisering av tilstand av vasskvalitet tel den lågaste målinga og i

alle dei fire delane av vassdraget kjem vasskvaliteten med omsyn på forsuring i tilstandsklasse; ”Dårleg” (**figur 2.3.1**). Det har vore ein tydeleg tendens mot mindre forsuring i vassdraget dei siste 15 åra. I perioden etter 2006 er vasskvaliteten med omsyn på forsuring i tilstandsklasse ”Mindre god” for alle dei fire vassdragsdelane. I perioden frå februar 2007 til januar 2011 er det ikkje målt surleik under pH 6,1 i Storelva (**figur 2.3.1**). Storelva er mindre sur enn Fiskevatn. Gjennomsnittleg surleik for prøvane tekne i 2010 var pH 6,6 i Storelva ved Tysseland og pH 5,9 i Fiskevatnet (**figur 2.3.2**).



Figur 2.3.1. Surhet (pH) i Storelva, Frølandselva, Frøland kraftverk og Tysseelva i perioden 1996 til 2010.

Innhaldet av labil aluminium har vore lågt. Ein må tilbake til april og mai 2007 for å finne målingar av labil aluminium som var så høge at det kunne vere skadeleg for ungfisk av laks og aure (**figur 2.3.2**). Det er ingen klar endring i den syrenøytraliserande kapasiteten (ANC) som er målt i elva i perioden 2006 til 2011 (**figur 2.3.2**).



Figur 2.3.2. Målingar av surleik (pH) (oppe til venstre), labil og ikkje labil aluminium (oppe til høgre), syrenøytraliserande evne (ANC) (nede til venstre) og innhald av næringsstoffet fosfor (nede til høgre) i Storelva ved Tysseland og ved dammen i Fiskevatnet (raude punkt i plotta).

Verdiane var litt lågare i 2008 enn åra før og etter. Gjennomsnittsverdien for målingane frå 2010 var 66,3 µekv/l. Kalsiummengda er høgare i Storelva enn i Fiskevatn med gjennomsnittsverdiar for 2010 på høvesvis 1,3 mg/l mot 0,2 mg/l. Den syrenøytraliserande kapasiteten er normalt også klart høgare i Storelva enn i Fiskevatn. Gjennomsnittleg ANC var i 2010 66 µekv/l i Storelva ved Tysseland mot 7 µekv/l i Fiskevatn (**figur 2.3.2**). Med omsyn på alkalitet kjem Storelva i kategori "Dårleg", medan dei andre vassdragsdelene fell i tilstandsklasse "Svært dårleg".

Vatnet i Storelva er jamt over næringsfattig, med eit gjennomsnittleg innhald av fosfor på 4,7 µg/l i perioden 2005 til og med 2009, noko som tilsvarar SFT sin beste tilstandsklasse I = "Svært god". I nokre få tilfelle har fosforinnhaldet vore så høgt at det har vorte klassifisert i tilstandsklasse II ("God"), og ved eit høve, i april 2008, var fosforinnhaldet så høgt at det ville kom innanfor tilstandsklasse III ("Mindre god").

Næringsinnhaldet i vatnet skilde seg i 2010 frå det som har vore vanleg i åra før. Det var fleire episodar med næringsrikt vatn enn det vi har sett før. Av dei sju prøvane som vart tekne i 2010 var fosforinnhaldet i klasse III ("Mindre god") ved to høve og klasse V ("Svært dårleg") ved eit høve. Gjennomsnittleg fosforinnhald var 16,9 µg/l (median 7 µg/l) (**figur 2.3.2**). Også i Fiskevatn var fosforverdiane i 2010 litt høgare enn det vi har sett tidlegare år. I ein av prøvane var fosforinnhaldet heile 50 µg/l (Klasse V "Svært dårleg"). Bortsett frå denne prøven var gjennomsnittleg innhald av fosfor 5 µg/l (median 5 µg/l) i prøvane frå Fiskevatn (**figur 2.3.1**).

Det er vanlegvis små skilnader i næringsinnhald mellom prøvane frå Fiskevatnet og prøvane frå Storelva nede ved Tysseland, noko som viser at det vanlegvis vert tilført lite næringsstoff til elva på strekninga mellom Fiskevatnet og Frølandsvatnet. I 2010 var det ved to høve klart meir fosfor i Storelva enn i Fiskevatn, og ein gang vart det målt meir forfor i Fiskevatn enn i Storelva. Skilnaden i 2010 kan skuldast at det dette året var lite snø i fjella. Det var sjeldan overløp over dammen i Fiskevatn dette året. Tilrenningstilhøva i vassdraget skilde seg truleg frå det vanlege.

2.4. BOTNDYR

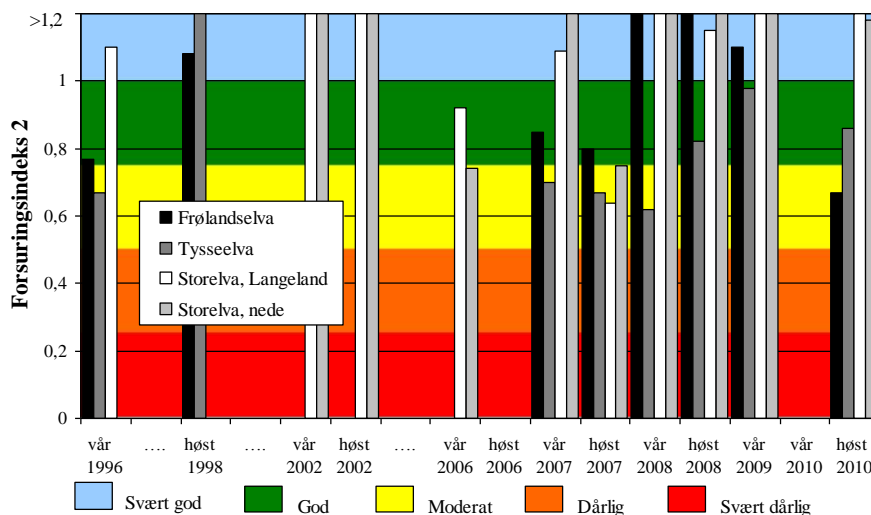
Botndyr er samla inn på fire stasjonar i Samnangervassdraget. I Storelva frå eit område på Langeland ved elektrofiskestasjon 3 og eit område i Storelva like før utløp til Frølandsvatnet ved elektrofiskestasjon 1. I Tysseelva er botndyr samla inn ved elektrofiskestasjon 1 og i Frølandselva like ovanfor hovudvegbrua på Frøland (**figur 3.1.1**). Botndyra er samla inn to gonger i året; vinter og vår. Innsamlinga føl metode beskriven av Frost (1971). Førekost og samansettinga av ulike artar/grupper av botndyr blir brukt som indikatorar for vasskvalitet.

FORSURINGSINDEKSAR

I Storelva er forsuringsindeks II i dei fleste tilfelle høgare enn i Frølandselva og med eit unntak alltid høgare enn i Tysseelva. Klassifisert etter Vanddirektivets klassifiseringsveileder er enkeltprøvane oftast i tilstandsklasse "Svært god", og samla sett er Storelva i kategori "God" sidan det er nokre enkeltmålingar under 1,0 i forsuringsindeks I. Dersom ein ser på dei åtte enkeltprøvane som vart innsamla i perioden frå 2008 og fram til 2010 er den økologiske tilstandsklassen basert på forsuringsindeks II "Svært god" i Storelva (**figur 2.4.1**).

I Frølandselva varierer enkeltprøvar frå kategori "Moderat" til "Svært god", samla sett er Økologisk tilstand for forsuringsindeks II, "God" for Frølandselva. Tysseelva har jamt over hatt noko lågare verdi med eit fleirtal av enkeltprøvane i kategori "Moderat", men det er også ei prøve i kategori "Svært god". Prøvane som er samla inn i dei tre siste åra er alle i tilstandsklasse "God", og samla sett er den økologiske tilstanden "God" også for Tysseelva (**figur 2.4.1**). Basert på forsuringsindeks I vil alle dei undersøkte lokalitetane kome i økologisk tilstandsklasse "Svært god".

Figur 2.4.1.
Forsuringsindeks 2
for enkeltprøver av
botndyr innsamla
på to stader i
Storelva og
Frølandselva og i
Tysseelva i
perioden 1996 til
2010.

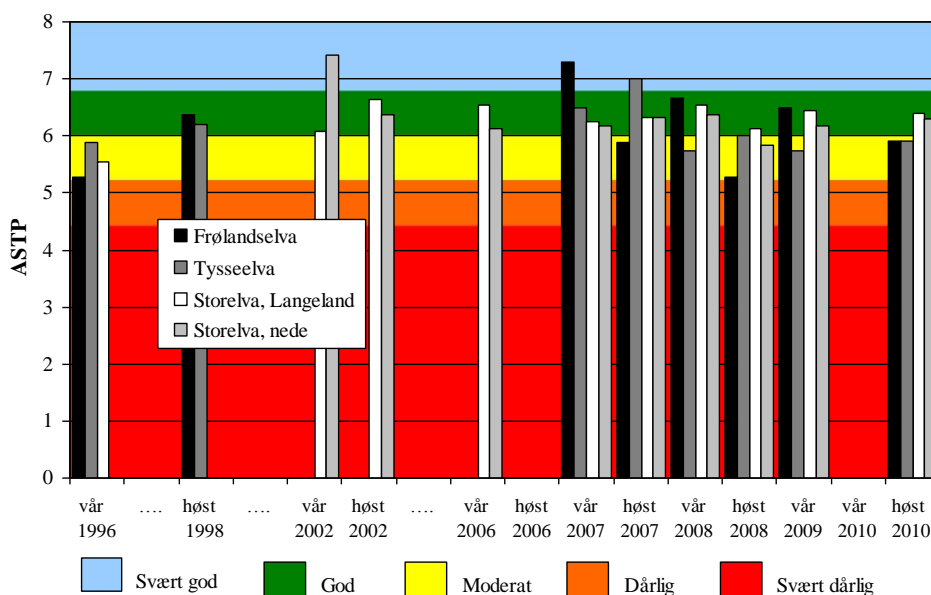


INDEKSAR FOR ORGANISK BELASTNING (ASTP)

For å måle organisk belastning brukar ein haustprøver eller prøvar tekne tidlig på våren før vintergenerasjonen klekkjer til vaksne individ. Det var ingen trend mot lågare eller høgare ASTP-verdi om våren og alle prøvetidspunkta er tekne med. I Storelva er ASTP-indeksen (Average Score Per Taxa) jamt over noko høgare på begge dei undersøkte lokalitetane samanlikna med i Frølandselva og i Tysseelva. Ved Langeland og nedst i elva er gjennomsnittlig ASTP-indeks hhv. 6,29 og 6,35, som gjev økologisk tilstandsklasse "God" for begge lokalitetane (**figur 2.4.2**).

For Frølandselva er dei fleste enkeltprøvene i tilstandsklasse "Moderat" eller "God", medan ein verdi er i tilstandsklasse "Svært god", i snitt er ASTP-indeksen for Frølandselva 6,15, som tilsvarar økologisk tilstandsklasse "God". I Tysseelva er også dei fleste målingane i tilstandsklasse "Moderat" og "God" og i gjennomsnitt er ASTP-indeksen 6,13, som er tilstandsklasse "God" (**figur 2.4.2**).

Figur 2.4.2.
ASTP indeks
for vurdering
av organisk
belastning fra
enkeltprøver
innsamla på to
stader i
Storelva og
Frølandselva
og i Tysseelva i
perioden 1996
til 2010.



2.5. OPPSUMMERING

Fram til 2008 kunne vassføringa i Storelva i periodar kome ned mot 10 l/s, men frå 2008 har det vore målsettinga å halde vassføringa over 150 l/s ved slepp frå Fiskevatn. I perioden frå november 2008 til juni 2010 vart målsettinga nådd, men i 2010 var vassføringa under 100 l/s i 8 dagar og lågaste vassføring var 42 l/s. Gjennomsnittleg vassføring gjennom året har variert mellom 0,5 m³/s i 2002 og 3,2 m³/s i 2007.

Om sommaren er det høgare temperatur i Storelva og om vinteren like låg eller lågare enn i dei andre delane av vassdraget. Det skjer ei svak oppvarming (sommars) eller nedkjøling (vinter) nedover i Storelva i periodar med låg vassføring, men i periodar med høg vassføring er det ingen slik effekt. Temperaturen er ikkje påverka av grunnvasstilsig.

Analysar av vasskvalitet viser at Storelva er mindre sur enn Frølandselva, Tysseelva og kraftverktutløpet til Frølandsvatnet. Storelva er også mindre sur enn Fiskevatn. Det suraste vatnet kjem normalt frå kraftverksutløpet til Frølandsvatnet. Det har vore ein tydeleg tendens mot mindre forsuring i vassdraget dei siste 15 åra. Innhaldet av labil aluminium har vore lågt. Ein må tilbake til april og mai 2007 for å finne målingar av labil aluminium som var så høge at det kunne vere skadeleg for ungfisk av laks og aure.

Botndyrprøvene viser at ein ikkje kan påvise noko forsuringpåverknad i Storelva, men at det er ein liten forsuringpåverknad i Frølandselva og Tysseelva. For dei åtte enkeltprøvene som vart innsamla i perioden frå 2008 og fram til 2010 er den økologiske tilstandsklassen basert på forsuringindeks II ”Svært god” i Storelva.

I Storelva er ASTP-indeksen (Average Score Per Taxa) jamt over noko høgare samanlikna med i Frølandselva og i Tysseelva. Gjennomsnittlig ASTP-indeks gjev økologisk tilstandsklasse ”God” for begge lokalitetane.

Vasskvaliteten er ikkje avgrensande for produksjon av laks eller andre naturleg førekomande vasslevande organismar i Storelva, sjølv etter kontinuerleg slepp frå Fiskevatn der vasskvaliteten er dårlegare enn i restfeltet til Storelva.

3.1. METODE OG STASJONSNETT

Ungfiskundersøkingane vart utført med elektrisk fiskeapparat etter ein standardisert metode som gjev tettleiksestimat (Bohlin mfl. 1989). Stasjonane er vist på **figur 3.1.1** og beskrivne i **tabell 3.1.1**. All fisk vart tekne med og seinare oppgjort. Laks og aure vart aldersbestemt ved analyse av otolittar og/eller skjell. All fisk vart artsbestemt, lengdemålt og vegen, alderen vart bestemt ved analyse av otolittar (øyresteinar) og/eller skjell, og kjønn og kjønnsmogning vart bestemt. Rådata er presenterte i vedleggstabellar bak i rapporten.

I vedleggstabellane er det berekna tettleik av enkelte årsklassar og totaltettleikar. Samla estimat for alle stasjonane i ei elv/elveavsnitt er snitt \pm 95 % konfidensintervall av verdiane på kvar stasjon/kategori. Summen av tettleikar er ikkje alltid lik totaltettleiken, fordi tettleiken er estimert ved ein modell som gjev gjennomsnittleg tettleik og feilgrenser for kvar enkelt årsklasse. Summen av gjennomsnitta til desse estimata treng ikkje verte lik gjennomsnittleg totalestimat. Samla estimat for alle stasjonane i ei elv/elveavsnitt er snitt \pm 95 % konfidensintervall.

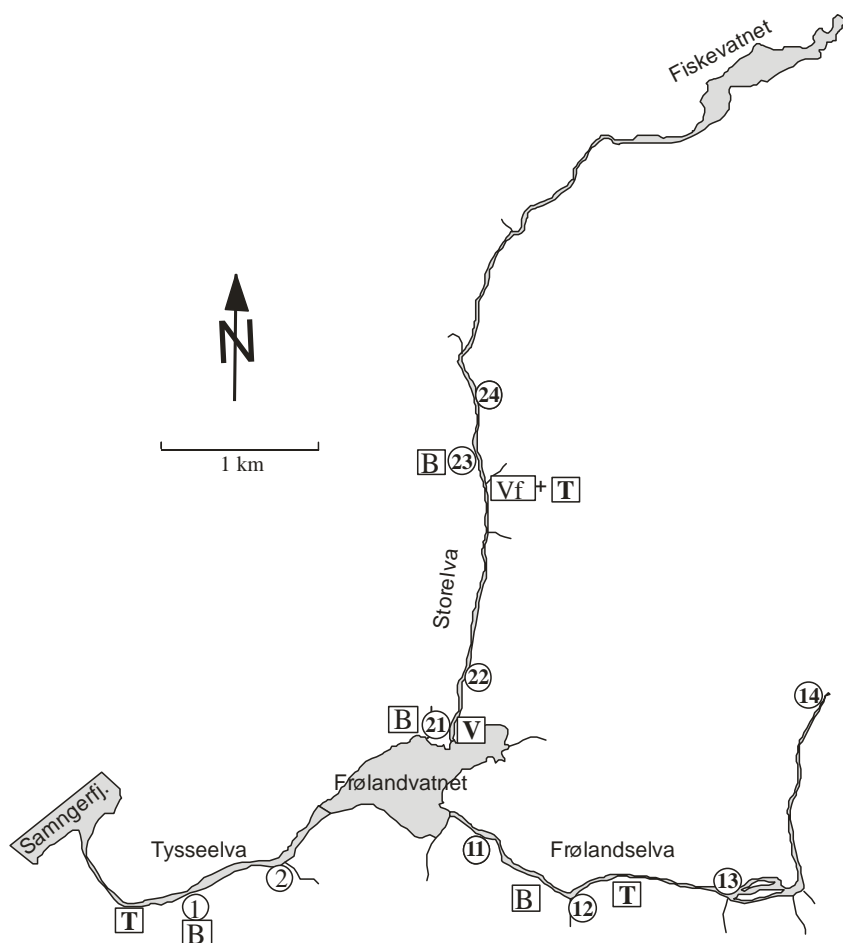
Presmolttettleik er eit mål på kor mykje fisk som kjem til å gå ut som smolt førstkommande vår. Smoltstorleik, og dermed også presmoltstorleik, er korrelert til vekst. Di raskare ein fisk veks, di mindre er han når han går ut som smolt (Økland mfl. 1993). Presmolt er rekna som: Årsgammal fisk (0+) som er 9 cm eller større, eitt år gamal fisk (1+) som er 10 cm og større; to år gamal fisk (2+) som er 11 cm og større; fisk som er tre år og eldre og som er 12 cm og større. Presmolttettleik vert rekna ut som estimat etter standard metode ved elektrofiske (Bohlin mfl. 1989, Sægrov mfl. 2001, Sægrov og Hellen 2004).

Tabell 3.1.1. Elektrofiskestasjonane i Samnangervassdraget. Frølandselva, Tysseelva og dei to øvste stasjonane i Storelva vart undersøkt haustane 2007, 2008 og 2009. Stasjon 1,5 i Tysseelva vart berre fiska i 2009. Kartdatum er WGS84.

Stasj.	Plassering (UTM)	Overfiska areal (m ²)	Beskriving av stasjon
Tysseelva			
1	LM 222 975	100 (20x5)	0-30 cm djup, Stein med grus, lite grodd, roleg straum
1,5	LM 222 975	100 (20x5)	0-30 cm djup, Stein med grus, lite grodd, roleg straum
2	LM 226 976	100 (25x4)	0-20 cm djup, grus og sand,
Frølandselva			
11	LM 237 979	100 (20x5)	0-20 cm djup, roleg straum, stein, litt grus, lite grodd
12	LM 244 976	100 (20x5)	0-30 cm djup, blokk, stein, grus, roleg straum, lite grodd
13	LM 253 976	100 (20x5)	0-20 cm djup, roleg straum, stein og grus, lite grodd
14	LM 259 990	100 (25x4)	0-40 cm djup, litt stri, stein, grus, sand, lite grodd
Storelva			
21	LM 235 987	100 (12x8,5)	0-40 cm, roleg straum, blokk og stein, lite grodd
22	LM 236 990	100 (25x4)	0-40 cm, roleg straum, blokk og stein, lite grodd
23	LN 234 003	100 (20x5)	0-30 cm, roleg straum, lite groe, grus og stein
24	LN 235 007	100 (20x5)	0-40 cm, roleg straum, sand og grus, litt stein, lite grodd

Haustane 2007, 2008 og 2010 vart det elektrofiska på to stasjonar i Tysseelva (1-2), fire stasjonar i Frølandselva (11-14) og fire stasjonar i Storelva (21-24). Alle stasjonane var 100 m², og samla overfiska areal var dermed 1000 m² desse tre åra.

I 2009 vart det fiska på ein ny stasjon (1,5) like ovanfor stasjon 1 i Tysseelva, og samla overfiska areal dette året var 1100 m². Vassdekt areal varierer med vassføringa, men låg stort sett over 70 % på dei fleste stasjonane ved alle undersøkingane.



Figur 3.1.1. Oversikt over prøvetakingsstader i Samnangervassdraget. Sirklar med tal viser elektrofiskestasjonar 1-2 i Tysseelva, 11-14 i Frølandselva og 21-24 i Storelva. I 2009 vart det etablert ein ny elektrofiskestasjon (nr 1,5) like ovanfor stasjon 1 i Tysseelva. Vf er stad for vassføringsmåling, T er stad for temperaturlogging, V er stad for vassprøvetaking, B er stad for botndyrinnsamling. Gytefisk vart tald frå hølen øvst på Langeland (200 m ovanfor fiskestasjon 24) og ned til Frølandsvatnet, frå nedstrøms stryket nedom elektrofiskestasjon 14 i Frølandselva til utosen til Frølandsvatnet, og frå Frølandsvatnet og nedover Tysseelva til SAFA sin kraftverksdemning.

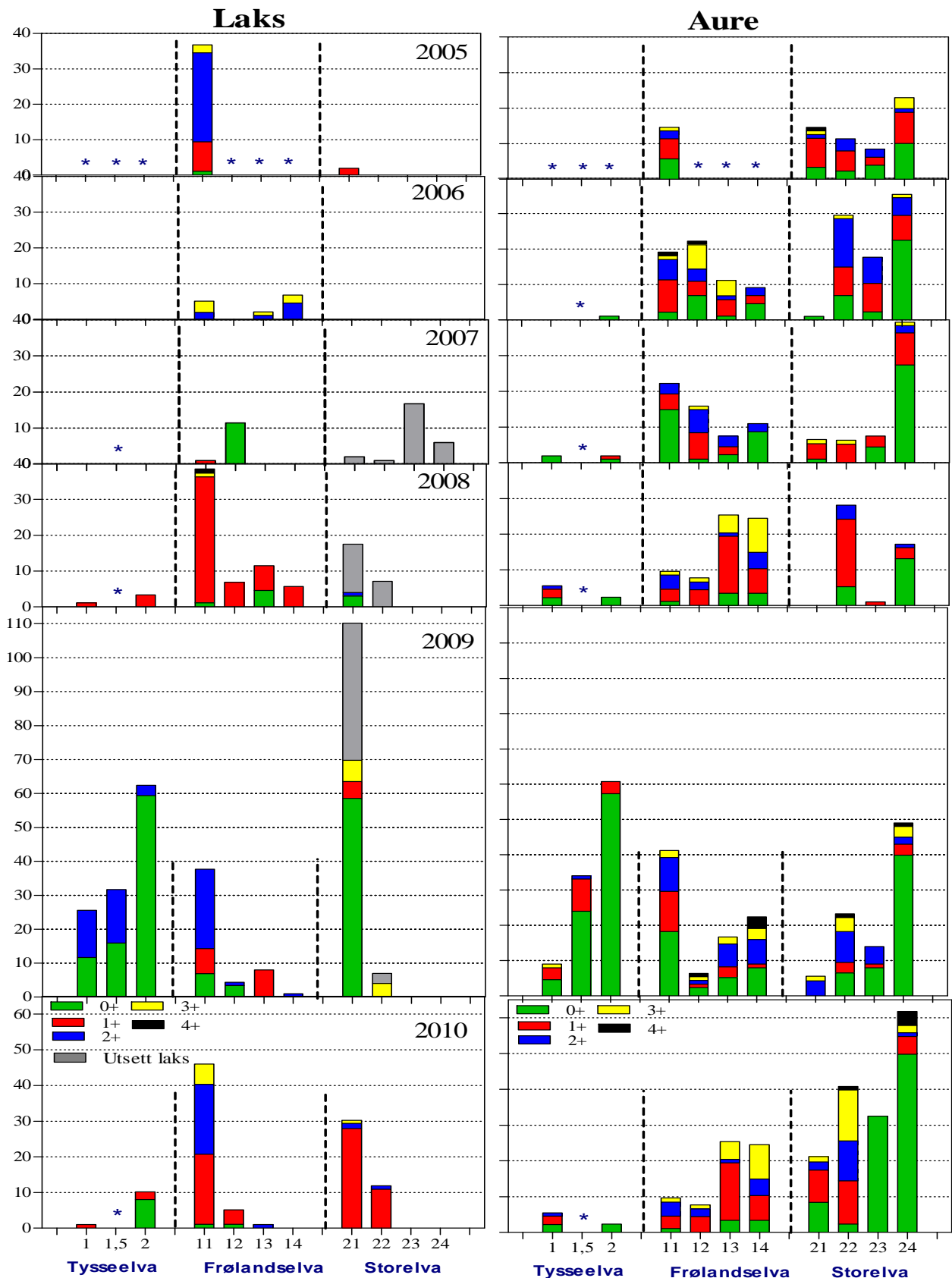
3.2. TETTLEIK AV UNGFISK, 2005 - 2010

Ved å samanlikne ungfiskdata over fleire år kan ein følgje ein årsklasse frå det året han kjem opp av grusen som yngel og til han går ut som smolt. Resultata er difor framstilt samla i **figur 3.2.1**. Ved registreringar av ein årsklasse over fleire år kan ein også redusere utslaget av feilkjelder som er knytt til metodikken ved elektrofiske, m.a. variasjon i vassføring og temperatur frå år til år. Høg vassføring er spesielt ugunstig med omsyn til sikkerheita i resultata.

I **Storelva** vart det sett ut 3000 startfora lakseyngel hausten 2007, tilsvarande 6/100 m². Desse vart registrert på alle stasjonane i elva denne hausten, men flest på dei to stasjonane oppe på Langeland (**figur 3.2.1**). I 2008 hadde dei trekt nedover elva og vart berre registrert på dei to nedste stasjonane i elva. Ein del av dei utsette lakseungane gjekk ut som 2-års smolt våren 2009, men det var likevel høg tettleik igjen nedst i elva hausten 2009. Hausten 2007 er det moglege det gyttelaks naturleg i nedre del av Storelva, for det vart fanga årsyngel av laks hausten 2008, og laks av denne årsklassen vart også fanga i lågt antal haustane 2009 og 2010. På grunn av den låge tettleiken kan ein ikkje utelate at desse fiskane kan ha vandra opp i Storelva frå Frølandselva eller Tysseelva den første sommaren. Gyting av laks hausten 2008 resulterte i høg tettleik av årsyngel på den nedste stasjonen hausten 2009, og hausten 2010 hadde denne årsklassen spreidd seg over heile den nedre delen av elva. Desse resultata viser at såpass stor fisk som laks kan vandre opp i Storelva og gyte med suksess og vidare at lakseungane overlever både eggstadiet og heilt fram til presmoltstadiet.

Av aure var det totalt sett høgare tettleik i Storelva i 2010 enn dei førgeåande åra. På dei to stasjonane øvst i elva var det klar dominans av årsyngel, medan eldre aldersgrupper dominerte på dei to stasjonane nedst i elva (**figur 3.2.1**). Rekrutteringa av aure var relativt låg i 2008, medan årsklassane frå 2007, 2009 og 2010 var meir talrike. Årsklassen frå 2006 var gytt som egg hausten 2005 då det var storflaum i elva. Denne årsklassen var likevel relativt talrik som 1+ i 2007. Auren i Storelva ser ut til å vere dominert av småfallen elveaure, både oppe på Langeland og på strekningane ned mot Frølandsvatnet. Aurehoene blir kjønnsmodne ved ei lengde på 13 - 16 cm, og dette tilseier at dei held seg i elva heile livet. Det er berre unntaksvis registrert at større innlandsaure frå Frølandsvatn eller sjøaure har vandra opp i Storelva, men vi kan ikkje utelate at dette skjer, for dei kan opphalde seg svært kort tid i elva under ei eventuell gytevandring. Stor aure vil gyte langt fleire egg enn elveauren, og avkom frå slik fisk vil kunne dominere ungfisksamfunnet dersom dei brukar Storelva som gyteområde. Eksempelet med vellukka gyting av laks viser at tilhøva no ligg til rette for gyting av større innlandsaure og sjøaure i Storelva.

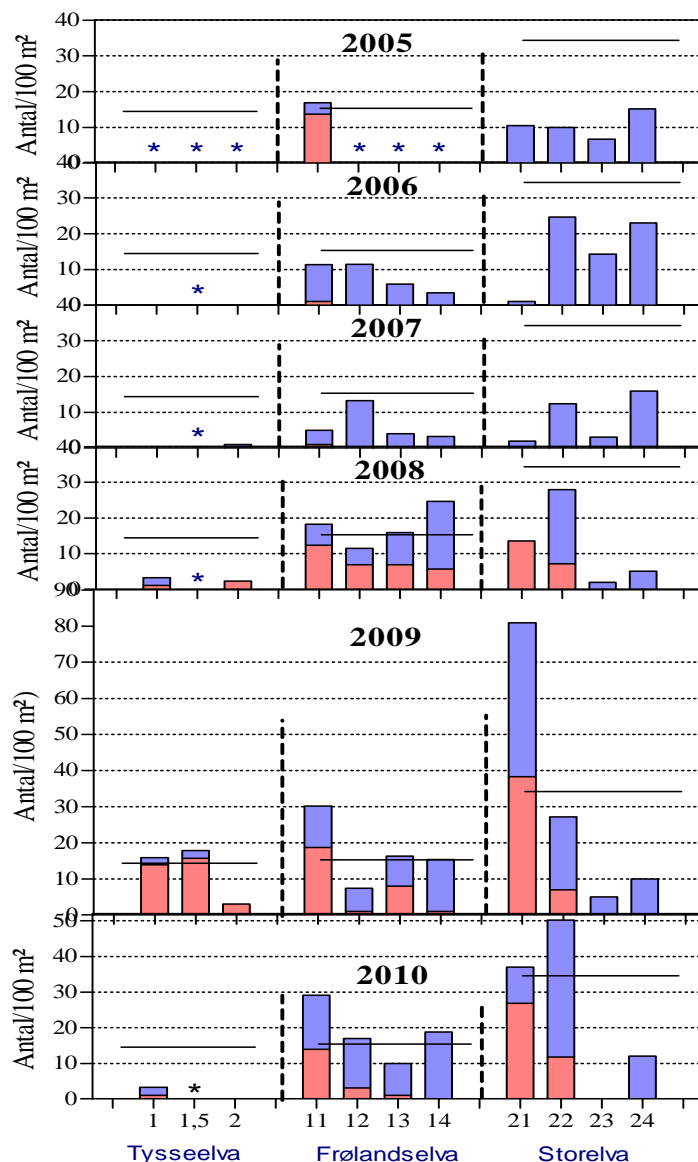
Rekrutteringa av laks har vore svært variabel i alle delane av Samnangervassdraget, og det har samla sett vore lågast tettleik av laks i Tysseelva og høgast i Frølandselva. Også av aure har det vore lågast tettleik i Tysseelva, men av denne arten har det vore om lag like høg tettleik i Storelva og Frølandselva (**figur 3.2.1**). Ovanfor laksetroppa i Frølandselva (stasjon 13 og 14) er det mest stasjonær aure som held seg heile livet i denne delen av elva, på same måte som på i Storelva (stasjon 23 og 24). Nedanfor laksetroppa i Frølandselva (stasjon 11 og 12) veks det opp aure som held seg i elva, i Frølandsvatnet eller går ut i sjøen.



Figur 3.2.1. Tettleik (antal/100 m²) av dei ulike aldersgruppene av laks (venstre) og aure (høgre) på kvar elektrofiskestasjon ved ungfiskundersøkingar i Tysseelva, Frølandselva og Storelva i Samnangervassdraget frå 2005 til 2010. *; elektrofiskestasjon der ikkje er blitt fiska det aktuelle året.

3.3. TETTLEIK AV PRESMOLT, 2005 - 2010

I følgje "presmoltmodellen" (Sægrov mfl. 2001) er det høgast tettleik av presmolt i elvar med låg vassføring. På grunn av den låge vassføringa i Storelva er dermed den forventa tettleiken av presmolt her 34 presmolt pr. 100 m², altså meir enn dobbelt så høg som forventa tettleik i dei andre elveavsnitta (**figur 3.3.1**). I 2009 og 2010 var den gjennomsnittlege tettleiken om lag som forventa på dei nedste stasjonane i Storelva. Det var her om lag like mykje laks- som aurepresmolt. Det er likevel usikkert kor stor del som er avkom etter elveaure, innsjøaure eller sjøaure.



Figur 3.3.1. Tettleik av presmolt av laks (raud) og aure (blå) på ulike elektrofiskestasjonar i dei tre elveavsnitta i Samnangervassdraget i åra frå 2005 til 2010. Horisontale linjer er forventa tettleik av presmolt med utgangspunkt i "presmoltmodellen" (Sægrov mfl. 2001, Sægrov og Hellen 2004).

I åra 2006 - 2007 var det låg tettleik av presmolt i alle delane av vassdraget, og mest ingen presmolt av laks. I Tysseelva vart det ikkje knapt fanga presmolt desse åra (**figur 3.3.1**). I 2008 var gjennomsnittleg tettleik av presmolt om lag som forventa i Frølandselva, og nær halvparten var laks. I dei andre elvedelane var det låg tettleik, men i Storelva var det ein del presmolt av laks på dei to nedste stasjonane. Dette var fisk som vart utsett på Langelandsområdet i 2007, og dei som vaks raskast av desse nådde presmoltstorleik allereie i løpet av 2008.

I 2009 var det relativt høg tettleik av presmolt i alle elveavsnitta. På dei to nedste stasjonane i **Storelva** var det ein gjennomsnittleg tettleik på 54 presmolt/100 m², og dermed høgare enn berekna frå ”presmoltmodellen”. På dei tre stasjonane i Tysseelva var gjennomsnittleg tettleik 12 presmolt pr. 100 m². Dette var om lag som forventa tettleik på 14 presmolt pr. 100 m² ut frå ”presmoltmodellen” (Sægrov mfl. 2001, Sægrov og Hellen 2004). Laksepresmolten som vart fanga i Tysseelva i 2009 vart ikkje registrert på yngre stadium ved undersøkingane i 2008 eller 2007 og må ha vandra ned frå Frølandselva i løpet av 2009 (**figur 3.3.1**). I Frølandselva var gjennomsnittleg tettleik av presmolt 14,7 pr. 100 m², fordelt på 7,2 laks- og 7,5 aurepresmolt pr. 100 m². Den forventa tettleiken var 15 pr. 100 m², altså den same som var berekna etter elektrofisket. Forflyttingane av fisk i Storelva, og frå Frølandselva til Tysseelva viser at det er ein betydeleg dynamisk komponent i kvar fisken oppheld seg, med spreining frå område med høg lokal tettleik til område med lågare tettleik med aukande alder og storleik på fisken.

I Storelva var tettleiken av presmolt i 2010 lågare enn året før, men likevel relativt høg. På dei to nedste stasjonane i elva, der det no førekjem gyting av laks og truleg sjøaure, var det ein gjennomsnittleg tettleik på 25,3 presmolt/100 m², fordelt på 19,3 laks og 6,0 aure. På dei to stasjonane på Langeland var det langt lågare tettleik av fisk i presmoltstorleik enn lenger nede i elva. På dette området er det stasjonær aure som dominerer og gjennomsnittleg tettleik av aure med presmoltstorleik var 6,0/100 m² på dei to stasjonane på Langeland, men her vart det ikkje fanga laks. I 2010 var tettleiken av presmolt igjen svært låg i Tysseelva med totalt 1,5 presmolt/100 m² fordelt på 0,5 laks og 1,0 aure. I Frølandselva var det i 2010 ein gjennomsnittleg tettleik på 18,7 presmolt/100 m², fordelt på 4,5 laks og 14,2 aure. Dette er noko høgare enn i 2009 (**figur 3.3.1**).

Med utgangspunkt i presmolttettleikane og areala på dei ulike elvestrekningane er det berekna ei total utvandring på 6 000 laksesmolt og 8 000 auresmolt våren 2011, totalt 14 000 smolt. Det er her ikkje teke med at det truleg også var presmolt av laks i Frølandsvatnet. Utvandringa av auresmolt er svært usikker fordi ein ikkje veit kor stor andel av aure i presmoltstorleik som seinare vandrar ut og kor stor del som held seg heile livet i vassdraget. Berekningane føreset også at den tettleiken vi registrerer ved elektrofisket er representativ for heile elvearealet, noko som sjølvstundt er usikkert.

Etter undersøkingane i 2009 vart det berekna ei utvandring på 12 000 laksesmolt og 6 000 auresmolt våren 2010, totalt 18 000 smolt. Den berekna utvandringa i 2011 er altså lågare enn det som vart berekna for 2010, og spesielt for laks. Desse to åra er utvandringa av laksesmolt likevel betydeleg større enn tidlegare, og dette skuldast først og fremst at det no veks opp lakseungar i Storelva (meir detaljar i Sægrov mfl. 2011).

Samnangervassdraget har potensielt ei samla androm strekning på 10,8 km og eit produktivt areal på 170 000 m². Dette er fordelt på Tysseelva med 1,8 km og 54 000 m², Frølandselva 5,0 km (inkludert 2 km i Bordal/Høysetelva) og areal på 80 000 m², og Storelva med 4,0 km og 40 000 m². I tillegg kjem Frølandsvatnet som har eit areal på 371 000 m² og ei strandlinje på 3,5 km. Med tilstrekkeleg naturleg gyting i nedre delar og eggutlegging i øvre delar kan vassdraget under optimale tilhøve sannsynlegvis produsere nærmare 20 000 laksesmolt og 10 000-15 000 auresmolt kvart år. Ved utlegging av egg frå sjøaure i øvre delar kan denne bestanden bli meir talrik. Fisken kjem tilbake til det området han var fødd (første preging) og/eller vandra ut frå som smolt.

Basert på ”presmoltmodellen” er det berekna ein potensiell produksjon på 35 smolt/100 m² i Storelva. Dersom dette produksjonspotensialet blir fullt utnytta av androm fisk, anten ved eggutlegging eller naturleg gyting på det 40 000 m² store arealet, inkludert på Langeland, kan det vandre ut 14 000 smolt frå dette vassdragsavsnittet. Dette utgjer 40 - 45 % av det totale produksjonspotensialet i vassdraget. Så langt har ikkje produksjonspotensialet i storelva blitt fullt utnytta, men tettleiken av presmolt i nedre del av Storelva hausten 2010 låg på det berekna nivået, og vel så det.

3.4. BIOMASSE AV UNGFISK, 2005 - 2010.

Rekruttering og artsfordeling av fisk har variert mykje i Storelva, både mellom elveavsnitt og mellom år. I tillegg er det ulik andel anadrom fisk oppe og nede i elva. Dette gjer at det er vanskeleg å samanlikne produksjonen av presmolt mellom stasjonar og år.

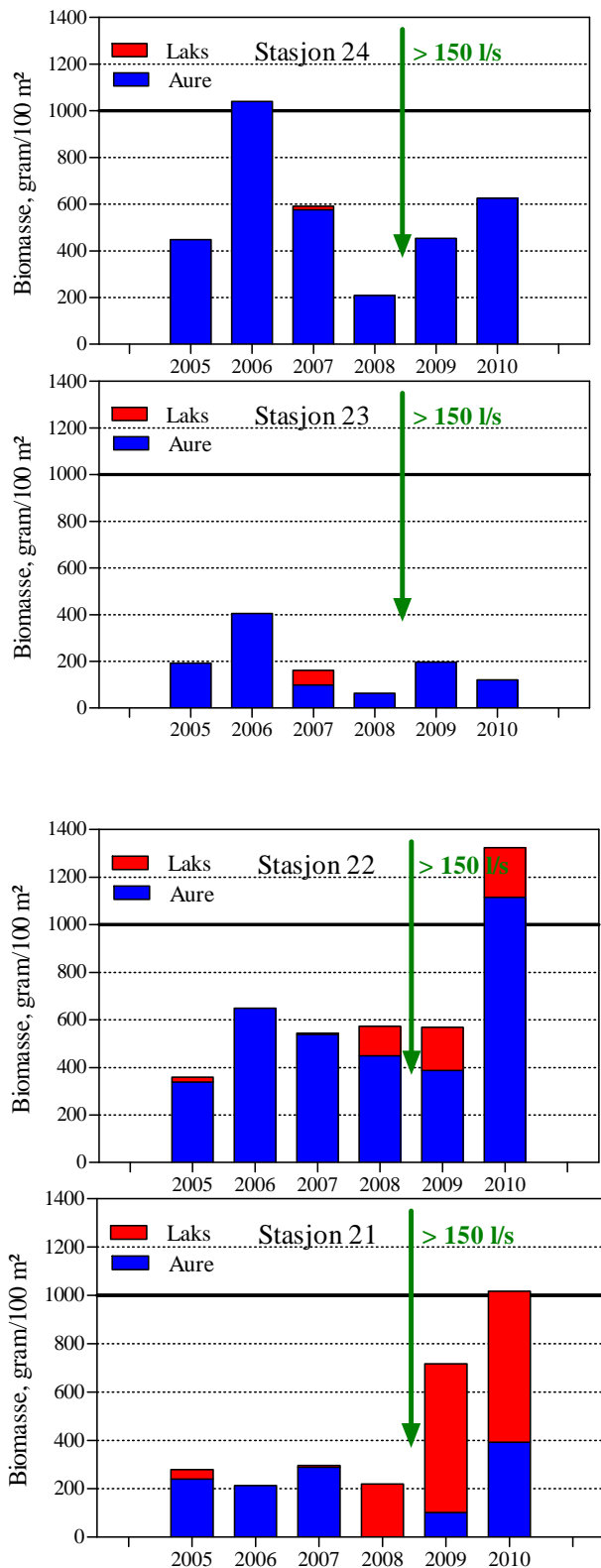
Ei alternativ tilnærming er å bruke total fiskebiomasse fordi denne er uavhengig av art eller livshistore, fordi ein kan anta at det er konkurranse mellom fiskane om plass og mat. Normalt er lakseungar dominante i høve til aure. Dersom det blir sett ut laks eller skjer naturleg gyting av laks vil dette kunne bety at tettleiken av aure blir redusert.

I 2010 var gjennomsnittleg fiskebiomasse på dei to stasjonane på Langeland i Storelva 374 gram pr. 100 m² i 2010, og på dei to nedste stasjonane i Storelva var gjennomsnittleg fiskebiomasse 1053 gram/100 m². Totalt for alle 4 stasjonane i Storelva var den gjennomsnittlege fiskebiomassen 718 gram/100 m², til samanlikning var gjennomsnittleg fiskebiomasse 79 gram/100 m² i Tysseelva og 626 gram pr. 100 m² i Frølandselva. Det var dermed høgare fiskebiomasse i Storelva enn i dei andre vassdragsdelane (figur 3.4.1).

For Storelva er det grovt anslag berenivå på ca 1000 gram fisk/100 m². På stasjon 24, 22 og 21 har fiskebiomassen vore på dette nivået minst eit åra, medan den har vore betydeleg lågare på stasjon 23 (figur 3.4.1).

På stasjon 23 og 24 har slepp av minstevassføring i 2009 og 2010 ikkje medført nokon auke i fiskebiomasse. Det er mogeleg at rekrutteringspotensialet er for lågt i den stadeigne elvebestanden av aure til å fylle elva med fisk alle åra.

På stasjon 22 i nedre del av Storelva var det klart høgare biomasse i 2010 enn dei føregåande åra, og på stasjon 21 som er nedst i elva, var det høgare tettleik i 2009 og 2010 enn før. I nedre del av elva har det samla sett vore høgare tettleik i åra med slepp av minstevassføring, og effekten er størst i området med celletersklar. Sidan dette er samanfallande med førekomst av laks, er resultatata berre indikative på effekten av slepp av minstevassføring.



Figur 3.4.1. Total fiskebiomasse (gram/100 m²) på elektrofiskestasjonane i Storelva frå 2005 til 2010.

I dette prosjektet var målsettinga å plante ut egg i stort overskot for å teste produksjonspotensialet der antal egg eller overleving av egg ikkje er avgrensande, og trinn to var å setje ut stor anadrom fisk for å teste om vassføringa utan minstevassføring har vore avgrensande for vellukka rekrutteringa av stor fisk. På grunn av at det var svært lite anadrom fisk i vassdraget var det uråd å få testa desse spørsmåla.

Vellukka gyting av laks hausten 2008 og den etterfølgjande høge overlevinga og produksjon fram til presmoltstadiet i nedre del av Storelva, viser at det etter slepp av minstevassføring var nok vatn til at det gjekk opp stor, anadrom fisk og at desse gytte med suksess. Den etterfølgjande produksjonen av presmolt låg på det berekna berenivået for Storelva, og som er langt høgare enn i andre deler vassdraget.

3.5. REKRUTTERINGSPOTENSIALE FOR FISK I STORELVA

I nedre del av Storelva vart det under elektrofiske hausten 2010 fanga 5 kjønnsmogne aurehoer. Desse hadde ei gjennomsnittleg lengde på 16,3 cm (15,5 – 17,4 cm) og ein snittvekt på 45 gram (38 – 49). Gonadevekta var i snitt 5 gram og ut frå det vi kjenner til om eggvekt frå andre bestandar har vi anslege gjennomsnittleg usvollen eggvekt til 50 mg, og dette tilseier at gjennomsnittleg eggantal pr. ho var ca 80 egg. Storleiken på fisken tilseier at dette er aure som held seg i elva heile livet. Arealet i nedre del av Storelva var ca 6000 m², og tettleiken av hoer var 2,5/100 m². Dette gjev eit grovt anslag på 150 kjønnsmogne aurehoer og eit total atal egg på 12 000, tilsvarande 1,5 - 2 egg pr. m². Dette burde vere nok til at antal egg ikkje er avgrensande for produksjonen av ungfisk i elva. I tillegg kom egga frå gyting av laks hausten 2008.

På Langelandsområdet vart det ikkje fanga kjønnsmogne hoer under elektrofisket hausten 2010, men under gytefiskteljingane der har vi sett at dei kjønnsmogne aurane har halde seg i stort antal i dei største hølane alle åra, og der har det ikkje vore elektrofiska. Vi reknar det difor som sannsynleg at gytepotensialet har vore like stort på Langeland som i nedre del av Storelva alle åra. Dette tilseier at antal gyte egg ikkje har vore avgrensande for produksjonen av fisk i Storelva i perioden frå 2005 – 2010.

Elvelevande bestandar av aure er småvaksne og hoene blir kjønnsmogne ved ei lengde på rundt 15 cm. Desse hoene gyt egga i små porsjonar (20 - 40 egg) og egga ligg nær substratoverflata (7- 8 cm nedi substratet). Dei relativt små egga treng lite oksygen og kan overleve sjølv ved svært låg vassføring, men kan vere utsett for frost i kalde periodar. For innsjøgytande aure er det vist at aureegg i porsjonar på opptil 100 egg overlever 10 cm nede i grusen der vassgjennomstrøyminga er minimal (Sægrov 1990). Det er difor lite sannsynleg at egga i Storelva skal døy av oksygenmangel, men kan vere utsett for frost i kalde periodar med svært låg vassføring.

Ei lakseho gyt egga i større porsjonar og grev egga djupare enn små aurehoer. Ei lakseho på ca 60 cm (1-sjøvinter) vil gyte ca 2000 egg fordelt på mange porsjonar à 200 – 300 egg og legge eit substratdekke som er 15- 20 cm tjukt oppå egga (Sægrov og Hellen 2004). Kombinasjonen av mange store egg i ein stor porsjon krev langt større tilgang på oksygen enn den vesle porsjonen med små egg som aurehoa gyt. Vassgjennomstrøyminga er også mindre djupare nede i elvegrusen, slik at tilgangen på oksygen vil vere klart mindre for eit stort lakseegg enn eit lite aureegg når det er låg vassføring. Det er funne ein positiv samanheng mellom storleiken på gytande laks og sjøaure og vassføring i elvar på Vestlandet, både gjennomsnittleg årsvassføring (opptil ca 20 m³/s) og minste vassføring om vinteren.

Det gyt altså ikkje stor gytefisk i dei minste elvane, og den føreslegne forklaringa er at egg som blir grave djupt nedi elvebotnen ikkje vil overleve på grunn av for låg vassgjennomstrøyming i periodane med den lågaste vassføringa (Sægrov og Hellen 2004). Det er difor mogeleg at gyting av stor fisk kunne vore mislukka i Storelva utan minstevassføring i vintrar med svært låg vassføring, sjølv om egga ville unngå frysing. Etter at det vart sleppt minstevassføring har det ikkje vore periodar med kritisk låg vassføring i eggutviklingsperioden og det er no dokumentert at stor fisk kan gyte med suksess etter at det no er minstevassføring. Det er anteke at laksen eller laksane som gyte var minst 1,5 kg, men den (dei) kunne også ha vore større.

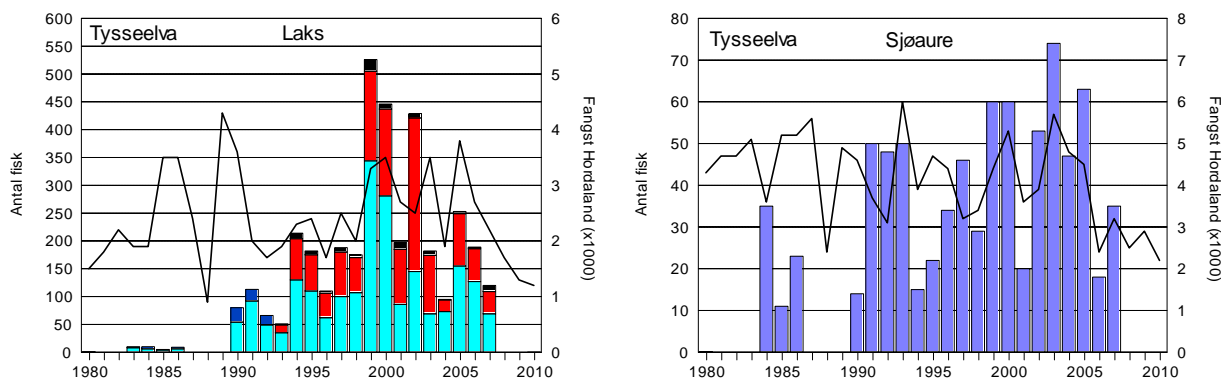
I Oselva ved Bergen gyt det laksehoer med vekt frå 1,5 kg og opp til 5 kg, men med dominans av gruppa 1,5 - 2,5 kg. Ved Røykenes midt i vassdraget er gjennomsnittleg vassføring gjennom året 3,4 m³/s, og mange vintrar kjem vassføringa ned mot og av til under 0,2 m³/s. Dette er eit produktivt vassdrag med høg produksjon av laksesmolt. Gyte- og oppvekstvilkåra må dermed vere tilfredstillande for den laksetypen som gyt i vassdraget. Dette tilseier at fisk av tilsvarende storleik som i Oselva, dvs. opptil 2,5 kg også bør kunne gyte med suksess i Storelva etter slepp av minstevassføring.

3.5. VAKSEN FISK

FANGSTSTATISTIKK

Det ligg føre fangststatistikk for Tysseelva i perioden 1983 til 2007. I 2008, 2009 og 2010 var Tysseelva stengt for fiske av både laks og sjøaure. I åra 1983-86 vart det registrert fangst av 5-10 laks per år, og deretter var det ikkje registrert laksefangstar før i 1990 (**figur 3.5.1**). I perioden 1990-2006 var gjennomsnittleg fangst av laks i Tysseelva 201 per år, men det har vore stor variasjon mellom år, frå 51 laks i 1993 til 526 i 1999. I 2007 vart det fanga 120 laks, klart mindre enn dei to føregåande åra. Sidan 1999 (med unntak av 2004) er det analysert skjelpørvar frå fangsten i Tysseelva, og innslaget av rømt oppdrettslaks har desse åra variert mellom ca. 67 og 96 %.

Dei åra det er registrert fangst av sjøaure har talet variert mellom 11 og 74 stk, med eit snitt på 38 per år. I 2007 vart det registrert fangst av 35 sjøaure, noko som er høgare enn 2006, men lågare enn dei fire føregåande åra (**figur 3.5.1**).



Figur 3.5.1. Årleg fangst (antal; stolpar) i Tysseelva frå 1983 til 2008. Frå 1979 er laksefangstane skild som tert (<3 kg, grøn søyle) og laks (>3 kg, blå søyle), frå 1993 er det skild mellom smålaks (<3 kg, grøn søyle), mellomlaks (3-7 kg, raud søyle) og storlaks (>7 kg, svart søyle). Linjene viser samla fangst av laks og sjøaure i resten av Hordaland. Tysseelva var totalfreda i 2008, 2009 og 2010.

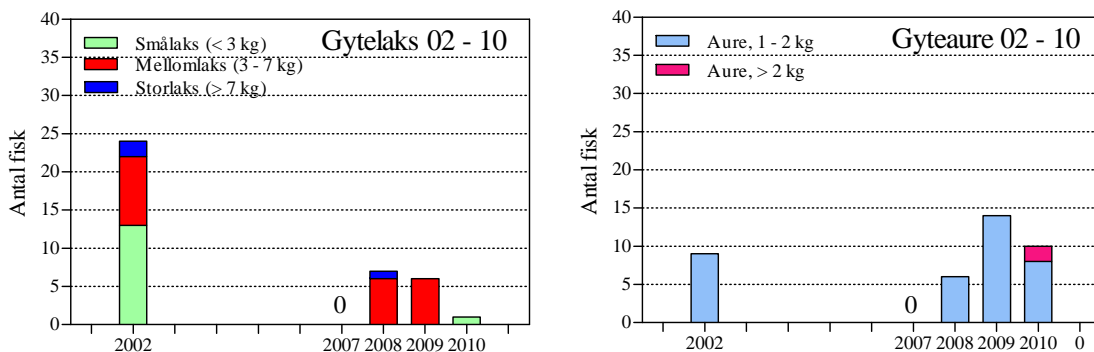
Mellomårsvariasjonen i fangst av både laks og sjøaure i Tysseelva har vore ganske lik det ein har sett i resten av fylket dei siste åra (**figur 3.5.1**; linjer). Dette indikerer at den tidsmessige utviklinga ikkje er spesiell for Tysseelva, men skuldast faktorar som ligg utanfor vassdraget, og mest truleg matmangel i sjøfasen. Fangsten av vill laks og sjøaure har likevel vore lågare enn ein kunne forvente dersom smoltproduksjonen i vassdraget hadde vore på berenivået.

GYTEFISKTELJINGAR

Drivteljinga vart gjennomført den 10. november 2010 av to personar som sumde, kraup og gjekk nedover Storelva frå 300 meter ovanfor elektrofiskestasjon 24 på Langeland til Frølandsvatnet, i Frølandselva frå nedstrøms stryka nedom stasjon 14 til Frølandsvatnet, og i Tysseelva frå Frølandsvatnet til kraftverksdammen til SAFA. Det vart også gjennomført teljingar på dei same områda og under tilsvarende feltilhøve 2009, 2008, 2007 og 2002 (**figur 3.5.2**). Der elva var så smal

at ein person kunne sjå begge elvekantane under vatn når han flaut midt i elva talde ein person aleine. Der elva var breiare var det to personar som talde. Ein tredje person følgde langs land og noterte ned observasjonar. Nærare beskriving av metoden finn ein i Sættem (1995) og Hellen mfl. (2004).

I 2010 var sikta 6- 8 meter i Frølandselva og Storelva, medan den var omlag 5 m i Tysseelva. vassføringa var låg.



Figur 3.5.2. Antal gytelaks (venstre) og gyteare som vart observert under gytefisketeljningar i Samnangervassdraget i åra 2002, 2007, 2008, 2009 og 2010.

Totalt vart det observert ein smålaks (< 3 kg) i heile vassdraget under gytefisketeljningane i 2010, og denne stod i Frølandselva. Av gyteare > 1kg vart det observert totalt 10 stk., av desse 4 i nedre del av Frølandselva og 6 i Tysseelva (**figur 3.5.2**). Det er sannsynleg at ein del av gytefiskane oppheld seg i Frølandsvatnet under gytefisketeljningane og desse blir dermed ikkje medrekna, men ein kan likevel konkludere med at antalet gytelaks og større gyteare var svært lågt også i 2010. Det er alle åra blitt observert mykje stadeigen småaure i Storelva og ovanfor laksetroppa i Frølandselva.

3.6. OPPSUMMERING - DISKUSJON -

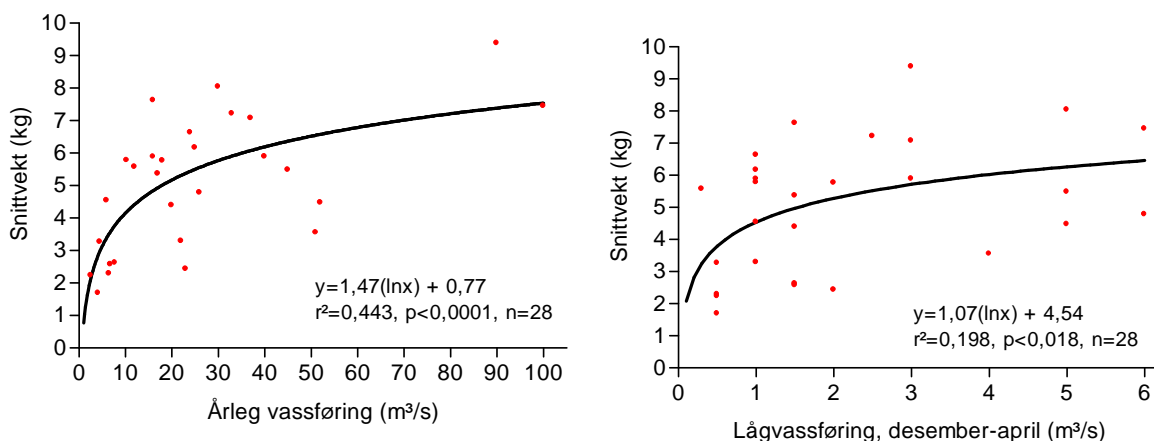
Oppvandring. Sjølv utan minstevassføring vil det dei fleste år vere tilstrekkeleg med vatn i Storelva om hausten til at stor fisk kan vandre opp og gyte i elva. Før gytesesongen vil større fisk normalt stå i Frølandsvatnet, og dette betyr at denne fisken ikkje vil vere tilgjengeleg for fiske i elva. Ved slepp av minstevassføring vil fisk som går opp i Storelva tidleg på sesongen ha nok vatn til å kunne stå i hølane fram til gyting, men det er likevel ikkje sannsynleg at større fisk vil vandre opp i Storelva i fiskesesongen og vere tilgjengeleg for fiske der.

I kva grad dei to tiltaka for å lette oppvandring i gjelet i Storelva fungerer har ikkje vore mogeleg å evaluere. Dette fordi det har vore svært få gytelaks i vassdraget som kunne vandre opp, og fordi det ikkje har vandra ned smolt frå ovanforliggjande område som var motiverte for å vandre opp når dei kom attende til vassdraget som vaksne laks. Dette er parallellt til situasjonen i Frølandselva der det heller ikkje har vandra laks opp laksetroppa.

Vassføring – gyting - eggoverleving.

I elvar med årleg gjennomsnittsvassføring under 10 m³/s finn ein vanlegvis dominans av småfallen 1-sjøvinterlaks (Jonsson mfl. 1991) og relativt liten sjøaure, medan ein finn større laks og sjøaure i dei meir vassrike elvane. I ei samanstilling av 28 laksebestandar på Vestlandet var gjennomsnittsvekta 5,0 kg, snittvassføringa var 26,6 m³/s og vanleg lågvassføring om vinteren var 2,2 m³/s. Gjennomsnittsvekta på laksen auka bratt med aukande vassføring i intervallet opp mot 15 m³/s, deretter avtok stigninga på kurva. Gjennomsnittsvekta på laksen er relativt høg i dei fleste elvar i denne regionen med årleg vassføring over 10 m³/s, medan gjennomsnittsvekta er låg i dei fleste elvar med årleg vassføring under 10 m³/s (**figur 3.6.1**).

Det er ein svak tendens til aukande gjennomsnittsvekt med aukande lågvassføring om vinteren. I Mørkris i Sogn har laksen ei gjennomsnittsvekt på 5,6 kg, men vanleg lågvassføring om vinteren er berre 0,3 m³/s (**figur 3.6.1**). I fleire av dei små elvane med smålaks er lågvassføringa om vinteren godt under 1 m³/s.

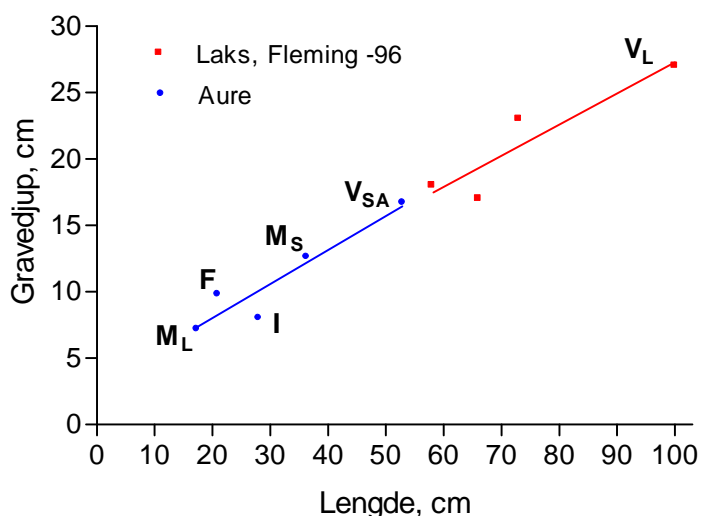


Figur 3.6.1. Gjennomsnittsvekt for laks i perioden 1969 – 1980 mot årleg middelvassføring i 28 lakseelvar i Sogn og Fjordane, Hordaland og Rogaland (venstre), og gjennomsnittsvekt for laks mot vanleg lågvassføring i perioden desember – april i dei same elvane (høgre). (frå Sægrov og Hellen 2004).

Ein finn fortrinnsvis stor laks og stor aure i større elvar. Sidan mønsteret er det same for både laks og aure, er det sannsynleg at det er tilhøve i vassdraget som er avgjerande for storleiksseleksjonen. Dette er også svært sannsynleg sidan dei ulike laksebestandane opplever dei same vilkåra under sjøopphaldet og kan oppnå same storleik, for det er liten skilnad i veksthastigheit i sjøen mellom bestandar (Jonsson mfl. 1991). Det er ein samanheng mellom storleik på hoene og kor djupt dei grev ned egg. Store hoer kan dermed grave opp att egg som dei mindre har gytt, medan det motsette ikkje er tilfelle. Antal egg pr. gyting aukar også med storleiken på hoene. Det er for eit gytehabitat (strandsona i innsjø) vist at det er ei nedre grense for kor djupt nede i substratet aureegg kan overleve (9-10 cm), og overlevinga er også avhengig av kor mange egg som vert gytt i kvar eggglomme. Aurehoene som gyt her er opptil 30 cm lange og det er svært låg vassgjennomstrøyming i substratet (Sægrov 1990). Slike undersøkingar er ikkje gjort i elvar, men det er sannsynleg at egg kan overleve djupare i elvebotnen, og i større antal pr. eggglomme i større elvar med stabilt god vassgjennomstrøyming i substratet enn i mindre elvar og bekkar.

Figur 3.6.2. Gjennomsnittleg gravedjup mot snittlengd av gytande hoer for fem aurebestandar (eigne data) og fire laksebestandar (data frå Fleming 1996, Barlaup mfl. 1994).

M_L : Små aure i Mildebekken, Bergen
 F: Aure, Frotveitbekken, Bergen
 M_S : Større aure i Mildebekken, Bergen
 I: Innsjøgytande aure i Kjosnesfjorden
 V_{SA} : Sjøaure i Vosso
 V_L : Laks, Vosso



Figur frå Sægrov og Hellen 2004.

Det er ein signifikant positiv samanheng mellom gravedjup og lengd på aurehoer ($r^2 = 0,88$, $p = 0,02$, $n = 5$), og nær signifikant samanheng mellom gravedjup og lengd på laksehoer ($r^2 = 0,85$, $p = 0,07$, $n = 4$) (**figur 3.6.2**). Stigninga på dei to kurvene er om lag den same, og det er sannsynleg at hoene grev

egga så djupt som dei reint fysisk er i stand til, og at gravedjupet er ein rein effekt av storleik. Ei stor ho kan grave opp egga som ei mindre har gytt, men ho bør ikkje vere så stor at ho grev egga for djupt. Konkurransen i form av oppgraving på den eine sida og avtakande eggoverleving med gravedjup kan vere dei selekterande faktorane for storleik ved kjønnsmogning (Sægrov 1985).

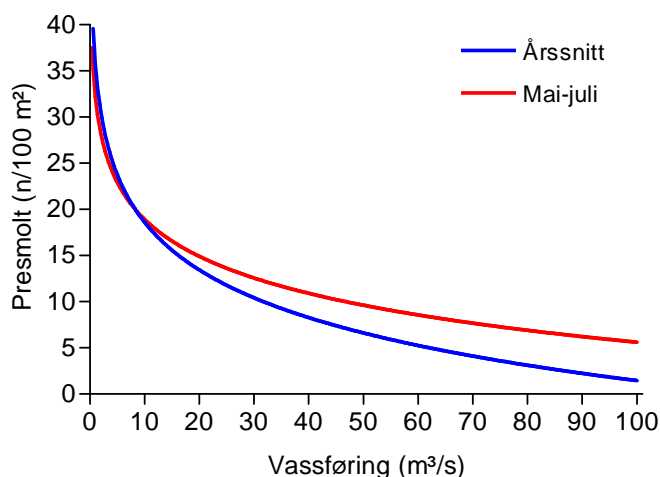
Det er konkurranse mellom hoene i form av oppgraving på gyteområda (Lura 1995), og på gyteområde der det er tett med gytefisk kan oppgravinga vere omfattande (eigne observasjonar). I strandsona i innsjøar kan aureegg overleve ned til 9-10 cm under substratoverflata, i små bekker ned til 13-14 cm og i større elvar ned til 35 cm under substratoverflata. Det er berre i ein innsjø det er gjort eksperiment som viser kor djupt nedi substratet egga kan overleve (Sægrov 1990). Det kan tenkjast at lengda på dei største hoene i anadrome bestandar avspeglar kor djupt nedi substratet egga kan overleve sidan det er ein god samanheng mellom gravedjup og fiskelengd.

Det er mogeleg at store egg som blir gytt av stor anadrom fisk i store porsjonar og gravd relativt djupt ned i substratet vil ha låg overleving i periodar med svært låg vassføring. Sesongen 2008/2009 var det vellukka gyting av laks i Storelva, men denne vinteren var vassføringa ikkje under 150 liter/s. Det har vore svært få gytelaks i heile vassdraget i mange år, og manglande naturleg rekruttering av laks andre år kan skuldast at det ikkje vandra opp gytelaks i Storelva. Utvandring av laksemolt frå Storelva i åra 2009, 2010 og 2011 kan medføre auka oppvandring av gytelaks i elva i 2011 og dei neste åra dersom laksen overlever i sjøen. Ei vassføring på ned mot 100 l/s gjev tilstrekkeleg vassgjennomstrøyming til at egga frå mindre laksehoer (1- 3 kg) vil overleve, men det er meir usikkert om egg gytt av større hoer (5 - 6 kg og over 80 cm) vil ha like høg overleving. Med ei gjennomsnittsvassføring på 1,6 m³/s skal ein vente at Storelva får ein relativt småfallen laksebestand, men det er likevel mogeleg at også større laks kan gyte med suksess i elva.

Vassføring – fiskeproduksjon. Høg overleving og produksjon basert på utsetting av sommargamle lakseungar på Langeland i Storelva hausten 2007 viste at fiskeproduksjonen i elva kunne vere høg med dei aktuelle tiltaka utan minstevassføring. På Langeland var det like høg fiskebiomasse før det vart sleppt minstevassføring som etterpå, men dei fleste åra lågare enn berekna frå ”presmoltmodellen”. På dette området medførte uttrauing og terskel at det relativt god vassdekning sjølv ved svært låge vassføringar. Lakseungane som vart sette ut på dette området i 2007 overlevde, men vandra etterkvart nedover elva. Det er ikkje usannsynleg at den permanent høgare vassdekninga etter slepp av vatn frå hausten 2008 ville medført høgare biomasse på dette området dersom der hadde vore lakseungar som kunne ha nytte seg av produksjonspotensialet.

I nedre del av Storelva var det høgare fiskebiomasse etter slepp av minstevassføring enn før, og i siste åra like høg eller høgare enn berekna frå ”presmoltmodellen”. Merk at denne modellen tilseier langt høgare produktivitet i Storelva enn i dei andre delane av vassdraget. Den store auken i fiskebiomasse skuldast utsetting og naturleg rekruttering av laks, det er difor noko uklart om vassføringa tidlegare har vore ein avgrensande faktor for produksjonen, men dette er svært sannsynleg fordi den grove elvebotnen i dette området gjorde at vatnet forsvann i grunnen i tørre periodar. Dette var også tilfelle etter at det vart bygd celledersklar, men etter at det vart sleppt 150 l/s frå Fiskevatn vart det permanent relativt høg vassdekning på dette området.

Produksjonspotensialet for smolt i heile Samnangervassdraget er med utgangspunkt i ”presmoltmodellen” (**figur 3.6.3**) berekna til 20 000 laksesmolt og 10 000 - 15 000 auresmolt under optimale tilhøve dersom naturleg gyting blir supplert med eggutlegging. Det er nødvendig å legge ut lakseegg i øvre del av Storelva og øvre del av Frølandselva for å få vaksen gytefisk opp til desse områda. Potensialet i Storelva er berekna til 14 000 smolt (35/100 m²) dersom alt arealet blir utnytta av anadrom fisk. Dette utgjer 40 – 45 % av potensialet i heile vassdraget. Hausten 2010 var tettleiken av fisk av presmoltstorleik i nedre del av Storelva på det berekna berenivået, og vel så det. Våren 2011 er det berekna ei utvandring på 7 000 laksesmolt og 8000 auresmolt frå Samnangervassdraget, våren 2010 vandra det anslagsvis ut 12 000 laksesmolt og 8000 auresmolt. Dette er langt fleire laksesmolt enn dei føregåande åra, og ein betydeleg andel har vakse opp i Storelva, både etter utsetting hausten 2007 og etter naturleg gyting hausten 2008. Utvandringa av auresmolt er svært usikker på grunn av at vi ikkje veit kor stor andel av fiskane som faktisk vil gå ut i sjøen.



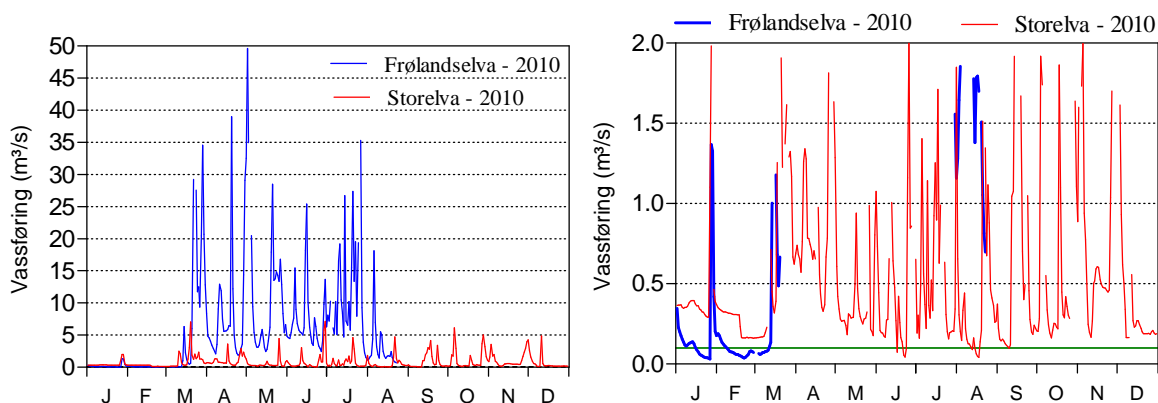
Figur 3.6.3. Tettleik av presmolt mot vassføring gjennom året (blå linje) og i mai-juli (raud linje). (Frå Sægrov og Hellen 2004)

Ein oppdatert versjon av "Presmoltmodellen" er basert på elektrofiske i 14 vassdrag på Vestlandet over fleire år (Sægrov mfl. 2001, Sægrov og Hellen 2004). Desse datasetta tilseier at det er høgast tettleik av presmolt i små vassdrag, både i høve til gjennomsnittleg årsvassføring eller gjennomsnittleg vassføring i perioden mai – juli (**figur 3.6.3**). Dette er ei grov tilnærming basert på relativt få elektrofiskestasjonar i kvar elv, og det er stor variasjon i tettleik mellom dei enkelte stasjonane. Berekna tettleik av presmolt basert på "presmoltmodellen" var likevel om lag på same nivå som tettleiken av utvandrande smolt i både i Orkla og i Aurlandselva som vart målt med andre metodar (Sægrov mfl. 2007).

Storelva – Frølandselva

Frølandselva er ei uregulert kontrollelv til Storelva med omsyn til vasskvalitet, biologisk mangfald og fisk. På Langelandsområdet i Storelva og ovanfor laksetroppa i Frølandselva er det småfalle elveaure som dominerer fiskesamfunnet, medan det er varierende innslag av elveaure, større innlandsaure og anadrom fisk nedst i Storelva (Tysseland) og nedanfor laksetroppa i Frølandselva.

Ved utløpet i Frølandsvatnet har Frølandselva eit nedbørfelt på 98 km², medan nedbørfeltet til Storelva er langt mindre med ca 10 km². I Frølandselva er gjennomsnittleg vassføring gjennom året ca. 12 m³/s, i Storelva var gjennomsnittleg årsvassføring 1,7 m³/s i perioden 2002 - 2010.



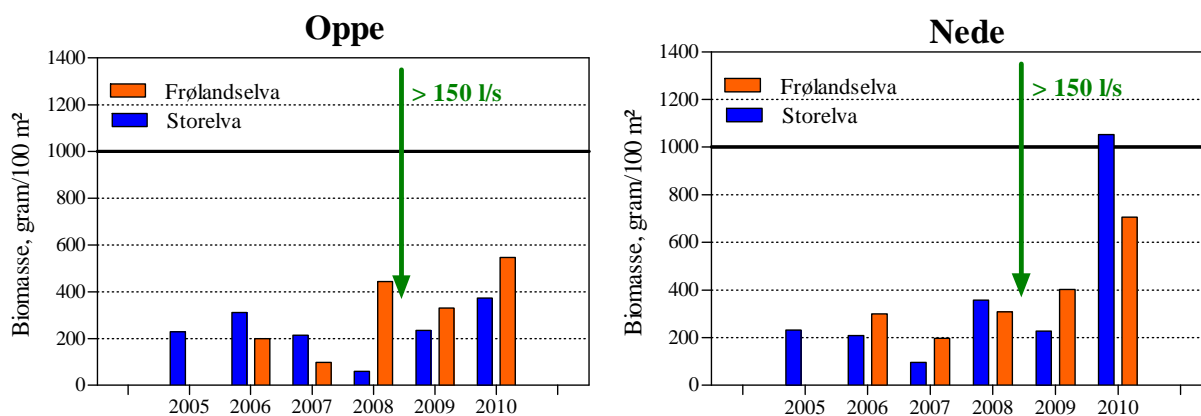
Figur 3.6.4. Venstre; vassføring i Storelva i 2010 og i Frølandselva frå 1. januar - 18. august 2010 og høgere; same datasettet men med redusert y-akse for å illustrere låge vassføringer. Grøn linje markerer ei vassføring på 100 l/s.

I Frølandselva vart det etablert målestasjon nedst i elva i august 2009. Frå januar til midt i mars var det svært låg vassføring i begge elvane, men frå då av og fram til august var det langt høgare vassføring i

Frølandselva enn i Storelva. Vinteren 2010 var det uvanleg kaldt og lite nedbør i ein lengre periode. I den uregulerte Frølandselva var vassføringa lågare enn 100 l/s i 40 dagar, og lågaste vassføring var 33 l/s. I Storelva vart det tappa frå Fiskevatnet heile vinteren og her var vassføringa ikkje under 150 l/s (**figur 3.6.4**).

I åra 2006 til 2010 var gjennomsnittleg fiskebiomasse 238 gram/100 m² på dei to stasjonane oppe i Storelva. Det var ingen klar til auka biomasse etter 2008 då vassføringa stort sett var høgare enn 150 l/s etter slepp frå Fiskevatn (**figur 3.6.4, figur 3.6.5**). I den same perioden var gjennomsnittleg biomasse 324 gram/100 m² oppe i Frølandselva, men her var det høgare biomasse fom. 2008, samanlikna med i 2007 og 2006. Det er dominans av småfallen, stasjonær elevaure på desse strekningane og det er usikkert om berenivået for fiskebiomasse for slik fisk kan samanliknast med biomassen dersom det hadde vore ungfisk av anadrom fisk. Den stasjonære auren held seg i elva heile året, og fiskebiomassen varierer relativt lite gjennom året samanlikna med ein anadrom bestand der bioamassen blir betydeleg redusert når smolten forlet elva i mai. Det er t.d. mogleg at kjønnsrogen stasjonær aure utøver eit større predasjonspress på yngelen i den fasen han kjem opp av grusen enn mindre ungfisk av laks og /eller sjøaure.

I nedre del av Storelva var gjennomsnittleg biomasse 389 garm/100 m² og dermed høgare enn oppe i Storelva. Her var det ein klar auke i fiskebiomassen i 2010 med over 1000 gram/100 m², og dette kan ha samband med auka vasslepp. Ein annan skilnad var at det dette året var høg tettleik av store lakseungar etter vellukka naturleg gyting hausten 2008. I nedre del av Frølandselva var gjennomsnittleg biomasse 382 gram /100 m², altså den same som nede i Storelva. Også i Frølandselva fiskebiomassen høgast i 2010, og dette tilseier at den svært låge vassføringa vinteren 2010 ikkje hadde medført ekstra dødelegheit på fisken.



Figur 3.6.5. Gjennomsnittleg biomasse av ungfisk og småfisk per 100 m² på to stasjonar på Langeland i Storelva og ovanfor laksetroppa i Frølandselva (oppe) og tilsvarande på to stasjonar på Tysseland i nedre del av Storelva og nedanfor laksetroppa i Frølandselva (nede), men her inkludert ungfisk av laks og sjøaure i perioden 2005 - 2010. I Storelva har vassføringa stort sett vore over 150 l/s etter august 2008 (grøn pil) med unntak av i juni og august i 2010 då vassføringa i to korte episodar var lågare enn 100 l/s (**figur 3.6.4, høgre**).

Totalt sett har fiskebiomassen vore om lag den same når ein samanliknar dei to ulike områda i Storelva og Frølandselva, trass i dei store skilnadene i vassføring. Det har vore stor variasjon mellom år, og dette skuldast truleg svært låge førekomstar av anadrom gytefisk alle åra. I kva grad fiskeproduksjonen vil ligge på det berekna berenivået på desse elveavsnitta, vil ein først få tal på når rekrutteringa av anadrom fisk ikkje lenger er ein avgrensande faktor. I ander elvar der vi har lange seriar med ungfiskundersøkingar har det vore relativt godt samsvar i tettleik av ein årsklasse frå 0+ til presmolt, der har vi altså kunne følgje svake og sterke årsklassar (Sægrov mfl. 2007). Dette har i mindre grad vore tilfelle i dei ulike elevavsnitta i Samnangervassdraget, og årsaka kan vere den ustabile rekrutteringsituasjonen. Det har dermed vore vanskeleg å påvise eventuelle produksjonseffektar av slepp vatn i Storelva, men resultatene indikerer likevel at det før vassleppet var

like høg fiskeproduksjon oppe i Storelva som i den uregulerte Frølandselva, men det er sannsynleg at vassleppet har medført eit tydelege høgare berenivå for fiskeproduksjon nede i Storelva pga. av konstant høgare vassdekning.

Samla vurdering – vassføring og fisk. Vi konkluderer at slepp av vatn som sikrar ei minste vassføring på 150 l/s saman med flaumar frå restfelt er tilstrekkeleg til å sikre oppvandring, gyting og produksjon av anadrom fisk på eit berenivå for Storelva som er berekna svært høgt samanlikna med smoltproduksjonstal frå andre uregulerte vassdrag og ander deler av Samnangervassdraget. Det er dokumentert at laks kan gjennomføre livssyklusen ved denne minste vassføringa. Vi føreslår difor eit slepp av vatn som sikrar ei minste vassføring på 100 l/s om vinteren og 200 l/s om sommaren, det siste gjev eit vassdekt areal på minst 70 % av elvesenga. Med såpass høg vassdekning som minimum vil ytterlegare vassmengde sannsynlegvis ikkje medføre ytterlegare auke i biologisk produksjon.

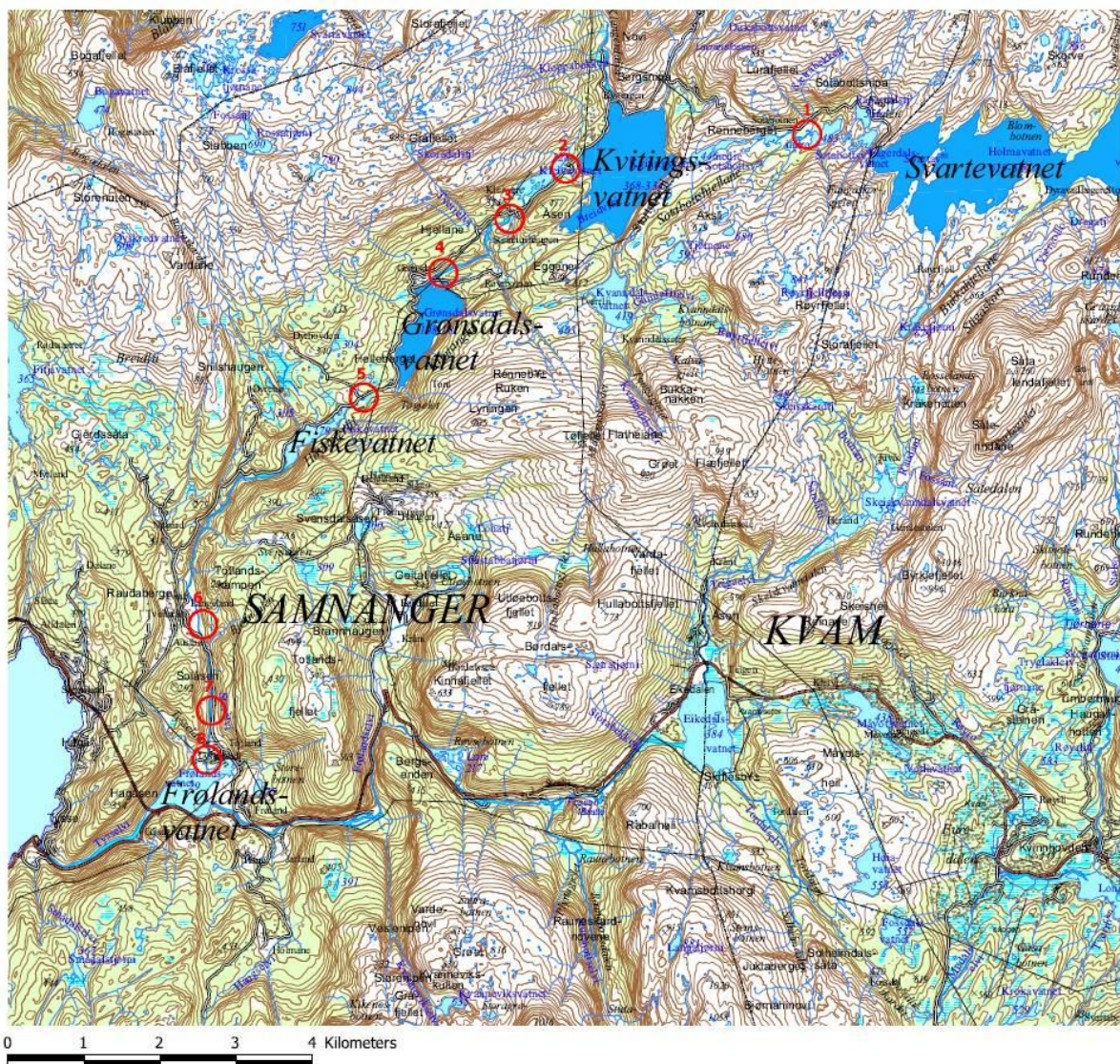
Etter det vi kjenner til er det ikkje gjort eksperiment i regulerte vassdrag der ein har starta utan minstevassføring og auka vassmengda gradvis for å evaluere kor mykje vatn som må til for å nå ein asymptote i høve til økologisk effekt. Resultata frå Storelva viser at området ved Tysseland er det mest kritiske for vassføring på grunn av at elva er brei og med svært grov botn. I dette tilfellet viste celletersklane å vere eit veleigna tiltak, men også at det var nødvendig med ei minstevassføring for at tiltaket skulle fungere.

Det er dokumentert at laks kan gjennomføre livssyklusen i Storelva når vassføringa er over 100 l/s og i Frølandelva med ei minstevassføring ned til 40 l/s. Når det er nok vatn med god nok vasskvalitet for laks vil det også vere nok vatn og god nok vasskvalitet til alle andre naturleg førekomande ferskvassorganismar. Det er godt samsvar mellom vasskjemiske parametrar og samansetting av botndyrsamfunnet og vidare førekomst av laks i Storelva.

BKK Rådgiving AS utarbeidde i samarbeid med Rådgivende Biologer AS tiltaksplanen for Storelva i 2004, der til saman åtte ulike strekningar vart omtala med omsyn på terskling eller tilrettelegging for oppvandring av anadrom fisk (Næss & Sægrov 2004). I tillegg bidrog Kåre O. Myhre ved Direktoratet for naturforvaltning med skisser av tiltaka for å betre oppgang for anadrom fisk.

Strekninga mellom Frølandsvatnet og Fiskevatnet har hatt størst fokus i prosjektet, der tiltak for at anadrom fisk skal kunne vandre opp til Langeland har vore overordna dei andre tilhøva. Effekten av dette er omtalt i føregående kapittel, medan tiltaka på dei øvre strekningane i Storelv-vassdraget vert omtala her.

Utgangspunkt for vurderingane er fotoseriar frå 16 faste punkt langs vassdraget, fotografert ved ulike vassføringar sommaren 2009 av BKK. Bileta er kopla til målte vassføringar og presentasjonane her byggjer på vassføringsopplysningar frå BKK.



Figur 4.1.1. Det er etablert til saman 8 ulike fysiske tiltak i Storelv-vassdraget i Samnanger, mellom Svartavatnet og Frølandsvatnet.

4.2. SVARTAVATNET – KVITINGSVATNET

Etter utbygginga av Kvittingen kraftverk i 1983 vart det etablert tersklar på 4 punkt oppover i elva i Sotabotnen og Fagerdalen mellom Kvitingsvatnet og Svartevatnet. I samband med gjennomgangen av mogelge tiltak i Storelva etter konsesjonen i 2001, fremja grunneigarane ynskje om å endre den inste av desse tersklane som låg i Fagerdalstjernet. Terskelen fungerte som “bru” over elva ved låge vassføringar og reduserte dermed sjølvgjerdningseffekten til elva. I 2005 vart denne terskelen fjerna og det vart bygd ny terskel 40 meter lenger nede i elva, med same oppstuvingseffekt tilbake i Fagerdalstjernet. Terskelen er ein sju meter lang og ein meter høg lausmasseterskel med sentral tetning av duk (tiltaksstad nr 1 i **figur 4.1.1**). Slike tersklar er vanskeleg å få heilt tette, men det relativt store restfeltet 3,7 km² ovanfor sikrar tilstrekkeleg tilsig til at det alltid renn vatn over terskelen.

OVERSYN OVER SOTABOTN (FOTOPUNKT 16 OG 14)

Desse bileta er tekne nedover frå dammen på Svartavatnet. Her er ikkje gjort tiltak, og området er dominert av små vatn som ikkje syner nokon variasjon i vassdekt areal i høve til vassføringa i elva (**figur 4.2.1**). Også nede i Sotabotn langs vegen er det vasspegel uavhengig av vassføring (**figur 4.2.2**).



5.juli 2007 - 150 l/s



16. juli 2007 - 440 l/s

Figur 4.2.1. Oversikt over Sotabotn ovenfra dammen ved Svartavatnet.



25.juni 2007 - 120 l/s



16. juli 2007 - 440 l/s

Figur 4.2.2. Oversikt over Sotabotn nede ved vegen.

ELVA I SOTABOTN (FOTOPUNKT 15)

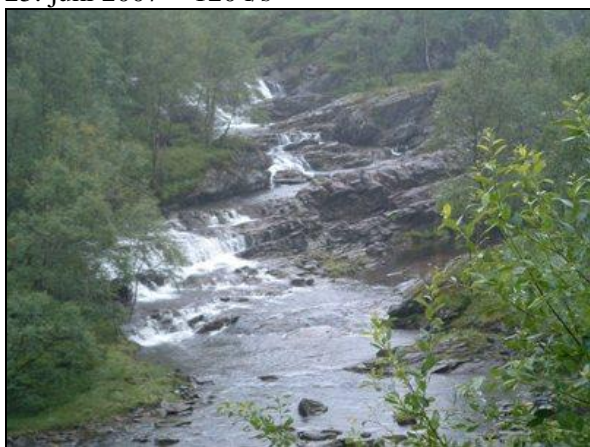
Elva i Sotabotn renn delvis over nake fjell i nokre brattare parti, men har også rolegare parti der andel vassdekt areal er avhengig av vassføringa. Bileta syner at det ved vassføringar under 150 l/s framleis er god vassdekning i om lag halve elvebreidda, men strykpartia er mindre dominerande som landskapselement ved så låge vassføringar. Ved vassføringar over 200 l/s er imidlertid stryka godt synlege på avstand (figur 4.2.3).



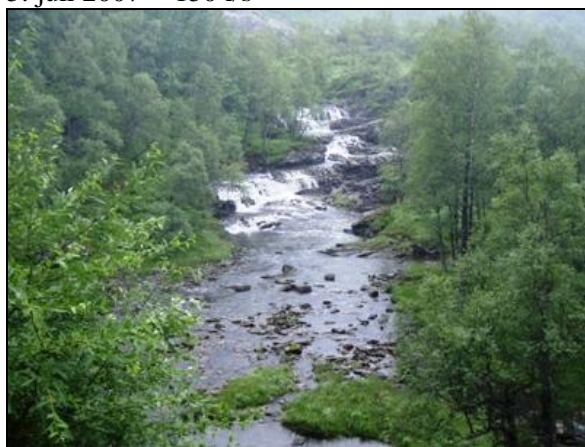
25. juni 2007 - 120 l/s



5. juli 2007 - 150 l/s



1. august 2007 - 240 l/s



9. juli 2007 - 380 l/s



16. juli 2007 - 440 l/s

Figur 4.2.3. Bilete frå elva i Sotabotn ved ulike vassføringar.

FOSS TIL KVITINGSVATNET (FOTOPUNKT 13)

Fossen frå Sotabotn til Kvitingsvatnet har eit restfelt på 6,95 km² og ein middelvassføring på 0,8 m³/s. Fossen har fleire delar, der berre den høgre delen finst ved vassføringar under 120 l/s. Ved høgare vassføringar vert det også vatn i den venstre delen av fossen, og ved om lag 400 l/s er begge delane godt synlege. Dette skjer i om lag halve tida (**figur 4.2.5**). Fossen ligg langt frå ferdselsåra i området, og til vanleg er den ikkje noko dominerande element i landskapsrommet ved Kvitingsvatnet. Fossen er eit mektig syn ved flaum (**figur 4.2.4**), men tidvis omfattande nedtapping av Kvitingsvatnet gjer at reguleringssona er det dominerande elementet. Reguleringssona er maksimalt 34,3 meter mellom HRV 368,4 moh og LRV 334,1 moh. Det er ikkje krav til minstevassføring i fossen.



25. juni 2007 - 120 l/s



5. juli 2007 - 150 l/s



1. august 2007 - 240 l/s



9. juli 2007 - 380 l/s

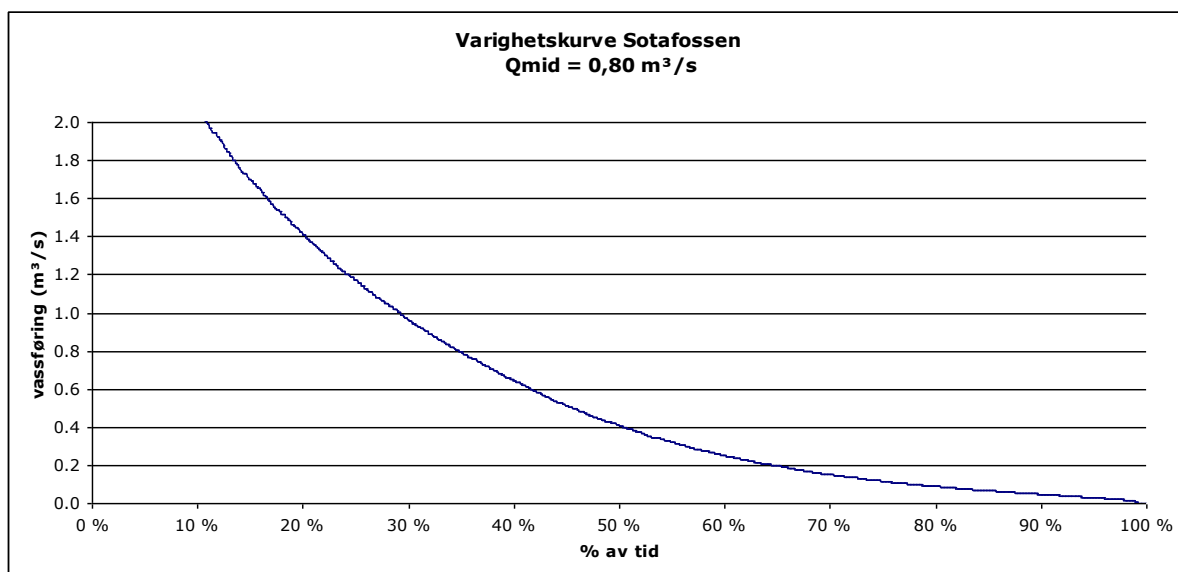


16. juli 2007 - 440 l/s



Ved flaumen 20. september 2005

Figur 4.2.4. Bilete av ulike vassføringar i fossen ved Kvitingsvatnet.



Figur 4.2.5. Modellert varighetkurve for vassføringa i fossen til Kvitingsvatnet (frå Kirkhorn 2011).

4.3. KVITINGSVATNET - GRØNSDALSVATNET

KVERNELVA TERSKEL OVANFOR KLEIVAVATNET (FOTOPUNKT 12)



25. juni 2007 - 120 l/s



5. juli 2007 - 150 l/s



16. juli 2007 - 440 l/s

Figur 4.3.1. Bilete av ulike vassføringar i Kvernelva ved terskelen nedanfor vegen.

Mellom Kleivavatnet og Kvitingsvatnet krysser fylkesvegen Storelva over ei steinbogebru. På denne strekninga er elvestrengen tørrlagd sidan det berre er eit lite restfelt like oppunder dammane ved Kvitingsvatnet. Like nedanfor vegbrua er det bygd ein terskel, som gjev vasspegel opp under brua, der det tidlegare var en mindre høl (tiltaksstad nr 2 i **figur 4.1.1**). Terskelen er 12 meter lang og bygd som ein massiv opp til ein meter høg betongterskel. Vassnivået er heva 0,6 meter i den tidlegare hølen. Her betyr vassføringa ikkje noko for vassdekning eller opplevinga av elva (**figur 4.3.1**).

KLEIVANE OPPOVER FRA VEIEN (FOTOPUNKT 11)

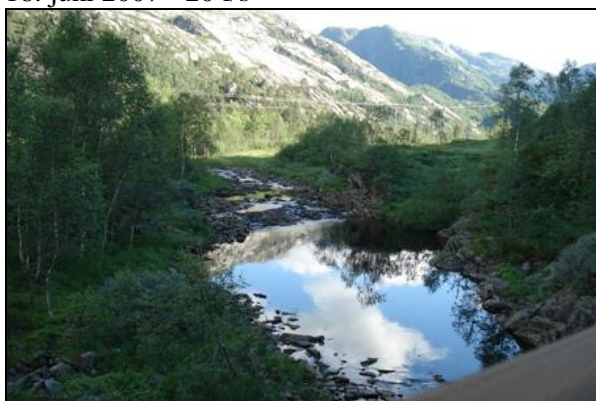
Utløpet frå Kleivavatnet renn roleg ned mot ei elvelone like oppom vegen (**figur 4.3.2**). Her er ikkje slepp av minstevassføring, og elva har moderat vassdekning ved låge vassføringar. Ved vassføring over 200 l/s er det imidlertid god vassdekning på denne strekninga. Slik vassdekning har ein varigheit på 40 % av tide (**figur 4.3.3**). Ved høgare vassføringar går elvelona i eitt med elva oppom.



18. juni 2007 - 20 l/s



25. juni 2007 - 35 l/s



20. juli 2007 - 70 l/s



16. juli 2007 - 260 l/s

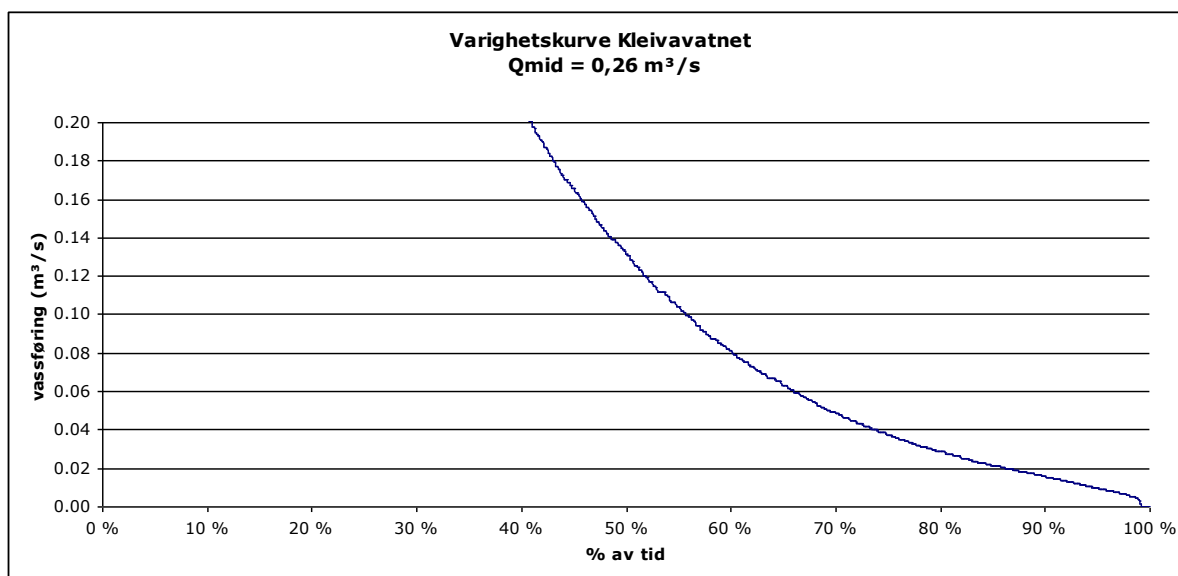


1. august 2007 - 350 l/s



30. juli 2007 - 17.000 l/s

Figur 4.3.2. Bilete av ulike vassføringar ved Kleivane nedanfor vegbrua.



Figur 4.3.3. Modellert varighetkurve for dei lågaste vassføringane i utløp Kleivavatnet (frå Kirkhorn 2011).

KLEIVANE NEDOVER FRÅ VEGEN (FOTOPUNKT 10)

Det er bygd ein terskel nedanfor Kleivavatnet like nedom der fylkesvegen krysser elva (tiltaksstad nr 3 i **figur 4.1.1**). Terskelen gjev ein større samanhengande vasspegel frå eksisterande tjern og opp til brua på fylkesvegen. Vasstanden i tjernet og utstrekninga av dette varierte tidlegare mykje etter vassføringa i elva. Terskelen gjev med ei høgd på 2,5 meter no eit stabilt vassnivå, samstundes som elva framlaus har god flaumkapasitet på staden (**figur 4.3.3**). Opp mot vegen er det ei tydeleg strandsone langs elva, og først ved flaumvassføringar er heile det opphavelige elveløpet fullt. Det er likevel god vassdekning på heile strekninga frå terskelen og opp til vegen, sjølv ved svært låge vassføringar. Bilete av terskelen i **figur 4.3.4**.



18. juni 2007 - 20 l/s



5. juli 2007 - 30 l/s



20. juli 2007 - 70 l/s



16. juli 2007 - 260 l/s



1. august 2007 - 350 l/s



30. juli 2007 - 17.000 l/s

Figur 4.3.3. Bilete av ulike vassføringar ved Kleivane nedanfor vegbrua, i hølen oppom terskelen.

KLEIVANE TREBRU (FOTOPUNKT 9)

Terskelen er bygd som ein massiv betongterskel i det trange utløpet frå tjernet. Terskelen står på ei betongplate sidan her ikkje var fast fjell i elvebotnen. Det vart fylt tilbake stein på begge sider av terskelen, men på nedsida av terskelen vart all steinen seinare spylt bort (**figur 4.3.4**). Sjølve terskelen er imidlertid lite synleg frå vegen.



10. mai 2007 - 10 l/s



25. juni 2007 - 30 l/s



20. juli 2007 - 70 l/s



16. juli 2007 - 260 l/s



1. august 2007 - 350 l/s



30. juli 2007 - 17.000 l/s

Figur 4.3.4. Bilete av ulike vassføringar over terskel oppom brua ved Kleivane.

STEINHUSHAUGEN (FOTOPUNKT 8)

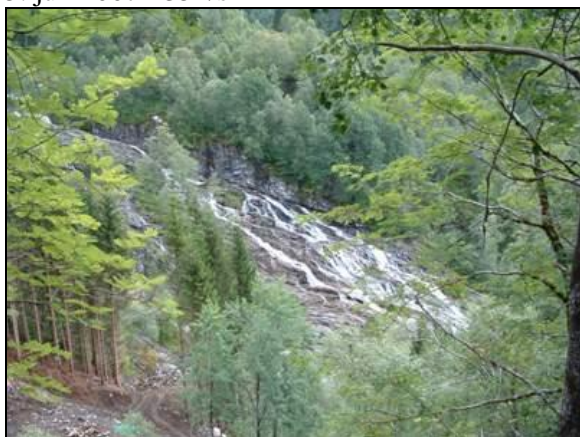
Nedom terskelen ved Kleivane renn elva bratt nedover eit svaberg ned til Grønsdalen. Elva går kvit ved vassføringar over 250 l/s, men utgjer berre mindre sildrebekkar ved vassføringar under 100 l/s. (figur 4.3.5).



5. juli 2007 - 35 l/s



20. juli 2007 - 70 l/s

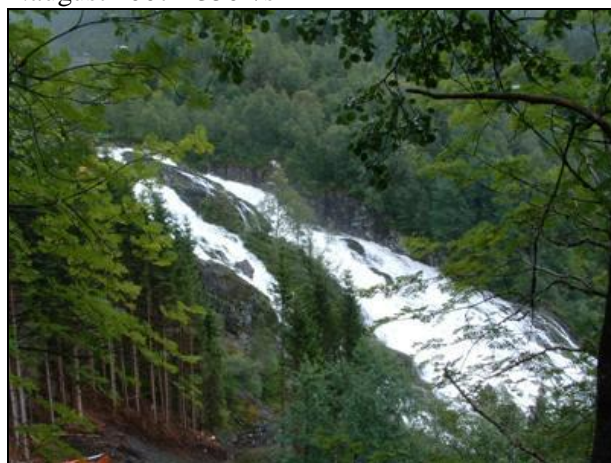


16. juli 2007 - 260 l/s



1. august 2007 - 350 l/s

Figur 4.3.5. Bilete av ulike vassføringar i fossen ved Steinhushaugen ned i Grønsdalen.



30. juli 2007 - 17.000 l/s

GRØNSDALEN OVANFOR BRU (FOTOPUNKT 7)

Vegen inn til Grønsdal kraftstasjon og nokre fritidsbustader krysser elva i Grønsdalen like oppom der den renn inn i Grønsdalsvatnet. Elva var grov og hadde lite synleg vasspegel ved låge vassføringar. Det vart laga celletersklar og grave ut hølar frå brua og om lag 150 meter oppover den flate elvestrekninga (tiltaksstad nr 4 i figur 4.1.1). Etter flaumen hausten 2005 måtte strekninga ryddast på nytt og det vart fjerne lausmassar som var fylt opp i hølene.



10. mai 2007 - 10 l/s



3. juli 2007 - 20 l/s



5. juli 2007 - 35 l/s



20. juli 2007 - 70 l/s



16. juli 2007 - 260 l/s



1. august 2007 - 350 l/s

Figur 4.3.6. Bilete av ulike vassføringar i elva i Grøndalen ved innløp Grønsdalsvatnet.



30. juli 2007 - 17.000 l/s

På denne strekninga er vassdekinga oppunder 40 % sjølv ved svært låge vassføringar. Allereie ved ei vassføring på 70 l/s er det om lag 2/3 vassdeking i elva (**figur 4.3.6**). Celletersklane utgjer såleis eit godt alternativ til slepp av minstevassføring, og gjev eit positivt visuelt inntrykk på denne type elvestrekningar.

4.4. GRØNSDALSVATNET - FISKEVATNET

Vanlegvis er Grønsdalsvatnet noko nedtappa, og utan overløp til elva, slik at det berre er restfeltet som syter for vassføring på strekninga ned til Myra kraftverk og Fiskevatnet. Elvestrekninga her er difor vanlegvis prega av eit tørt elveløp med låg vassdeking.

MYRA OVANFOR BRU (FOTOPUNKT 5)



5. juli 0 l/s



20. juli 20 l/s



16. juli 35 l/s



30. juli 100 l/s



18. juni 2007 3.700 l/s

Figur 4.4.1. Bilete av ulike vassføringar i Storelva ovanfor brua ved den øvste terskelen oppom Myra. Her er nedsida av terskelen fotografert.

På strekninga mellom Fiskevatnet og Grønsdalsvatnet ligg ei gamal hengebru over elva og til nokre hytter på andre sida av elva. Her er etablert to tersklar, ein i utløpsosen til det langstrakte tjernet oppstraums hengebrua, og den andre i utlaupsosen frå tjernet nedstraums hengebrua (tiltaksstad nr 5 **figur 4.1.1**).

Den øvre terskelen er 0,8 m høg og 15 m lang, den ligg på lausmassar, og er bygd som ein lausmasseterskel av stein med duk som tetting. Det har vore problem med å få denne terskelen tett, og det er seinare utført tetting i botnen oppstraums sjølve terskelen. Terskelen gjev no ein vasspegel om lag 75 m vidare oppover frå tjernet og er godt synleg frå vegen (**figur 4.4.1**).

MYRA NEDANFOR BRU (FOTOPUNKT 4)

Den nedste terskelen er om lag 0,5 m høg og 22 m lang. Den står på fjell og er bygd som ein massiv betongterskel. Terskelen hever vassnivået til kote 187,7 og gjev eit større vassdekt areal som strekkjer seg opp forbi hengebrua (**figur 4.4.2**).



20. juli 20 l/s



18 juni 2007 3.700 l/s

Figur 4.4.2. Bilete av ulike vassføringar i Storelva nedanfor brua med den nedste terskelen oppom Myra.



20. september 2005 flaum – ikkje målt.

LANGELAND (FOTOPUNKT 3)

Elva renn på eit nærmast flatt parti forbi gardstuna og den dyrka marka på Langeland. Tiltaka her skulle bevare elvelandskapet mest mogleg slik det er blitt forma gjennom snart 100 år med regulering (tiltakssted nr 6 i **figur 4.1.1**). Målet med tiltaka var å gje eit noko større vassdekt areal ved låge vassføringar, men det måtte samstundes ikkje forverre flaumtilhøva for gardstuna eller dyrka mark.

For å auke auke elvetverrsnittet og også få noko betre vassdekning, vart elevbotnen traua ut på to stader med hølar som er om lag ein meter djupare enn elva elles langs dyrka marka ved Langeland. I tillegg vart det bygd ein 17 meter lang og 0,8 meter høg lausmasseterskel med sentral betongvegg som tetting ved utlaupet av det slake partiet nedstraums området med dyrka mark. Oppom terskelen vart

elveløpet utvida ved å fjerne lausmasser på sørsida av elva (**figur 4.4.3**). Lausmasseterskelen er imidlertid skada fleire gonger ved store vassføringar, og den er seinare bygd om til ein massiv betongterskel.



10. mai 2007 - 70 l/s



3. juli 2007 - 125 l/s



5. juli 2007 - 150 l/s



9. juli 2007 - 740 l/s

Figur 4.4.3. Bilete av ulike vassføringar i Storelva nede på Langeland, der elva er uttraua og ved hølen like oppom terskelen.



20. september 2005 flaum – ikkje målt

Mellom Frølandsvatnet og Langeland har det vore to markerte oppvandringshinder for fisk. Her er det etablert oppvandringskulpar for å lette oppgangen mot det slake elvepartiet på Langeland. Begge stader var det en kombinasjon mellom betongtersklar, opprensning og sprenging som skulle lette oppgangen. Tiltaket vart etablert sommeren 2005 (tiltaksstad 7 i **figur 4.1.1**). Under flaumen i november 2005 vart store delar av den tronge elvestrekninga mellom Langeland og Totland endra. Stein og lausmassar i elva vart frakta nedover. Tiltaka med betongtersklar og kulpar på strekninga vart knust, og berre nokre armeringsjarn stod att. Hele denne delen av elva vart derfor vurdert på nytt etter flaumen, og nye tiltak med utsprengde oppvandringskulpar vart etablert på dei same stadane der dei tidlegare tiltaka var øydelagt.

TYSSELAND OVANFOR BRU (FOTOPUNKT 2)



5. august 2008 - 0 l/s



3. juli 2007 - 125 l/s



5. juli 2007 - 150 l/s



30. juli 2007 - 790 l/s

Figur 4.4.4. Bilete av ulike vassføringar i Storelva ovanfor brua ved Tysseland.



20. september 2005 flaum – ikkje målt

Elveleiet det siste stykket før utlaupet til Frølandsvatnet går gjennom eit elvedelta som er bygd opp som ei vifte ut i Frølandsvatnet. Sidan elva her spreidde seg utover, og elvebotnen består av grov stein, kan vatnet her bli heilt borte i periodar med låg vassføring. Det er difor etablert cellederskler på denne strekninga. Celledersklane skal samle elveløpet samstundes som det er gravd ut små hølar som gjev vatn og opphald for fisken i elva og fisken som vandrar opp på denne strekninga. Celledersklane er omtalt både oppom (**figur 4.4.4**) og nedom (**figur 4.4.5**) brua ved Tysseland (tiltaksstad 8 i **figur 4.1.1**).

Celletersklane har synt seg å vere stabile. Under store flaumar stig Frølandsvatnet og bremsar hastigheita på vatnet på den nedste delen av strekninga, samtidig som vatnet breier seg ut i heile elveleiet. Sjølv under flaumane i 2005 då mange andre tersklar vart skadd, låg celletersklane på Totland utan skadar. Det er gjort ei mindre justering på tersklane siden dei vart laga i 2005, og ein reknar med at ein år om anna må reinske opp i hølane.

TYSSELAND NEDANFOR BRU (FOTOPUNKT 1)



5. august 2008 - 0 l/s



3. juli 2007 - 125 l/s



20. juli 2007 - 180 l/s



16. juli 2007 - 790 l/s

Figur 4.4.5. Bilete av ulike vassføringar i Storelva nedanfor brua ved Tysseland.



20. september 2005 flaum – ikkje målt

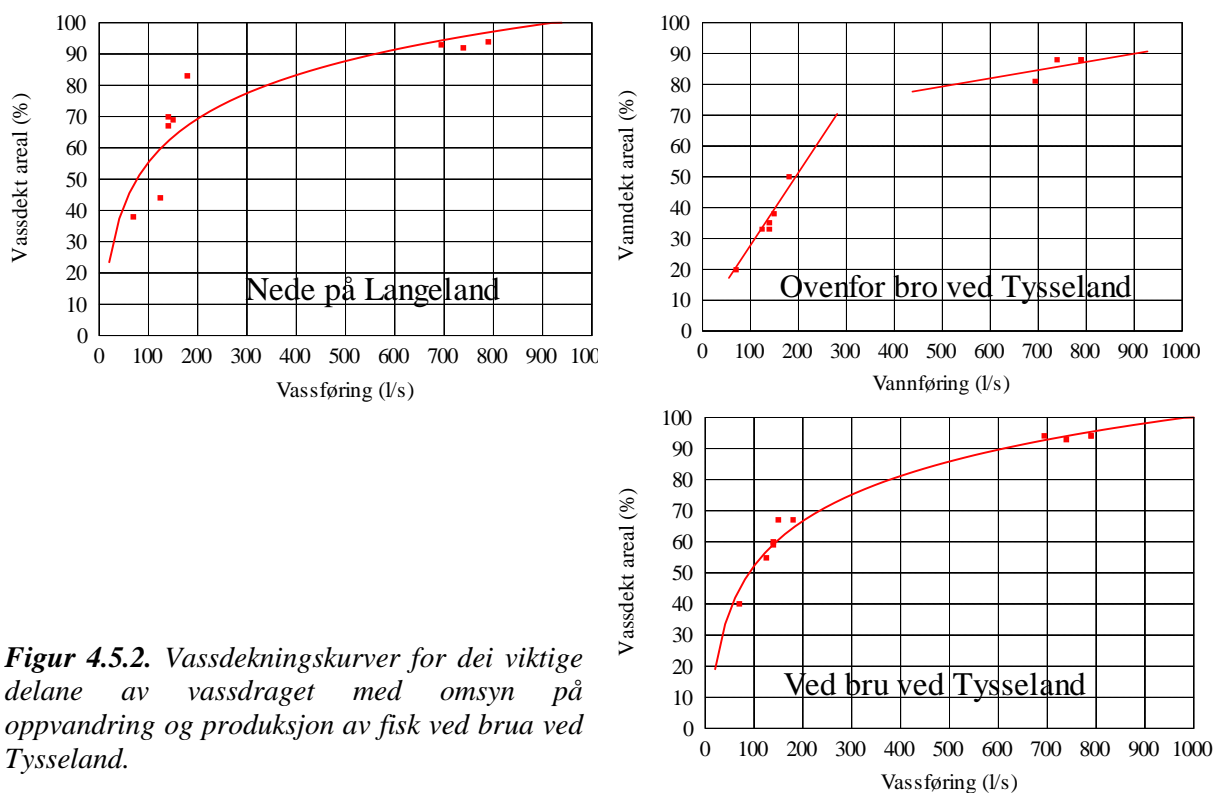
4.5. KONKLUSJON VASSDEKNING

BKK fekk høve til å prøve ut ulike fysiske tiltak som terskling som alternativ til slepp av minstevassføring i heile vassdraget, og tilrettelegging av oppvanding for fisk på strekninga nedst i Storelva.

Dei første åra vart det ikkje sleppt minstevassføring i Storelva, men sidan juni 2007 har BKK hatt som mål å sleppe vatn frå luka i dammen i Fiskevatnet slik at det er ei minstevassføring på 100 l/s ved målestasjonen på Langeland. Fram til 2009 vart dette operert manuelt, og det vart observert fleire episodar då rutinane svikta (**figur 4.5.1**). I januar 2009 vart det installert fjernavlesing av vassføringa i Storelva slik at det er lettare å måle når det er nødvendig å sleppe vatn i elven, men også i 2010 var det episodar med svært låge vassføringar,



Figur 4.5.1. Tilnærma inga vassføring i Storelva 5.august 2008 oppom (til venstre) og nedom (til høgre) brua ved Tysseland (til høgre) Foto Johannes Tysseland.



Figur 4.5.2. Vassdekningskurver for dei viktige delane av vassdraget med omsyn på oppvanding og produksjon av fisk ved brua ved Tysseland.

Dei gjennomførte tiltaka med tersklar øvst i vassdraget fungerer etter målsettinga, og oppstraums tersklane blir det ein godt synleg vasspegel. Celletersklar eignar seg særleg godt på strekningar med grovare elvebotn med noko meir fall, og fungerer godt for fisk og også estetisk ved låge vassføringar. Det er ikkje nødvendig med slepp av minstevatn på dei øvre strekningane i vassdraget.

Dei fysiske tiltaka kan imidlertid ikkje erstatte slepp av minstevassføring på dei mest kritiske områda for oppvandring og rekruttering av større fisk og vidare overleving og produksjon fram til smoltstadiet. Dette gjeld ved Tysseland, og mest oppom brua der vatnet ved låge vassføringar forsvinn i den grove elvebotnen. For å sikre tilhøva her, vil eit slepp av minstevassføring på 200 l/s sommar og 100 l/s vinter gje minst 70 % vassdekning nedanfor brua ved Tysseland, men om lag 50 % vassdekning oppom brua (**figur 4.5.2**).

Det må sleppast vatn kontinuerleg og erfaringane frå prosjektet tilseier at manuelle ordningar har for stor risiko for uhell.

- BOHLIN, T., HAMRIN, S, HEGGBERGET, T.G., RASMUSSEN, G. & SALTVEIT, S.J. 1989. Electrofishing-Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173, 9-43.
- BJØRN, P.A., L. ASPLIN, R. NILSEN, K.K. BOXASPEN, B. FISNTAD & I. UGLEM 2010. Lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs Norskekysten i 2010. Sluttrapport til Mattilsynet, 21 sider.
- Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanndirektivet. 2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Veileder 01:2009, 181 s.
- EINUM, S. & I. FLEMING. 1997. Genetic divergence and interactions in the wild among native, farmed and hybrid Atlantic salmon. *J. Fish. Biol.* 50: 634-651.
- FJELLHEIM, A. & RADDUM, G. G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment* 96: 57-66.
- FROST, S., HUNI, A. & KERSHAW, W. E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.* 49: 167-173.
- HELLEN, B.A. S. KÅLÅS & H. SÆGROV 2004. Gytefiskteljingar på Vestlandet i perioden 1996 til 2003. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 763, 21 sider.
- KIRKHORN, T. 2011. Samnangervassdraget. Varighetskurver. Notat frå BKK datert 21.11.2011, 9s.
- KÅLÅS, S, B. A. HELLEN & K. URDAL. 1999. Ungfiskundersøkingar i 10 Hordalandselvar med bestandar av anadrom laksefisk hausten 1997. Rådgivende Biologer as, rapport 380, 109 sider.
- KÅLÅS, S, B. A. HELLEN & K. URDAL. 1999b. Ungfiskundersøkingar i 6 elvar med bestandar av anadrom laksefisk i Hordaland i 1998. Rådgivende Biologer as, rapport 415, 78 sider.
- NÆSS, S. & H. SÆGROV 2004. Tiltaksplan i Samnangervassdraget, BKK Produksjon AS / Rådgivende Biologer AS, 30 sider.
- RADDUM, G. G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. In Raddum, G. G., Rosseland, B. O. & Bowman, J. (eds.). *Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation of models.* ICP-Waters Report 50/99, pp.7-16, NIVA
- SÆGROV, H. & B.A. HELLEN. 2004. Bestandsutvikling og produksjonspotensiale for laks i Suldalslågen. Sluttrapport for undersøkingar i perioden 1995 - 2004. Suldalslågen – Miljørapport nr. 13, 55 s.
- SÆGROV, H., URDAL, K., HELLEN, B.A., KÅLÅS, S. & SALTVEIT, S.J. 2001. Estimating carrying capacity and presmolt production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and anadromous brown trout (*Salmo trutta*) in West Norwegian rivers. *Nordic Journal of Freshwater Research.* 75: 99-108.
- SÆGROV, H. 1990. Er innsjøgyting hos aure undervurdert? Kompendium, Vassdragsregulantenenes Forening-Fiskesymposiet 1990, 99-113.
- ØKLAND, F., B. JONSSON, J. A. JENSEN & L. P. HANSEN. 1993. Is there a threshold size regulating seaward migration of brown trout and Atlantic salmon? *J. Fish Biol* 42: 541-550.

TIDLEGARE RAPPORTAR FRÅ 10-ÅRS-PROSJEKTET

JOHNSEN, G.H., K. MORK (NVK), S. KÅLÅS & K. URDAL 2003.

Tilstandsbeskrivelse og tiltaksplan for Samnangervassdraget.
Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 619, 54 sider + 27 bilder.

KÅLÅS, S., K. URDAL, G.H. JOHNSEN & H. SÆGROV 2006.

Ferskvassbiologiske undersøkingar i samband med tiltak i Storelva i Samnanger i 2005.
Rådgivende Biologer AS, rapport 894, ISBN 82-7658-507-8, 27 sider.

KÅLÅS, S. G. H. JOHNSEN, K. URDAL & H SÆGROV. 2007.

Ferskvassbiologiske undersøkingar i samband med tiltak i Storelva i Samnanger i 2006.
Rådgivende Biologer AS, rapport 1013, ISBN 978-82-7658-549-0, 30 sider.

KÅLÅS, S. G. H. JOHNSEN, K. URDAL & H SÆGROV. 2008.

Ferskvassbiologiske undersøkingar i Storelva, Frølandselva og Tysseelva, Samnanger 2007.
Rådgivende Biologer AS, rapport 1122, ISBN 978-82-7658-621-3, 34 sider.

KÅLÅS, S., G.H. JOHNSEN, K. URDAL, & H. SÆGROV. 2009.

Ferskvassbiologiske undersøkingar i Storelva, Frølandselva og Tysseelva, Samnanger 2008.
Rådgivende Biologer AS, rapport 1258, ISBN 978-82-7658-714-2, 43 sider.

SÆGROV, H., B. A. HELLEN, S. KÅLÅS, K. URDAL & G.H. JOHNSEN 2010.

Ferskvassbiologiske undersøkingar i Samnangervassdraget i 2009.
Rådgivende Biologer AS, rapport 1304, 38 sider.

SÆGROV, H., B. A. HELLEN, S. KÅLÅS, K. URDAL & G.H. JOHNSEN 2011.

Ferskvassbiologiske undersøkingar i Samnangervassdraget i 2010.
Rådgivende Biologer AS, rapport 1477, 37 sider, ISBN 978-82-7658-870-5