

Vintersituasjonen i Bolstadelva 2013

Ekstremt lav vannføring og effekter på eggoverlevelse



Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske

LFI Uni Miljø
Thormøhlensgt. 48B
5006 Bergen

Telefon: 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN-1892-889

LFI-rapport nr: 220

Tittel: Vintersituasjonen i Bolstadelva 2013
Ekstremt lav vannføring og effekter på eggoverlevelse

Dato: 24.10.2013

Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen, Bjørnar Skår, Tore Wiers, Eirik Normann, Bjørn Barlaup og Pierre Fagard

Geografisk område: Hordaland

Oppdragsgiver: BKK

Antall sider: 22

Emneord: Vannføring, eggoverlevelse, gyteareal

Subject items: Water discharge, egg survival, spawning areas

Forsidefoto: LFi Uni Miljø v/Sven-Erik Gabrielsen

Forord

På oppdrag fra BKK og Sissel Mykletun har LFI Uni Miljø vurdert effektene av den ekstremt lave vannføringen som oppstod i Bolstadelva mars og april 2013. Vi takker BKK Produksjon for godt samarbeid.

Bergen, august 2013



Sven-Erik Gabrielsen

Innhold

1.0	Innledning	7
2.1	Bakgrunn og hensikt.....	7
2.0	Gytebiologi	7
3.0	Metoder	9
3.1	Vannføring og vanndekt gyteareal	9
3.2	Undersøkelser av gytegroper.....	10
4.0	Resultater og diskusjon	11
4.1	Vannføring.....	11
4.2	Gyteområder og stranding	12
4.3	Vannbehov i forhold til gyteområder i Bolstadelva	15
5.0	Avsluttende vurderinger	20
6.0	Litteratur	21

Sammendrag

I forbindelse med lite nedbør og kaldt vær gjennom ettervinteren og våren 2013, falt vannføringen i mange vassdrag på Vestlandet etter hvert til uvanlig lave nivåer. I Hordaland ble de satt nye rekorder for lav månedsnedbør på målestasjonene i Sveio, Kvinnherad, Kvam og Bergen. Det ble gitt tilbakemeldinger fra grunneiere og Voss klekkeri, om at Bolstadelva hadde en svært lav vannføring og flere var bekymret for at viktige gyteområder ble tørrlagt. For å få undersøkt om gyteområder i Bolstadelva hadde blitt påvirket av tørrlegging, ba BKK Produksjon om at det ble gjort undersøkelser av forholdene. På denne bakgrunn gjennomførte LFI Uni Miljø flere feltturer til Bolstadelva i mars og april for å vurdere effektene av den lave vannføringen i Bolstadelva.

Kjøringen av Evanger kraftverk gjør at Bolstadelva om vinteren normalt har en relativt høy vannføring. Men siden det i løpet av mars og april 2013 ble bygget et bjelkestengsel foran inntaket i Askjelldalen, var produksjonen i Evanger kraftstasjon begrenset og til tider kom det ikke vann ut av kraftstasjonen. Dette førte til at vannføringen i Bolstadelva ble lik summen av bidragene fra Vosso, Teigdalselva og andre tilhørende delfelt. Derfor var vannføringen i Bolstadelva på mellom 3 og 5 m³/s i hele 35 dager i mars og april. Undersøkelsene som inkluderte oppmåling av areal og prøvetaking/påvisning av strandete gytegroper tilsier at om lag 16 % av det totale tilgjengelige gytearealet i Bolstadelva strandet. Det mest strandingsutsatte stedet i Bolstadelva er på Vassenden, dvs. utløpet av Evangervatnet. Her var over halvparten av gytearealet tørrlagt, og en kontroll av gytegroper på disse strandete områdene viste som forventet 100 % eggdødelighet. I resten av elven lå de aller fleste gyteområdene så dypt at de var vanndekt selv ved en vannføring på bare 3 m³/s. Vinteren 2013, og spesielt månedene mars og april, var som sagt atypisk med svært lite nedbør og lavt tilsig til vassdragene på Vestlandet. For å se ting i sammenheng, har vi analysert situasjonen i Bolstadelva over en 13 års periode for å kunne belyse den typiske vannføringssituasjonen. Vannføringen i Bolstadelva blir i hovedsak bestemt av vannføringen i Vosso, produksjonsvannet ut av Evanger kraftstasjon, vannføringen i Teigdalselva og tilhørende nedbørfelt fra Evangervannet og ned til utløpet av Bolstadelva. I praksis betyr reguleringen at avrenningen fra nedbørfeltet til Teigdalen i hovedsak kommer ut fra Evanger kraftstasjon i stedet for fra Teigdalselva. Men en viktig endring er at deler av dette vannet blir holdt igjen i magasinene, og sluppet ut om vinteren når strømprisene er høyere. På den måten har Bolstadelva fått økt vintervannføring og sommervannføring, men noe redusert vannføring mai og høst sammenliknet med naturtilstanden før regulering.

Et interessant spørsmål som dukket opp i dette prosjektet var: «Hvor mye vann er nok til å dekke de fleste og viktigste gyteområdene i hele Bolstadelva»? En vannføring på bare 3 m³/s sørget for at 84 % av alle gyteområder i elven ble holdt vanndekt. Men ved denne vannføringen var over halvparten (55 %) av gyteområdet på utløpet av Evangervannet tørrlagt. Basert på oppmålinger med differensiell GPS i kombinasjon med fotodokumentasjon av kjente vannføringer, har vi estimert at en vannføring på ca. 27 m³/s vil sikre at gyteområdene på utløpet av Evangervannet holdes vanndekt. En vannføring på 18 m³/s vil dekke 75 % av gyteområdene på utløpet med vann. Et viktig aspekt er vannføringen når fisken gyter og påfølgende vannføring i inkubasjonstiden (den tiden eggene og plommeseckkyngelen ligger nede i elvegrusen) gjennom vinteren og våren. Endringer i vannføringen fra midten av november til midten av desember, som er hovedgytetidspunktet for laks i Bolstadelva, fram til slutten av juni begynnelsen av juli, som er tidspunktet for når yngelen kommer opp av grusen, er avgjørende for overlevelsen. En høy vannføring i gytetiden med påfølgende lavere vannføringer gjennom vinteren og våren, kan føre til at gyteområder

blir liggende tørt og at eggene nede i elvegrusen dør. Årene 2003, 2010 og 2013 skiller seg ut med flest dager med vannføringer under $27 \text{ m}^3/\text{s}$ i inkubasjonsperioden. I 2003 var ikke vannføringen lavere enn $10 \text{ m}^3/\text{s}$, i 2010 ned mot $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ i fire dager mens vannføringen var lavere enn $5 \text{ m}^3/\text{s}$ i 35 dager i 2013. Dette viser at 2013 var et meget spesielt år med svært lav vannføring over en lang periode sammenlignet med årene tilbake til 2001. I et mer normalt år vil kraftproduksjonen i Evanger sikre en relativt sett høy vannføring gjennom vinteren i Bolstadelva. På den måten kan kraftproduksjonen føre til økt vinterføring vinterstid og dermed sørge for at f.eks. færre gyteområder tørrlegges grunnet lav vannføring. På den annen side kan kraftproduksjonen også føre til at vannføringen er kunstig høy i gytetiden, slik at gytegroperne blir plassert på grunne områder i elva og dermed er mer utsatt for tørrlegging. En viktig faktor med betydning for stranding av gytegroper, er gytegrusens plassering i elveleiet. Ligger grusen høyt oppe og nært elvebredden, blir gytegroperne liggende grunt og mer utsatt for tørrlegging enn om de ligger dypere ned i elveleiet. Bjoreio er et eksempel på et vassdrag der gytegroperne relativt sett ligger høyt oppe og av den grunn er mer utsatt for tørrlegging. Her er vannføringen relativt sett høy i gytetiden sammenlignet med påfølgende vintervannføring. I Bolstadelva er det kun gyteområdet på utløpet av Vassenden som er utsatt for tørrlegging, mens de andre områdene i elva stort sett tåler vannføringer ned mot $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Gytearealet på Vassenden utgjør i størrelsesorden 19 % av alt gyteareal i Bolstadelva og er, tatt i betraktning beliggenheten, viktig for produksjonen av fisk i elva. Kraftproduksjonen bidrar til at vannføringen er kunstig høy både i gyte- og i inkubasjonsperioden i Bolstadelva, men vil generelt sørge for at de aller fleste gyteområdene er vanndekket gjennom vinteren. Det er i helt spesielle tilfeller, som i 2013, at det oppstår en uheldig situasjon hvor gyteområder tørrlegges og eggene nede i grusen dør.



Oppmåling av tørrlagt gytegrep i Bolstadelva på utløpet av Evangervannet, Vassenden.

1.0 Innledning

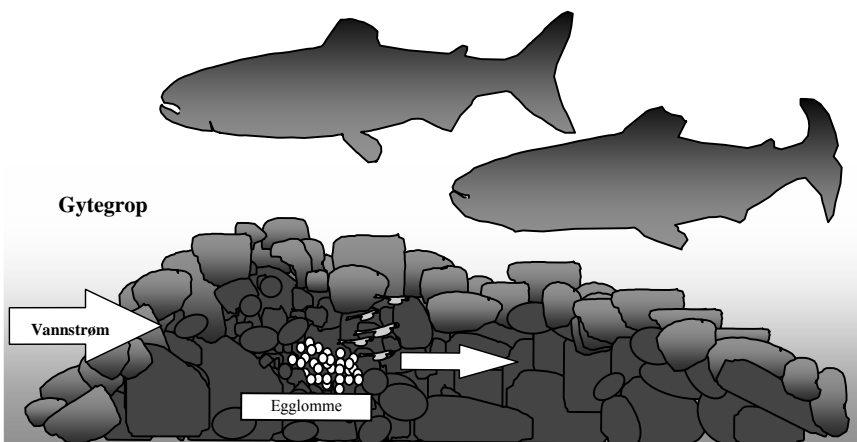
2.1 Bakgrunn og hensikt

I forbindelse med lite nedbør og kaldt vær gjennom ettervinteren og våren 2013, falt vannføringen i mange vassdrag på Vestlandet etter hvert til uvanlig lave nivåer. Meteorologisk institutt meldte at flere stasjoner som hadde mer enn 100 år med målinger, satte ny rekord for laveste månedsnedbør i mars måned. I Hordaland ble de satt nye rekorder på målestasjoner i Sveio, Kvinnherad, Kvam og Bergen. I forbindelse med et arbeid BKK hadde i mars og april med å bygge et bjelkestengsel foran inntaket i Askjelldalen, var produksjonen i Evanger kraftstasjon begrenset og til tider kom det ikke vann ut av kraftstasjonen. Dette reduserte vannføringen i Bolstadelva ytterligere. Det ble gitt tilbakemeldinger fra grunneiere og andre bl.a. Voss klekkeri, om at Bolstadelva hadde en svært lav vannføring, og flere var bekymret for at viktige gyteområder ble tørrlagt.

For å få undersøkt om gyteområder i Bolstadelva hadde blitt påvirket av tørrlegging, ba BKK Produksjon om at det ble gjort undersøkelser av forholdene. På denne bakgrunn gjennomførte LFI Uni Miljø flere feltstudier i Bolstadelva i mars og april måned for å gi en vurdering av hvordan den lave vannføringen påvirket gyteplassene.

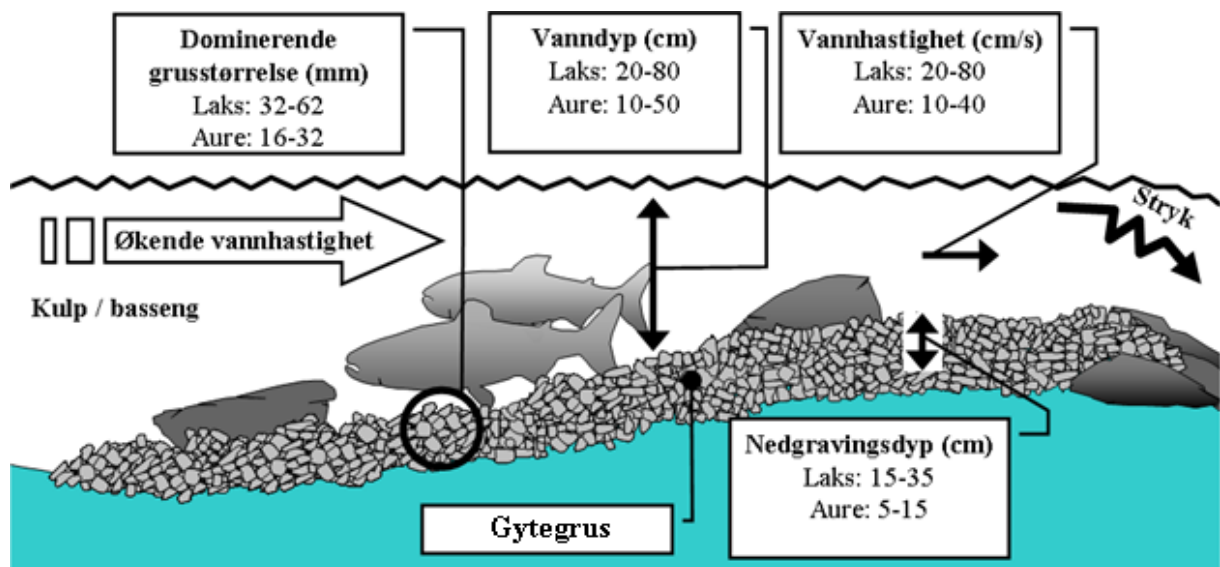
2.0 Gytebiologi

Gyteklare laks og aure søker seg om høsten fram til gyteområdene i rennende vann, der eggene graves ned i gytegroper i elvegrusen. Disse lages ved at hunnfisken legger kroppssiden ned mot elvebunnen og slår kraftig med sporden. Eggene slippes så ned i gropa og befruktes av en eller flere hanfisk. Deretter graver hunnfisken en ny grop like ovenfor og fyller samtidig grus over eggene i den første gropa. Fisken kan så gyte en ny porsjon med egg i den nye gropa. Resultatet kan ofte sees som et ovalt parti, evt. en liten ”dyne”/haug med omrørt grus på elvebunnen. Porsjonene med egg (”egglokker”) kan ligge på rekke i en og samme gytegrop (Ottaway et al. 1981; Crisp & Carling 1989), men som regel sprer hunnfisken egglokkene i flere gytegroper på ulike plasser i elva (Barlaup et al. 1994, Garant et al. 2001, Taggart et al. 2001). Begrepet ”gytegrop” blir her brukt for å beskrive både hver enkelt egglokke og et gytegropkompleks med flere egglokker i (Figur 1).



Figur 1. Skjematisk framstilling av en gytegrop hvor eggene ligger konsentrert i en egglokke. Vannstrømmen gjennom grusen sikrer tilførsel av oksygenrikt vann. Etter at eggene er klekt vil plommeseckyngelen bli værende i grusen til plommesekken nesten er brukt opp. Da søker yngelen seg opp gjennom porene i grusen, forlater gytegropen og starter sitt liv som frittlevende yngel (Illustrasjon: LFI Uni Miljø)

Hunfisken er selektiv ved valg av gyteplass, der de viktigste kriteriene synes å være en kombinasjon av bunnsstrat, vanddyb og vannhastighet (Crisp & Carling 1989). Typiske gyteplasser ligger ofte på utløp av kulper med bunnsstrat av grus og stein og med en god vannstrøm. Videre vil valget være avhengig av biologiske karakterer som gytefiskens størrelse. LFI Uni Miljø har opparbeidet en stor database angående fiskens krav til vannhastighet, bunnsstrat og vanddyb via mange år med undersøkelser av gytegrøper i en rekke elver. Undersøkelsene har omfattet ca. 4000 gytegrøper i ulike norske vassdrag (LFI Uni Miljø, egne data). Dette, sammen med opparbeidet kunnskap om å lokalisere hvor fisken har gytt, danner basis for forståelsen av hvilke vannhastigheter, vanddyb og kornfordelinger (størrelse på gytegrusen) som gjør elvearealer egnet for gyting av laks og aure i norske elver (Figur 2).



Figur 2. Forhold på gyteplassen relatert til fiskens plassering av gytegrøper.
Illustrasjon: LFI Uni Miljø.

Ettersom vannføringen ofte vil være vesentlig høyere i løpet av fiskens gytetid på høsten enn etterfølgende vinter da eggene ligger nede i grusen, kan gytegrøper som er gytt på grunne områder bli utsatt for tørrlegging. Dette gjelder særlig i regulerte vassdrag med stor variasjon i vannføring høst og vinter. Selv om lakseeggene kan tåle å bli tørrlagt dersom de blir liggende tilstrekkelig fuktig, så vil selv korte perioder med uttørking og frost kunne føre til total eggdødelighet i gytegrøpen.

Tørrlegging av gytearealer i forbindelse med lav vintervannføring har også tidligere vært registrert i andre regulerte vassdrag, f.eks. i Bjoreio i Eidfjordvassdraget i Hordaland. I denne elven har sammenhengen mellom stranding av gytegrøper, eggoverlevelse og vannstanden gjennom vinteren blitt fulgt over en periode på ti år (Skoglund m.fl 2012). Resultatene her viser at eggoverlevelsen generelt er svært lav i gytegrøper som utsettes for tørrlegging i løpet av vinteren. I tillegg viser studiene at tørrlegging av gytegrøper er avhengig av både vannstanden i gytetiden og gjennom vinteren. Flest gytegrøper ble utsatt for stranding i år da vannføringen i gytetiden var høy for deretter å bli etterfulgt av spesielt lave vintervannføringer, noe som resulterte i at eggene gikk tapt i opp til 33 % av gytegrøpene. Dette viser at tørrlegginger av gytegrøper ved lave vintervannføringer kan ha betydelig effekt på eggoverlevelsen hos laks og sjøaure. I tillegg viser resultatene fra Bjoreio at informasjon om dybdeforholdene på gyteområder kan brukes som et planleggingsverktøy for å vurdere

biologisk relevante vannføringsbehov i vinterhalvåret (Skoglund m.fl. 2012). Tilsvarende undersøkelser er også gjort i Byglandsfjorden hvor kunnskap om sammenhengen mellom vannføring og gytebiologi har vært grunnlaget for at regulanten har innført et miljøvennlig vannføringsregime for å motvirke stranding av gytegrøpene til den verneverdige bleka (Barlaup m.fl. 2009). Videre ble det registrert tørrlagte gytegrøper og redusert eggoverlevelse i områder som var sårbar for lav vannføring vinteren 2013 i Årdalselva, Ryfylke i Rogaland (Lehmann et al. 2013).

3.0 Metoder

3.1 Vannføring og vanndekt gyteareal

En viktig del av denne undersøkelsen var å finne ut hvor mye vann som må til for å vanndekke de viktigste gyteområdene i elven. Til dette ble det laget fastmerker i elva på gitt tidspunkt med kjent vannføring. Disse fastmerkene ble gitt vannstandverdien null. Endringer i cm fra disse fastmerkene ble målt ved endringer i vannføring. På den måten ble det laget en kurve for sammenheng mellom vannstand og vannføring. Vannføringen i Bolstadelva ble funnet ved å legge sammen produksjonen fra Evanger kraftstasjon og vannføringsdata fra målestasjon Bulken (Nr: 62.5.0) i Vosso samt et tillegg på 100 l/s fra Teigdalen. Vannføringen i Teigdalselva var ved aktuelt tidspunkt svært lav og trolig ikke over 100 l/s. Uansett bidrar Teigdalselva generelt sett svært lite til den totale vannføringen i Bolstadelva. Det ble i tillegg gjort fortløpende overvåking av vanndekt areal med fotodokumentasjon for å verifisere at beregnet vannbehov virkelig var tilstrekkelig for å dekke de fleste gyteområder.



Endringer i vannstand i forhold til fastmerker (røde steiner) ble brukt for å finne sammenhengen mellom vannstand, vannføring og vanndekt areal. Dette i tillegg til fotodokumentasjon av vanndekt areal ved forskjellige vannføringer, ligger til grunn for å finne ved hvilken vannføring de viktigste gyteområdene i Bolstadelva holdes vanndekt. (Foto: LFI Uni Miljø)

For å beregne hvor stor andel av gyteområdene som hadde strandet ble det gjort både en oppmåling med differensiell GPS (Leica) og en oppmåling med målebånd. En strandet gytegrøp ble definert som gytegrøp med vannstand under gropdypet som er avstanden fra vannoverflaten og ned til lommen hvor eggene ligger nede i grusen. Med bakgrunn i undersøkelsene av gytegrøpene, ble det utarbeidet kart for å illustrere beliggenhet, utstrekning og områder som er strandingsutsatt i Bolstadelva. Kartene ble laget med programvaren ArcGis 9.3.1.



Ved å bruke en differensiell GPS måles lokaliteten nøyaktig inn. Med god satellittdekning blir og elevasjonen nøyaktig. (Foto: LFI Uni Miljø).

3.2 Undersøkelser av gytegrøper

Gytegrøper ble funnet ved å grave forsiktig i grusen med en spesiallaget spade i områder der bunnssubstrat er egnet for gyting. Når en gytegrøp (eggglomme) ble lokalisert, ble vanddypet over gytegrøpen og gravedypet ned til eggene registrert, samt at et utvalg rognkorn ble tatt opp med en hov. Overlevelsen ble estimert ved å telle antall levende og døde egg og/eller plommeseckkyngel. Det er viktig å bemerke at overlevelsen frem til ungfiskstadiet kan bli noe overestimert her da det kan inntreffe dødelighet både i perioden fra undersøkelsestidspunktet og frem til klekking og videre frem til yngelen forlater gytegrøpene. Et par rognkorn fra hver gytegrøp ble frosset ned og senere artsbestemt på laboratoriet ved hjelp av isoelektrisk fokusering av enzymer (Mork & Heggberget 1984; Vuorinen & Piironen 1984). Resterende rogn ble forsiktig gravd ned i grusen igjen. Ved undersøkelsene har det vært forsøkt å samle inn et så representativt utvalg som mulig med hensyn til dyp og plassering av gytegrøper. Alle gytegrøper ble stedfestet ved bruk av GPS.



Selv om den øvre delen av gytegrøpen ikke er vanddekket, kan det godt være at de nedgravde eggene ligger under vannivået. Her et eksempel fra Bjoreio i Eidfjordvassdraget. (Foto: LFI Uni Miljø).

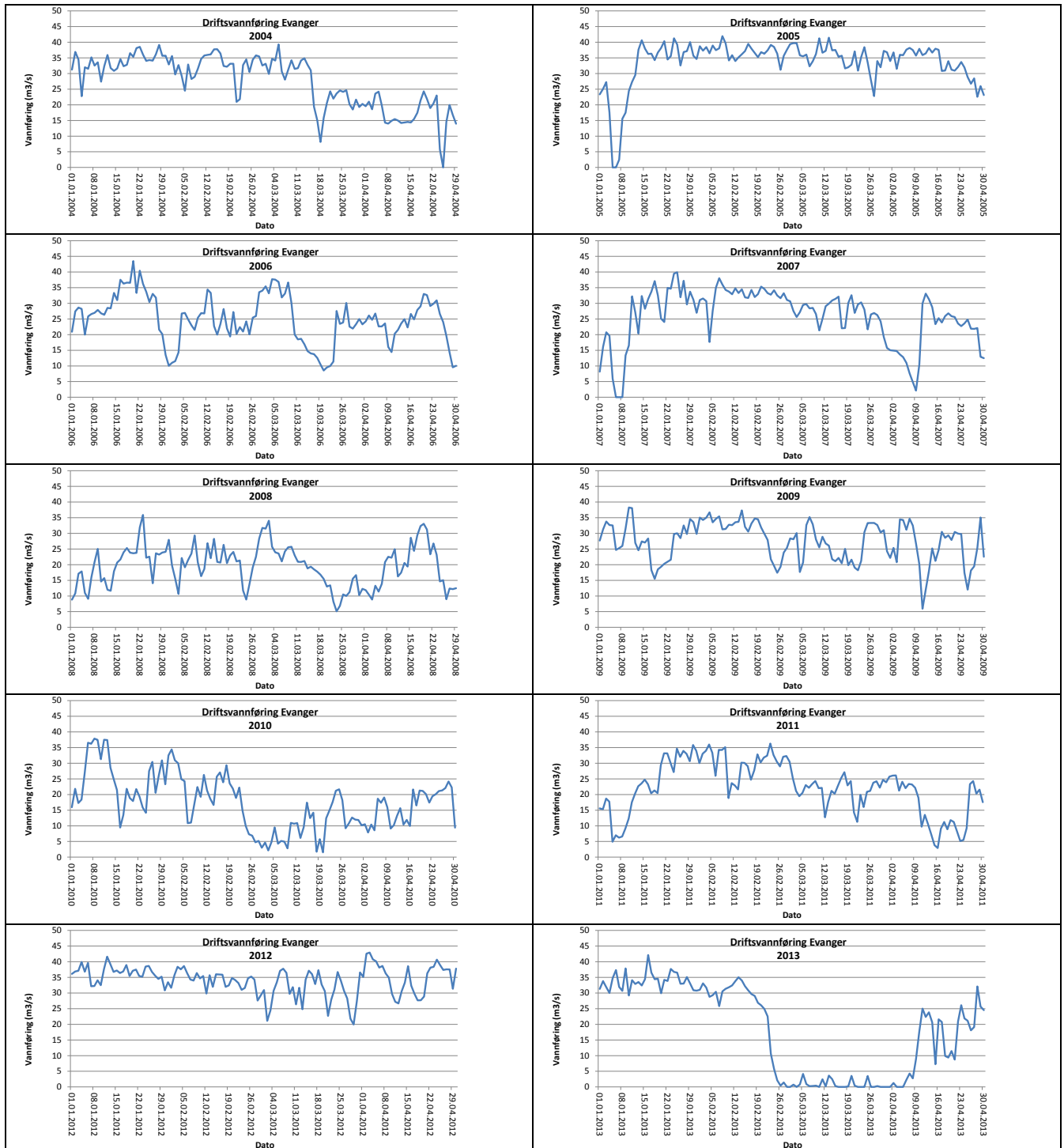


Fullstendig tørrlagt gytegrøp i Bolstadelva med 100 % eggdødelighet. (Foto: LFI Uni Miljø)

4.0 Resultater og diskusjon

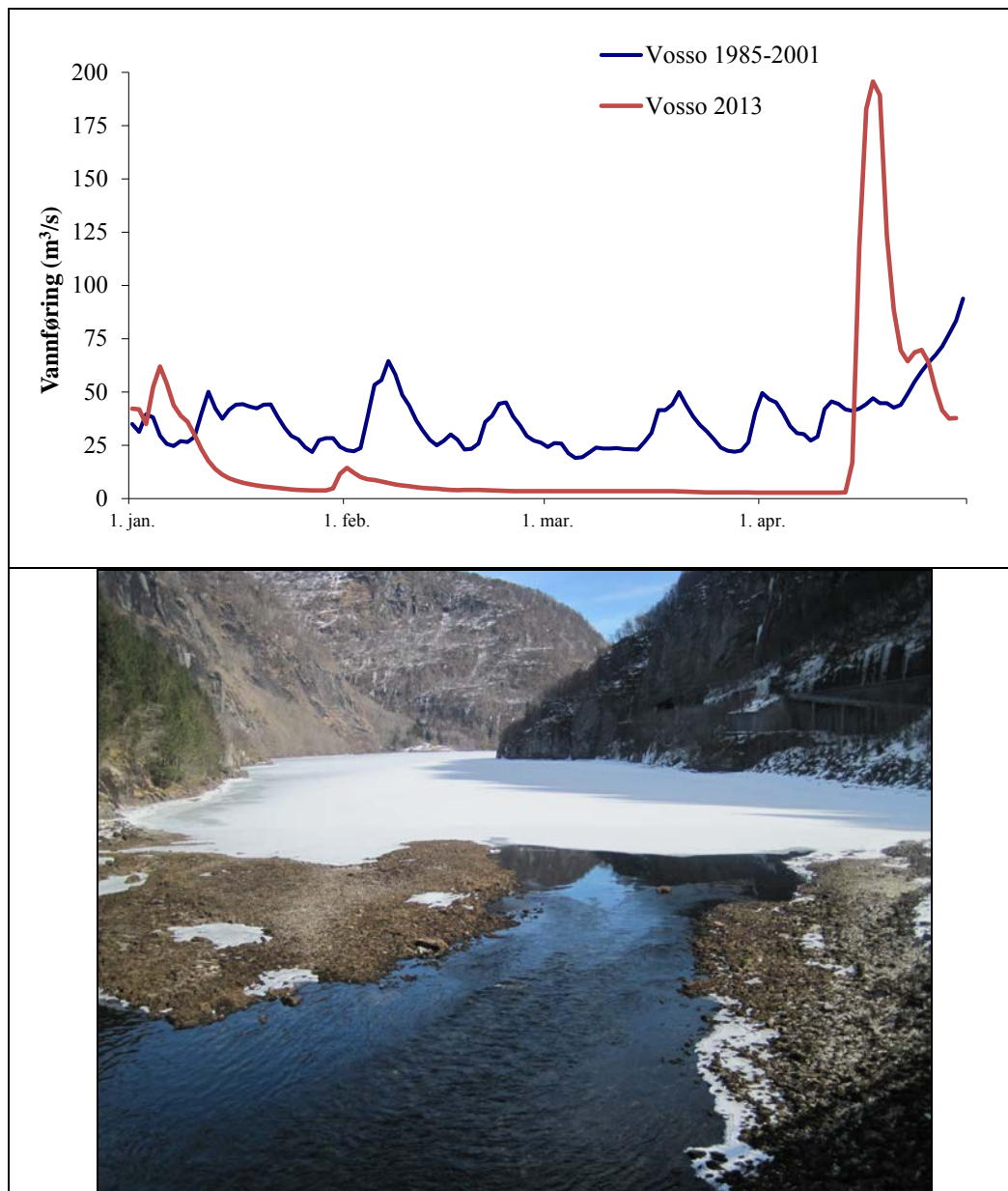
4.1 Vannføring

De spesielt tørre vintermånedene februar, mars og april 2013, førte til svært lav vannføring i mange vassdrag på Vestlandet. Bolstadelva får bidrag av vann fra Evanger kraftstasjon, som gjør at vintervannføringen normalt er relativt høy (**Figur 3**).



Figur 3. Produksjonen i Evanger kraftstasjon uttrykt som m³/s i perioden januar-april i perioden 2004-2013.

Siden det i løpet av mars og april 2013 ble bygget et bjelkestengsel foran inntaket i Askjelldalen, var produksjonen i Evanger kraftstasjon begrenset og til tider kom det ikke vann ut av kraftstasjonen (**Figur 3**). Dette førte til at vannføringen i Bolstadelva ble lik bidraget fra Vosso samt et lite bidrag fra Teigdalselva og andre tilhørende delfelt, se **Figur 4**.

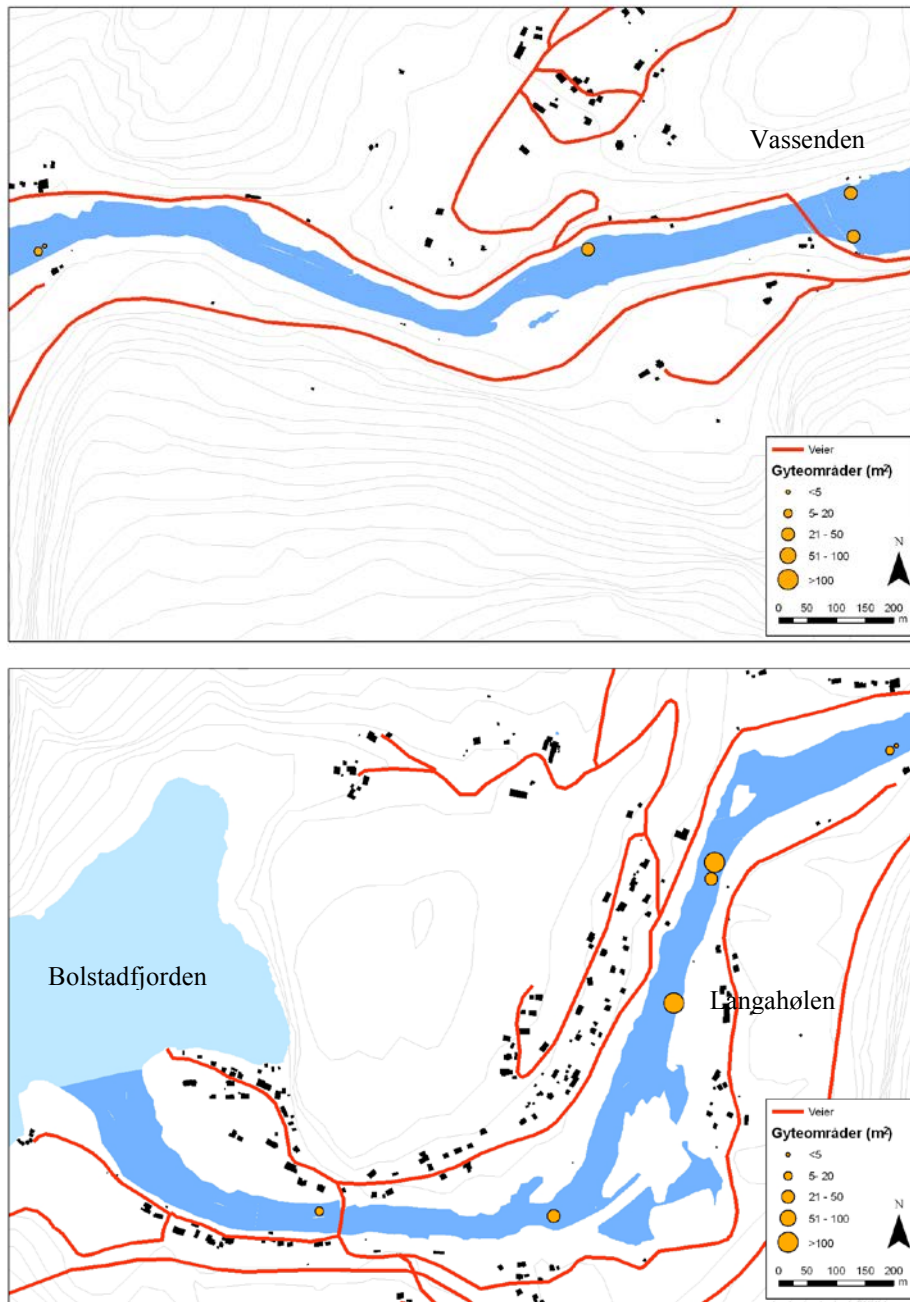


Figur 4. Øverst: Middelvannføring i Vosso i perioden 1985-2001 samt vannføringen i perioden januar-april 2013. Nederst: Vanndekt areal ved en vannføring på 3 m³/s på Vassenden ved utløpet av Evangervatnet.

4.2 Gyteområder og stranding

De viktigste gyteområdene i Bolstadelva er tidligere blitt kartlagt (Gabrielsen et al. 2011, **Figur 5**). Da ble det totalt registrert 830 m² med egnet gyteareal. I denne undersøkelsen ble det målt opp 1050 m² egnet gyteareal. De fleste gyteområdene ligger i den øvre og spesielt i den midtre delen av elva (**Figur 5**). Det viktigste gyteområdet ligger i Langhølen og dette området utgjør nesten halvparten av alt egnet gyteareal i Bolstadelva. I tillegg til disse gyteområdene,

kan det i tillegg ligge flekkvise grusøyer i vassdraget som ikke ble oppdaget ved tidligere utført kartlegging eller ved denne undersøkelsen (under is og snø).



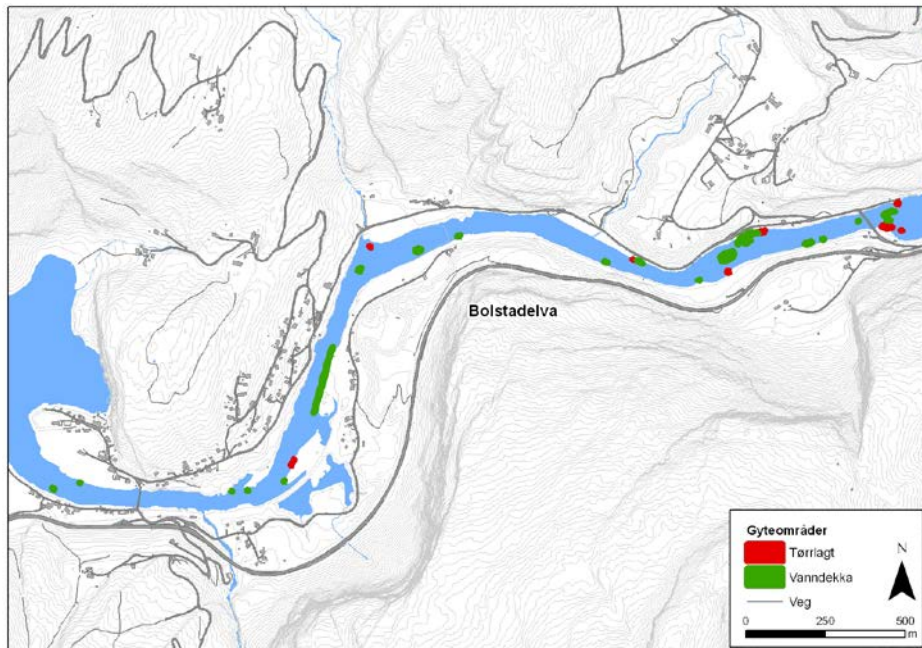
Figur 5. Gyteområder i Bolstadelva.

Av et egnet gyteareal på 1050 m², ble det beregnet at om lag 170 m² strandet som følge av lav vannføring. Dette utgjorde 16 % av det totale tilgjengelige gytearealet i Bolstadelva. Det mest strandingsutsatte gyteområdet i Bolstadelva er utvilsomt på utløpet av Evangervatnet, Vassenden. Her var over halvparten av gytearealet tørrlagt, og en kontroll av gytegroper på disse strandete områdene viste som forventet 100 % eggdødelighet (**Figur 6**). I resten av elven lå de aller fleste gyteområdene så dypt at de var vanndekt selv ved en vannføring på bare 3 m³/s (**Figur 7**). Basert på en isoelektrisk fokusering av enzymer (Mork & Heggberget 1984; Vuorinen & Piironen 1984), ble eggene fra de ulike undersøkte gytegroper artsbestemt på laboratoriet. Av 21 undersøkte groper, ble 16 artsbestemt til å være gytt av laks mens 5 var

gytt av sjøaure. Dette gir en andel gytegrøper gytt av laks på 76 %. Fire gytegrøper lot seg ikke artsbestemme via en isoelektrisk fokusering.



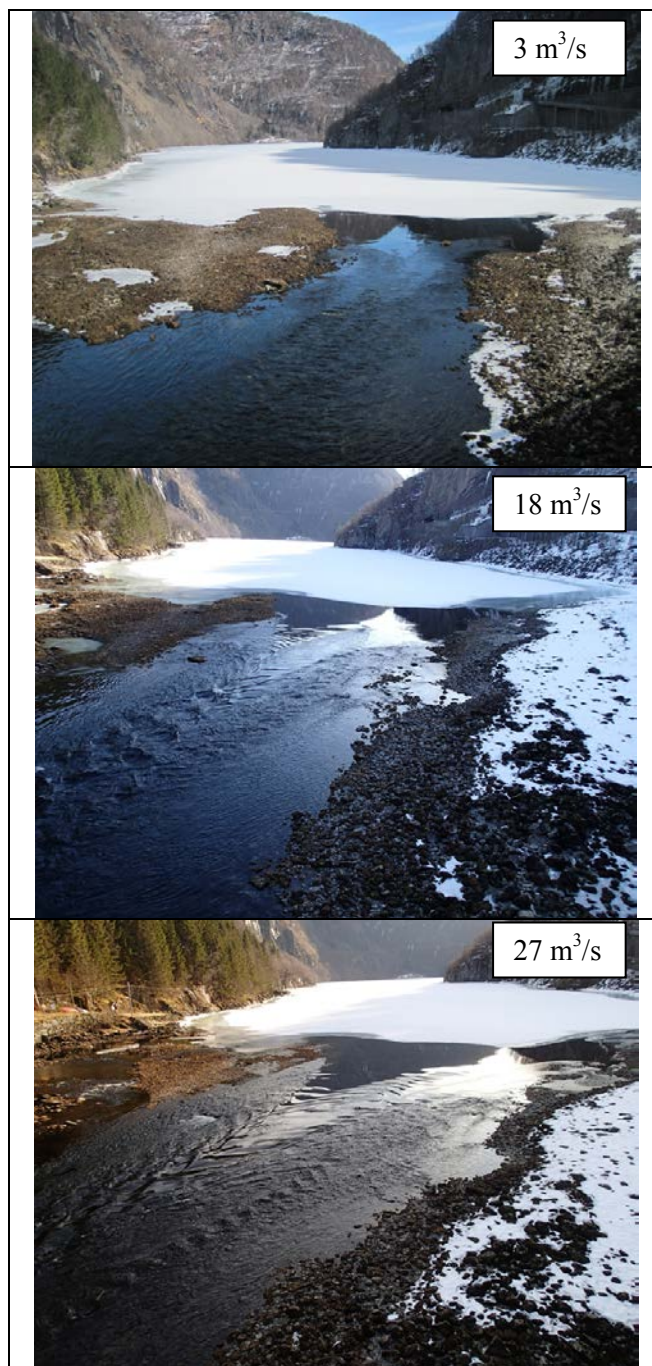
Figur 6. Ved 3 m³/s lå ca. 110 m² av egnet gyteområde på tørt land (røde arealer) mens 90 m² var vanndekt (grønne arealer) på utløpet av Evangervannet. På grunn av tykk is var det umulig å undersøke arealet innover i Evangervatnet (grått areal) hvor det trolig også ligger noe gyteareal.



Figur 7. Tørrlegging av gytearealer i Bolstadelva vinteren 2013 som følge av ekstremt lav vannføring. Grønne arealer ligger vanndekt, mens røde arealer er tørrlagt.

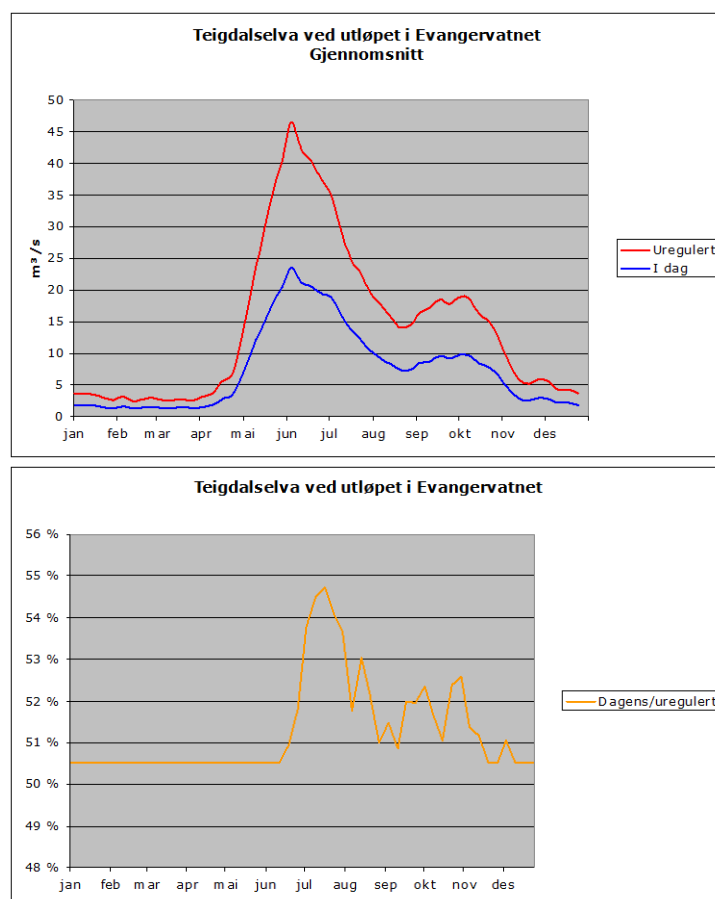
4.3 Vannbehov i forhold til gyteområder i Bolstadelva

Et interessant spørsmål som dukket opp i dette prosjektet var: «Hvor mye vann er nok til å dekke de fleste og viktigste gyteområdene»? En vannføring på bare $3 \text{ m}^3/\text{s}$ sørget for at 84 % av alle gyteområder i Bolstadelva ble holdt vanndekt. Men ved denne vannføringen var over halvparten (55 %) av gyteområdet på utløpet av Evangervannet tørrlagt. Basert på oppmålinger med differensiell GPS i kombinasjon med fotodokumentasjon av kjente vannføringer, har vi estimert at en vannføring på ca. $27 \text{ m}^3/\text{s}$ vil sikre at gyteområdene på utløpet av Evangervannet holdes vanndekt. En vannføring på $18 \text{ m}^3/\text{s}$ vil dekke 75 % av gyteområdene på utløpet med vann (**Figur 8**).



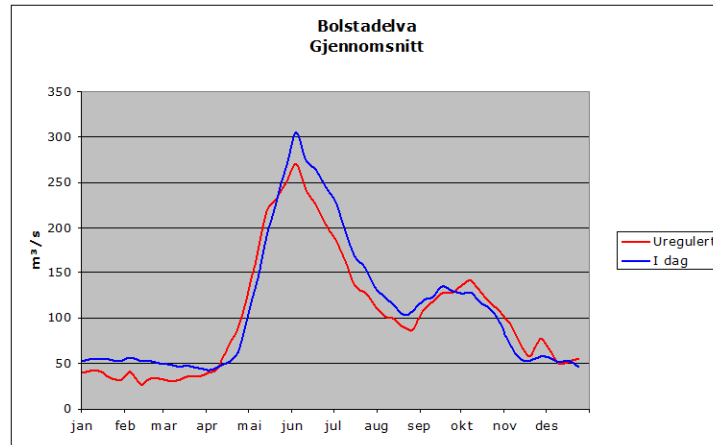
Figur 8. Visualisering av vanndekt areal på Vassenden ved $3 \text{ m}^3/\text{s}$ (øverst), $18 \text{ m}^3/\text{s}$ (midten) og $27 \text{ m}^3/\text{s}$ (nederst). Ved $27 \text{ m}^3/\text{s}$ er aktuelle gyteområder dekket med vann.

Vinteren 2013, og spesielt månedene mars og april, var som sagt atypisk med svært lite nedbør og lavt tilsig til vassdragene på Vestlandet. For å se ting i sammenheng, har vi analysert situasjonen i Bolstadelva over en 13 års periode for å kunne belyse den typiske vannføringssituasjonen. Vannføringen i Bolstadelva blir stort sett bestemt av vannføringen i Vosso, produksjonsvannet ut av Evanger kraftstasjon, vannføringen i Teigdalselva og tilhørende nedbørfelt fra Evangervannet og ned til utløpet av Bolstadelva. En kompliserende faktor er overføringen av Teigdalselvas nedbørfeltet til Evanger kraftstasjon. Basert på beregninger utført av Kirkhorn et al. 2011, har gjennomsnittlig vannføringen i utløpet av Teigdalselva til Evangervannet blitt redusert med 48 % som følge av reguleringen (**Figur 9**).



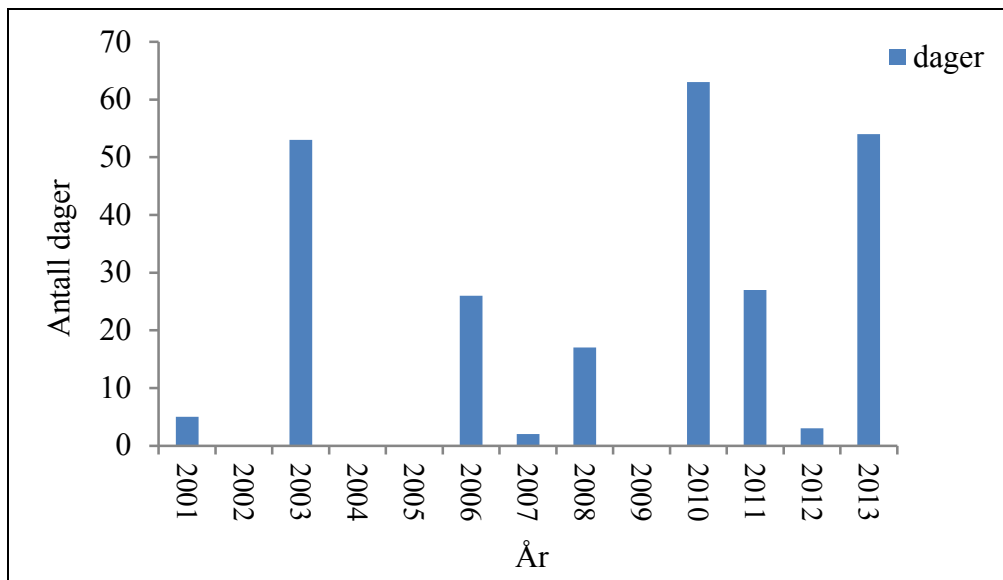
Figur 9. Gjennomsnittlig vannføring i Teigdalselva ved utløpet i Evangervannet, før og etter regulering (øverst), og dagens vannføring i prosent (%) i forhold til uregulert tilstand (nederst) (data framskaffet av BKK). Før regulering er perioden frem til første aggregat ble satt i drift i 1969, mens dagens tilstand er basert på situasjonen frem til og med 2011.

I praksis betyr dette at en betydelig del av avrenningen fra nedbørfeltet til Teigdalen er overført til utløpet av Evanger kraftstasjon. Deler av dette vannet blir holdt igjen i magasinene, og sluppet ut om vinteren når strømprisene er høyere. Som følge av reguleringen har Bolstadelva derfor fått en økt vintervannføring i forhold til naturtilstanden før reguleringen. I tillegg har reguleringen ført til en moderat økning i sommervannføringen og en noe redusert vannføring i mai og om høsten. (**Figur 10**).



Figur 10. Beregnet gjennomsnittlig vannføring ved utløpet av Bolstadelva før og etter reguleringen (data framskaffet av BKK). Før regulering (uregulert) er perioden frem til første aggregat ble satt i drift i 1969, mens dagens tilstand er basert på situasjonen frem til og med 2011.

Et viktig aspekt er vannføringen når fisken gyter og påfølgende vannføring i inkubasjonstiden (den tiden eggene og plømmesekkyngelen ligger nede i elvegrusen) gjennom vinteren og våren. Endringer i vannføringen fra midten av november til midten av desember, som trolig er hovedgytetidspunktet for laks i Bolstadelva, fram til slutten av juni begynnelsen av juli, som er tidspunktet for når yngelen kommer opp av grusen, er avgjørende for overlevelsen. En høy vannføring i gytetiden med påfølgende lavere vannføringer gjennom vinteren og våren, kan føre til at gyteområder blir liggende tørt og at eggene nede i elvegrusen dør. I **Figur 11** vises antall dager som har vannføring under $27 \text{ m}^3/\text{s}$ i inkubasjonsperioden. Resultatet viser store mellomårsvariasjoner. Noen år faller vannføringen ikke under $27 \text{ m}^3/\text{s}$, mens i andre år er det relativt sett mange dager med vannføringer lavere enn $27 \text{ m}^3/\text{s}$. Årene 2003, 2010 og 2013 skiller seg ut med flest dager med vannføringer under $27 \text{ m}^3/\text{s}$.

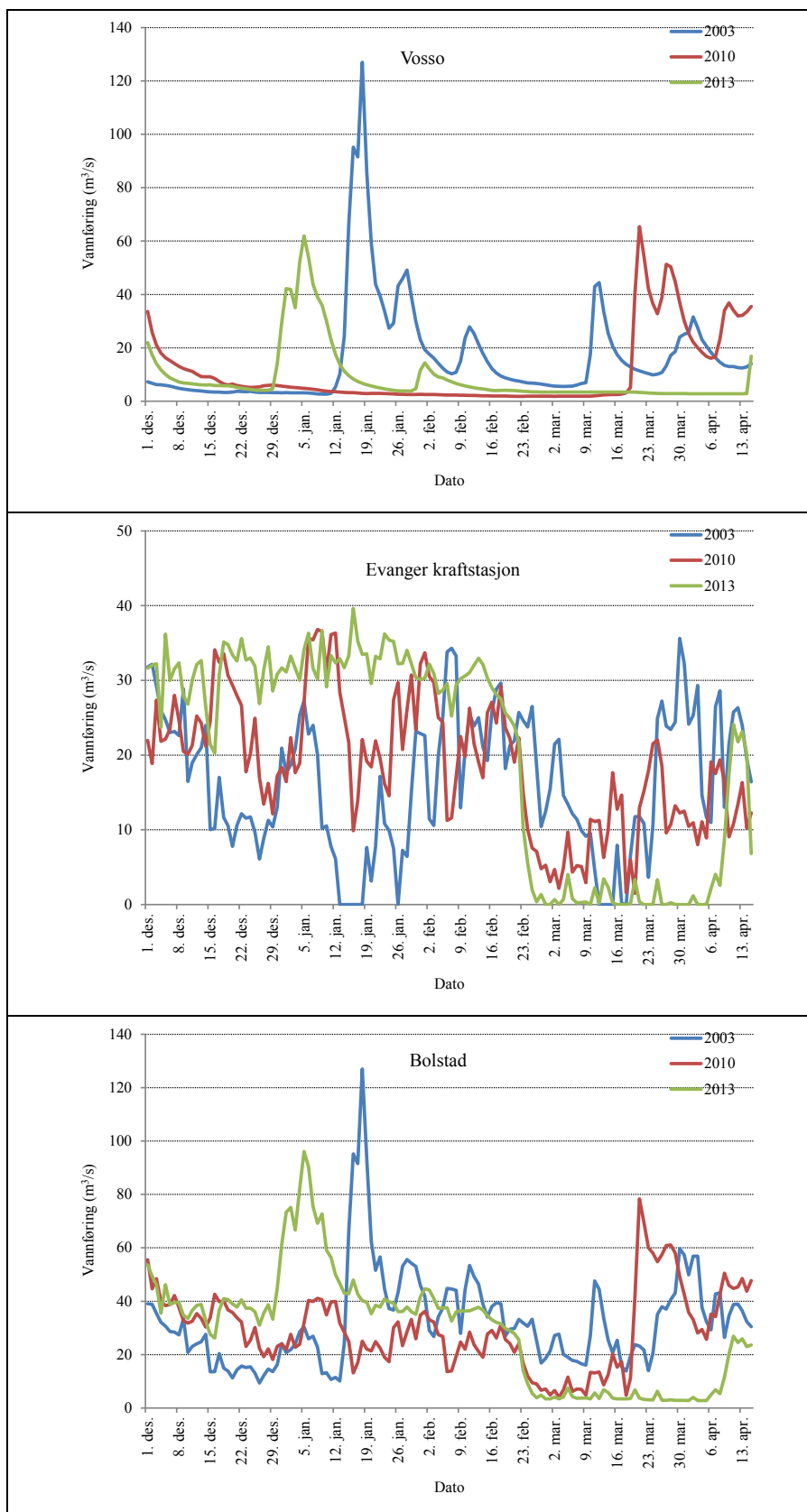


Figur 11. Antall dager med vannføring under $27 \text{ m}^3/\text{s}$ i perioden fra 15. november til 30. juni i Bolstadelva for årene 2001-2013.

Det interessante er hvor lav vannføringen var i disse årene (2003, 2010 og 2013) og om det var vedvarende lang periode med svært lave vannføringer. I **Figur 12** vises vannføringen i den perioden med laveste vannføring for disse årene i Vosso, ut av Evanger kraftstasjon og i Bolstadelva. I 2003 var ikke vannføringen lavere enn $10 \text{ m}^3/\text{s}$, i 2010 ned mot $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ i fire dager mens vannføringen var lavere enn $5 \text{ m}^3/\text{s}$ i 36 dager i 2013 i Bolstadelva (**Figur 12**). Dette viser at 2013 var et meget spesielt år med svært lav vannføring over en sammenhengende lang periode sammenlignet med de øvrige årene i perioden 2001-2012. I de andre årene, så er det stort sett kraftproduksjonen i Evanger som bidrar til å opprettholde en relativt høy vannføring gjennom vinteren.



Ved stans i Evanger kraftstasjon over flere dager og ved vedvarende kaldt vær, fryser det til helt inn til utløpet av kraftutløpstunnelen. Fra kraftutløpet sees spor etter tidligere kjøring av kraftvann i isen. Bildene er tatt 27. mars 2013 etter flere dager med stans i Evanger kraftstasjon.



Figur 12. Målt vannføring i Vosso (øverst), kraftproduksjonen i Evanger kraftstasjon (midten) og estimert vannføring i Bolstadelva (nederst) fra 01. desember til 15. april for årene 2003, 2010, og i 2013. Perioden fra 01. desember til 15. april, er den perioden gjennom året med lavest vannføring. Merk forskjellig skala på y-akser.

5.0 Avsluttende vurderinger

Grunnet lite nedbør hadde mange vassdrag på Vestlandet en uvanlig lav vannføring vinteren 2013. I de regulerte vassdragene, kan produksjonen sørge for at vannføringen, ved spesielt tørre perioder, holdes høyere enn naturtilstanden. Vannføringen i Bolstadelva er et eksempel på dette. På den måten kan kraftproduksjonen bidra til at færre gyteområder tørregges grunnet lav vannføring. På den annen side kan kraftproduksjonen sørge for at vannføringen også er kunstig høy i gytetiden, slik at gytegrøpene blir plassert på grunne områder i elva. Dermed er de mer utsatt for tørrelegging sammenlignet med en naturtilstand der vannføringen er lavere i gytetiden. En viktig faktor som er avgjørende for omfanget av stranding, er gytegrusens plassering i elveleiet. Ligger grusen høyt oppe og nært elvebredden, er gytegrøpene mer utsatt for tørrelegging enn om de ligger dypere ned i elveleiet. Bjoreio er et eksempel på et vassdrag der gytegrøpene relativt sett ligger høyt oppe og av den grunn mer utsatt for tørrelegging. Her er vannføringen relativt sett høy i gytetiden sammenlignet med påfølgende vintervannføring. I Bolstadelva er det bare gyteområdet på utløpet av Vassenden som er utsatt for tørrelegging, mens de andre områdene i elva stort sett tåler vannføringer ned mot 3 m³/s. Gytearealet på Vassenden utgjør om lag 19 % av det totale gytearealet i Bolstadelva og er, tatt i betraktning beliggenheten, viktig for produksjonen av fisk i elva. Kraftproduksjonen bidrar til at vannføringen er kunstig høy både i gyte- og i inkubasjonsperioden i Bolstadelva, men vil generelt sørge for at de aller fleste gyteområdene er vanddekket gjennom vinteren. Det er i helt spesielle tilfeller, som i 2013, at det oppstår en uheldig situasjon hvor gyteområder tørregges og eggene nede i grusen dør.

6.0 Litteratur

- Barlaup, B. T., H. Lura, H. Sægrov, & R. C. Sundt. 1994. Inter- and intra-specific variability in female salmonid spawning behaviour. *Canadian Journal of Zoology* 72:636-642.
- Barlaup, B.T., O. R. Sandven, H. Skoglund, E. Kleiven, N. B. Kile, A. Vethe, B. O. Martinsen, S.E. Gabrielsen & T.Wiers. 2009. Bleka i Byglandsfjorden –bestandsstatus og tiltak for økt naturlig rekruttering 1999-2008. DN-utredning5-2009
- Crisp, D. T., & P. A. Carling. 1989. Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. *Journal of Fish Biology* 34:119-134.
- Garant, D., Dodson, J.J. & Bernatchez, L. 2001. A genetic evaluation of mating system and determinants of individual reproductive success in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.). *The Journal of Heredity* 92: 137-145.
- Kirkhorn, T., Tangen, T. & Stenseth, I. 2011. Ekso, Teigdalselva og Bolstadelva. Effektene av regulering. BKK Produksjon Rapport. ID Nr. 11088778.
- Lehmann, G.B. & T. Wiers 2013. Undersøkelser av gytegroper i Årdalselven, april 2013. LFI Uni Miljø rapport nr. 218.
- Mork, J., & T. G. Heggberget. 1984. Eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.); identification by phosphoglucoisomerase zymograms. *Fisheries Management* 15:59-65.
- Ottaway, E. M., P. A. Carling, A. Clarke, & N. A. Reader. 1981. Observations on the structure of brown trout, *Salmo trutta* Linnaeus, redds. *Journal of Fish Biology* 19:593-607.
- Skoglund, H., Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E., Lehmann, G.B., Halvorsen, G.A., Wiers, T., Skår, B., Pulg, U. & Vollset K.W. 2012. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget – Sluttrapport for perioden 2004-2012. LFI Uni Miljø rapport nr. 203.
- Taggart JB, McLaren IS, & Hay DW. 2001. Spawning success in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): a long-term DNA profiling-based study conducted in a natural stream. *Molecular ecology* 10 (4): 1047-1060.
- Vuorinen, J., & J. Piironen. 1984. Electrophoretic identification of Atlantic Salmon (*Salmo salar*), brown trout (*S. trutta*), and their hybrids. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 41:1834-1837.



Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

Ferskvannsekologi - laksefisk - bunndyr

LFI ble opprettet i 1969, og er nå en seksjon ved Uni Miljø, en avdeling i Uni Research AS, et forskningsselskap eid av universitetet i Bergen og stiftelsen Universitetsforskning Bergen. LFI Uni Miljø tar oppdrag som omfatter forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannsekologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Forsuring og kalking
- Biotopjusteringer
- Effekter av klimaendringer

Oppdragsgivere er offentlig forvaltning (direktorater, fylkesmenn), kraftselskap, forskningsråd og andre. Viktige samarbeidspartnere er andre forskningsinstitusjoner (herunder NIVA, NINA, HI, og VESO) og FoU miljø hos oppdragsgivere.

Våre internettsider finnes på www.miljo.uni.no