

Fornyhet regulerings-
konsesjon i Fortun.
Status for fisk og
forslag til tiltak
2016



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Fornyhet reguleringskonsesjon i Fortun. Status for fisk og forslag til tiltak 2016

FORFATTERE:

Bjart Are Hellen, Harald Sægrov & Marius Kambestad

OPPDRAGSGIVER:

Hydro Energi ASA

OPPDRAGET GITT:

Mai 2015

ARBEIDET UTFØRT:

2015 - 2016

RAPPORT DATO:

8. november 2016

RAPPORT NR:

2322

ANTALL SIDER:

71 sider + vedlegg

ISBN NR:

978-82-8308-302-6

EMNEORD:

- Elveklasser
- Substrat
- Skjul
- Gytehabitat

SUBJECT ITEMS:

- Vanndekt areal
- Hydrologisk variasjonsanalyse
- Temperaturmodellering

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082

Internett : www.radgivende-biologer.no

E-post: post@radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

Forsidebilde: Bilder fra øvre del av Fortunselva ved vannføring på ca. 0,3 m³/s. Foto: Kjetil Mork (Multiconsult AS).

FORORD

Fortunvassdraget har vært påvirket av kraftutbygging siden 1958, og det er gjennomført undersøkelser av fiskebestandene i vassdraget tilnærmet årlig siden 2005. Norsk Hydro ASA har bedt Rådgivende Biologer AS om å utføre en analyse av konsekvenser av reguleringen på fiskeproduksjonen og komme med forslag til avbøtende tiltak.

Denne rapporten omfatter en hydromorfologisk kartlegging av Fortunelva, utført med utgangspunkt i «Håndbok for miljødesign i regulerede vassdrag» (Forseth & Harby 2013). Kartleggingen utgjør, sammen med fiskeundersøkelsene som har vært utført i vassdraget siden 2005, grunnlaget for utarbeidelsen av en diagnose og tiltaksplan for den anadrome delen av vassdraget.

For de regulerede innsjøene er det ikke foretatt egne undersøkelser, og vurderingene er basert på foreliggende data. Det er gjort vurderinger i henhold til vannforskriften.

Både for de regulerede innsjøene og den anadrome delen av Fortunvassdraget er det gjort en konsekvensanalyse, der virkningene er basert på dagens status for fiskebestandene i forhold til forventet naturtilstand.

Rådgivende Biologer AS takkar Norsk Hydro ASA for oppdraget .

Bergen, 8. november 2016

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord	3
Innholdsfortegnelse	4
Sammendrag	5
Fortunvassdraget – Anadrom del	6
Vannføring	7
Effektkjøring	7
Vanntemperatur	7
Metoder	8
Datainnsamling / datagrunnlag	8
Verdi- og konsekvensvurdering	8
Kriterier for verdisetting	10
Fysisk kartlegging	10
Skjul - hulromsanalyse	11
Vanndekt areal og vanndyp ved ulike vannføringer	11
Hydrologisk variasjonsanalyse	11
Temperaturmodellering	12
Bestandsstatus	12
Diagnose	12
Resultater - Diagnoseverktøy	14
Fysisk kartlegging	14
Hydrologisk variasjonsanalyse	25
Temperatur	33
Vannkvalitet	33
Informasjon fra bestandsdata	36
Fangst og gytefisketelling av voksen fisk	36
Ungfisk	39
Diagnose ovenfor Skagen	47
Habitatflaskehalser	47
Hydrologiske flaskehalser	47
Vanntemperatur	49
Vannkvalitet	49
Diagnose nedenfor Skagen kraftverk	50
Habitatflaskehalser	50
Hydrologiske flaskehalser	50
Vanntemperatur	52
Vannkvalitet	52
Samlet vurdering	53
Forslag til tiltak	55
Fortunvassdraget – regulerte innsjøer	56
Litteratur	70
Vedlegg	72

SAMMENDRAG

B.A. HELLEN, H. SÆGROV & M. KAMBESTAD 2016.

Fornytt reguleringskonsesjon i Fortun. Status for fisk og forslag til tiltak 2016.

Rådgivende Biologer AS, rapport 2322, 71 sider + vedlegg, ISBN 978-82-8308-302-6.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Norsk Hydro ASA gjennomført en virkningsvurdering av reguleringen i Fortunvassdraget på de anadrome fiskebestandene. Hydromorfologisk kartlegging av anadrom strekning, sammenstilling av eksisterende data fra fiskeundersøkelser siden 2005 og foreliggende hydrologiske data, er brukt som grunnlag for analysen. Kartleggingen er utført i henhold til metoder og begrepsbruk gitt i «Håndbok for miljødesign i regulerte vassdrag» (Forseth & Harby 2013). Det er også gjort en analyse av virkningen av reguleringen på fisken i reguleringsmagasinene. Denne analysen er utført på bakgrunn av eksisterende data.

Anadrom del

Før reguleringen i 1962 var hele anadrom strekning i Fortunvassdraget preget av høy vannføring og dårlig sikt på grunn av mye leire i smeltevannet om sommeren. Disse to faktorene begrenset produksjonen av ungfisk generelt, mens lave sommertemperaturer var viktigste begrensning for rekruttering av laks. Høy sommervannføring, dårlig sikt og lav temperatur er fortsatt virksomme faktorer nedstrøms avløpet fra Skagen kraftverk, og i tillegg er det her dårlig sikt i vannet om vinteren.

Oppstrøms Skagen medførte reguleringen betydelig redusert vannføring, høyere sommertemperaturer, normalt god sikt i elven og potensielt bedre produksjonsforhold for både aure og laks. Imidlertid ble en tidvis meget lav vintervannføring en avgjørende begrensning på fiskeproduksjonen på de øverste 4 km av anadrom strekning. Her ligger elvebunnen på enkelte partier høyt i forhold til grunnvannstanden og vannet forsvinner i grunnen ved svært lave vannføringer. For øvrig har denne strekningen gode kvaliteter for produksjon av fisk som i dag i liten grad kan utnyttes. Vi anslår at produksjonen av villsmolt i vassdraget kan øke med minst 30 % hvis den tidvise meget lave vintervannføringen ikke var en begrensning.

Bestandene av voksen laks og sjøaure har økt i Fortunvassdraget de siste årene. For laksens del skyldes dette dels utsettinger av laksesmolt av bedre kvalitet enn tidligere. Dette har videre ført til mer gytelaks i elven og høyere produksjon av villsmolt. For sjøauren skyldes økningen trolig økt produksjon av villsmolt. Siden bestandsøkningen har skjedd nylig er det vanskelig å si om vassdragets produksjonspotensiale under nåværende reguleringsvilkår er nådd. Det er nå i satt i gang arbeid med å redusere massetransporten på strekningene ovenfor Skagen, og disse tiltakene vil på sikt gi bedre oppvekstforhold for ungfisk og flere standplasser for voksen fisk. Hvis det også blir en minste vannføring i vinterhalvåret (oktober-mars) på ca. 0,5 m³/s vil vanndekningen sannsynligvis bli tilstrekkelig til at denne faktoren ikke er begrensende for overlevelse av rogn eller ungfisk på strekningene ovenfor avløpet fra kraftverket.

Den sparsomme informasjonen om fisk i Fortunvassdraget før reguleringen viser at sjøaure var den dominerende fiskearten og at det var lav tetthet av lakseunger. Etter gjennomføring av påbegynte tiltak og med minste vannføring om vinteren også ovenfor avløpet fra kraftverket, vil samlet smoltproduksjonen sannsynligvis bli høyere enn før regulering og etter hvert med dominans av laks, også uten utsettinger.

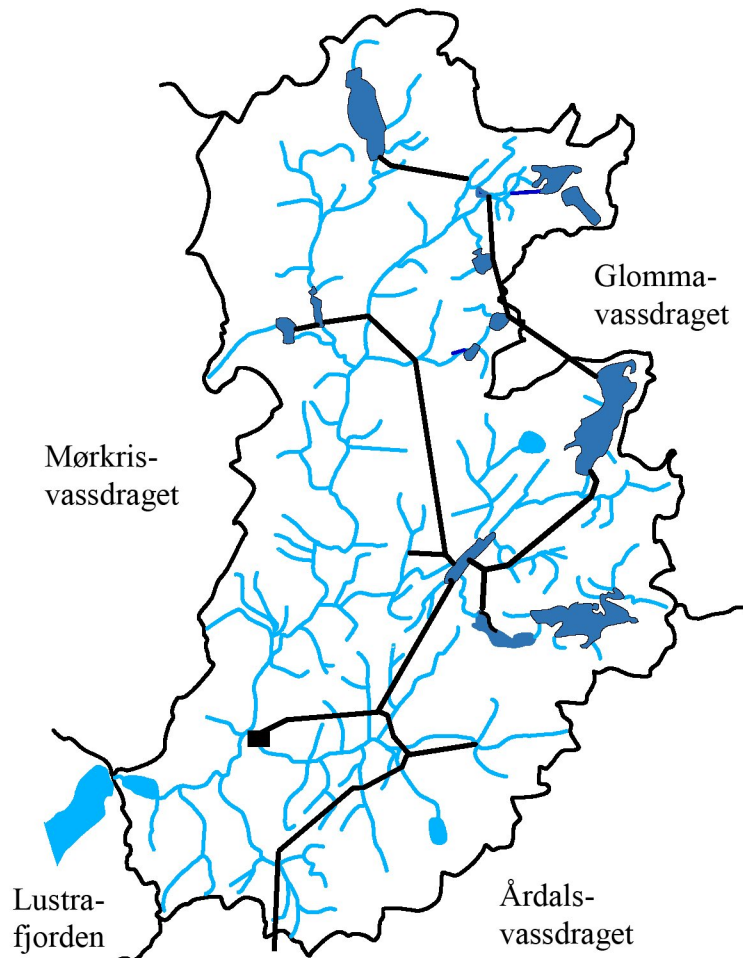
Regulerte innsjøer

I Fortunfjellet er 14 innsjøer påvirket av regulering. Av disse hadde sannsynligvis kun Skålavatn, Attgløyma og Nedste Hervavatn egne bestander av ørret før regulering. I Skålavatn har reguleringen sannsynligvis redusert gytemuligheter og næringstilgang for fisk, mens de to øvrige innsjøene har beholdt selvrekrutterende bestander. De rødlistede naturtypene elveløp (NT) og klare, kalkfattige innsjøer (VU) er i stor grad negativt påvirket av reglring, inkludert 12 reguleringsmagasiner og elvene mellom disse.

FORTUNVASSDRAGET – ANADROM DEL

Vassdraget og reguleringene

Fortunvassdraget (075.Z) ligger i Luster kommune og grenser til Årdalsvassdraget (074.Z) i sørøst, Glommavassdraget (002.Z) i øst og Mørkrisvassdraget (075.4Z) i vest (**figur 1**). Samlet nedbørfelt ved utløpet til Lustrafjorden er 508 km², og inkluderer store brefelt. Delfeltet som er regulert av Fortun kraftverk er på 379 km², og ligger hovedsakelig på øst- og nordsiden av Fortundalen. I tillegg er det tilført vann fra Fardalselvi i Årdalsvassdraget. Utbyggingen av Fortunvassdraget skjedde i perioden 1959-1962. Skagen kraftverk ligger nederst i Bergselva, og vannet fra kraftverket blir sluppet ut like ved samløpet mellom Bergselva og hovedelva. Uregulert restfelt ovenfor utløpet av kraftverket er 129 km². Ca. en halv km fra sjøen ligger Eidsvatnet, som har en lengde på ca. 1,5 km og et areal på 0,62 km².



Figur 1. Fortunvassdraget. Regulerte innsjøer er mørk blå og overføringstunneler svarte linjer. Skagen kraftverk er vist som firkant.

Lakseførende strekning (inkludert Eidsvatnet) er ca. 16 km. Fra sjøen til Eidsvatnet er det en kort elvestrekning på 0,4 km, fra Eidsvatnet til avløpet fra Skagen kraftverk er det 5,4 km og ovenfor Skagen er det 9 km opp til vandringshinderet (**figur 3**, **figur 4**). Anadromt elveareal ved gjennomsnittlig sommervannføring er anslått til ca. 380 000 m², men det er ikke gjort nøyaktige oppmålinger av elvebredden. I tillegg kan det gå anadrom fisk ca. 1 km oppover Haugeelva, og det anadrome arealet i denne sideelva er ca. 4 000 m². Eidsvatnet har en strandlinje på 3 500 m og en kan grovt regne at det produktive arealet går ned til ca. 5 meters dyp, noe som gir et produksjonsareal for ungfisk i vannet på ca. 20 000 m². Samlet oppvekstareal for ungfisk i vassdraget er ca. 400 000 m².

VANNFØRING

Etter at Fortunselva ble regulert er det blitt en betydelig endring i vannføringen. Nedenfor Skagen har den gjennomsnittlige vannføringen vært 28,4 m³/s i perioden 1961 til 2015. Det er blitt flere døgn med moderat og høy vannføring, mens antall døgn med lav vannføring har blitt betydelig redusert på grunn av minstevannføring på 3,75 m³/s.

For områdene ovenfor Skagen (restfeltet) var gjennomsnittlig vannføring ca. 20 m³/s før regulering, og er beregnet til ca. 7 m³/s etter regulering. Her er det ikke krav til minstevannføring (**figur 15**).

EFFEKTJØRING

Kraftverket kjøres som et effektkraftverk. Det vil si at det kjøres i perioder gjennom døgnet da behovet for strøm er størst og/eller prisene er gunstige. Effektkjøringen foregår gjennom hele året, men tid på døgnet for opp- og nedkjøring av kraftverket kan variere.

VANNTEMPERATUR

Nedenfor avløpet fra kraftverket har sommertemperaturene gått ned etter reguleringen på grunn av slipp av kaldt vann fra magasinene gjennom kraftverket. I sommerhalvåret skjer det en svak oppvarming av vannet i elven fra like nedstrøms kraftverket og ned til utløpet i Eidsvatnet.

Vanntemperaturen ovenfor Skagen har økt i perioden juli til september, fordi det nå renner mindre kaldt smeltevann gjennom denne delen av elven, men er ellers omtrent som før regulering.

METODER

DATAINNSAMLING / DATAGRUNNLAG

Vurderingene i rapporten baserer seg dels på foreliggende informasjon og nye undersøkelser utført i vassdraget i 2015, utført av Bjart Are Hellen, Harald Sægrov og Marius Kambestad. Hydrologiske data er mottatt fra Hydro v/ Tor Hjukse. Data fra en modell beskriver sammenhengen mellom vanndekning og vannføring, og er motatt fra Multiconsult AS ved Christian Almestad. Datagrunnlaget vurderes for de fleste elementene som **godt: 3** (jf. **tabell 1**). Hydrologiske målinger som sammenligner forholdene før og etter regulering er noe mangelfulle, og fører til økt usikkerhet for enkelte vurderinger.

Tabell 1. Vurdering av kvalitet på grunnlagsdata (etter Brodtkorb & Selboe 2007).

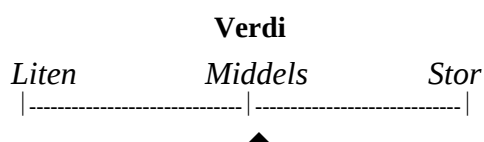
Klasse	Beskrivelse
0	Ingen data
1	Mangelfullt datagrunnlag
2	Middels datagrunnlag
3	Godt datagrunnlag

VERDI- OG KONSEKVENSVURDERING

Denne konsekvensutredningen er bygd opp etter en standardisert tre-trinns prosedyre beskrevet i Statens Vegvesen sin Håndbok V172 om konsekvensanalyser (Vegdirektoratet 2014). Fremgangsmåten er utviklet for å gjøre analyser, konklusjoner og anbefalinger mer objektive, lettere å forstå og mer sammenlignbare.

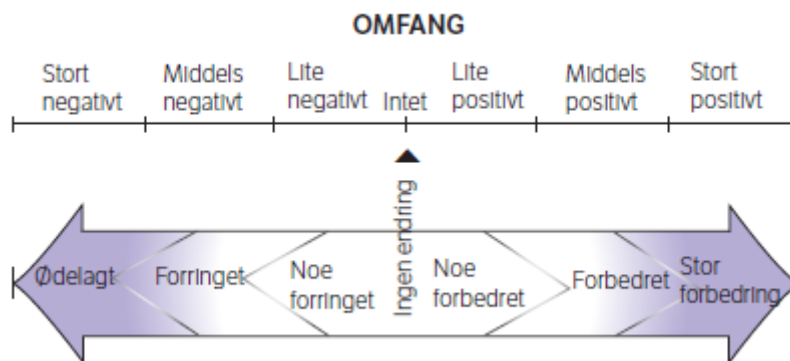
TRINN 1: REGISTRERING OG VURDERING AV VERDI

Her beskrives og vurderes områdets karaktertrekk og verdier innenfor hvert enkelt fagområde så objektivt som mulig. Med verdi menes en vurdering av hvor verdifullt et område eller miljø er med utgangspunkt i nasjonale mål innenfor det enkelte fagtema. Verdien blir fastsatt langs en skala som spenner fra *liten verdi* til *stor verdi* (se eksempel under):



TRINN 2: TILTAKETS OMFANG

Omfangsvurderingene er et uttrykk for hvor stor negativ eller positiv påvirkning det aktuelle tiltaket har for et delområde. Omfanget skal vurderes i forhold til nullalternativet. Virkninger av et tiltak kan være direkte eller indirekte. Alle tiltak skal legges til grunn ved vurdering av omfang. Inngrep som utføres i anleggsperioden skal inngå i omfangsvurderingen dersom de gir varig endring av delmiljøene. Virkningen blir vurdert langs en skala fra *stort negativt* til *stort positivt omfang* (**figur 2**).



Figur 2. Skala for vurdering av omfang (fra Vegdirektoratet 2014).

TRINN 3: SAMLET KONSEKVENSVURDERING

Med konsekvens menes de fordeler og ulemper et definert tiltak vil medføre i forhold til null-alternativet. Sammenstillingen skal vises på en ni-delt skala fra *meget stor negativ konsekvens* til *meget stor positiv konsekvens* (**tabell 2**).

Vurderingen avsluttes med et oppsummeringsskjema der vurdering av verdi, virkning og konsekvenser er gjengitt i kortversjon. Hovedpoenget med å strukturere konsekvensvurderingene på denne måten er å få fram en mer nyansert og presis presentasjon av konsekvensene av ulike tiltak. Det vil også gi en rangering av konsekvensene, som samtidig kan fungere som en prioriteringsliste for hvor en bør fokusere med tanke på avbøtende tiltak og videre miljøovervåkning.

Verdi Omfang	Verdi			
	Ingen verdi	Liten	Middels	Stor
Stort positivt				Meget stor positiv konsekvens (++++)
Middels positivt				Stor positiv konsekvens (+++)
Lite positivt				Middels positiv konsekvens (++)
Intet omfang				Liten positiv konsekvens (+)
Lite negativt				Ubetydelig (0)
Middels negativt				Liten negativ konsekvens (-)
Stort negativt				Middels negativ konsekvens (- -)
				Stor negativ konsekvens (- - -)
				Meget stor negativ konsekvens (- - - -)

Tabell 2. «Konsekvensvifta». Konsekvensgraden finnes ved sammenstilling av verdi og omfang (fra Vegdirektoratet 2014).

KRITERIER FOR VERDISSETTING

Kriterier for verdisetting er oppsummert i **tabell 3**. Nedenfor er det gitt noe mer utfyllende informasjon om enkelte av fagtemaene.

NATURMANGFOLD

For temaet naturmangfold følger vi malen i Statens Vegvesen sin veileder V172 om konsekvensanalyser. Temaet omhandler naturmangfold knyttet til terrestriske (landjorda), limniske (ferskvann) og marine (brakkvann og saltvann) systemer, inkludert livsbetingelser (vannmiljø, jordmiljø) knyttet til disse. Kartlegging av naturmangfold knyttes til tre nivåer: Landskapsnivå, lokalitetsnivå og enkeltforekomster. I denne utredningen er det lagt vekt på å kartlegge og vurdere naturmangfoldet på landskaps- og lokalitetsnivå, men enkeltforekomster er også tatt med.

Verdisettingen er forsøkt standardisert etter skjemaet i **tabell 3**. Nomenklaturen, samt norske navn, følger Artskart på www.artsdatabanken.no.

Tabell 2. Kriterier for verdisetting.

Tema	Liten verdi	Middels verdi	Stor verdi
Funksjonsområder for fisk og andre ferskvannsarter DN-håndbok 15	Ordinære bestander av innlandsfisk. Ferskvannsforekomster uten kjente registreringer av rødlistearter	Verdifulle fiskebestander, f.eks. laks, sjørøret, sjørøye, harr mfl. Forekomst av ål. Vassdrag med gytebestandsmål/årlig fangst av anadrome fiskearter < 500 kg. Mindre viktige områder for elvemusling eller rødlistearter i kategoriene sterkt truet EN og kritisk truet CR. Viktig område for arter i kategoriene sårbar VU og nær truet NT	Viktig funksjonsområde for verdifulle bestander av ferskvannsfisk, f.eks. laks, sjørøret, sjørøye, ål, harr mfl. Nasjonale laksevassdrag. Vassdrag med gytebestandsmål/årlig fangst av anadrome fiskearter >500 kg. Viktig område for elvemusling eller rødlistearter i kategoriene sterkt truet EN og kritisk truet CR

FYSISK KARTLEGGING

Hele anadrom strekning av Fortunselva oppstrøms Skagen ble kartlagt 6. - 7. oktober 2015. Strekningen mellom Skagen og Eidsvatnet ble kartlagt 4. og 5. november 2015. Det var fint vær ved begge anledningene. Vannføringen oppstrøms Skagen var ca. 0,9 m³/s, mens den var rundt 6 m³/s da strekningen fra Skagen til Træ ble kartlagt den 4. november, og ca. 20 m³/s da strekningen mellom Træ og Eidsvatnet ble kartlagt dagen etter.

Den fysiske kartleggingen fulgte rettledninger gitt av Forseth & Harby (2013) og inkluderte registrering av elveklasser og substratstørrelse. Klassifiseringen av elveklasser baserer seg på fire fysiske kriterier: størrelse på overflatebølger, helningsgrad, vannhastighet og dyp (**tabell 2**). Substratstørrelse ble delt inn i seks kategorier:

- Fint (< 2 cm)
- Grus og småsten (2-12 cm)
- Sten (12-30 cm)
- Sten og blokk (≥ 30 cm)
- Fast fjell

Ved kartfesting av substrat er det den dominerende substrattyten som er beskrevet. Vanligvis er det imidlertid et relativt stort innslag av andre substrattyper innblandet.

Tabell 3. Klassifisering av elveklasser ut fra fysiske karakterer. Overflaten kategoriseres som glatt om den har små eller ingen krusninger, og som brutt om den har krusninger ≥ 5 cm. Helningsgradient over 4 % blir regnet som bratt, og under 4 % som moderat. Vannhastigheter over og under 0,5 m/s blir regnet som hhv. hurtig og sakte. Vanndyp på over og under 70 cm blir regnet som hhv. dyp og grunn. Tabellen er hentet fra Forseth & Harby (2013).

Kriterier				Klasse	Elveklasse
Overflate	Helningsgrad	Vannhastighet	Vanndybde		
Glatt / Småriller	Bratt	Hurtig	Dyp	A	«Glattstrøm»
	Moderat	Hurtig	Dyp	B1	
			Grunn	B2	
		Sakte	Dyp	C	«Kulp»
			Grunn	D	«Grunnområde»
Brutt / Ubrutte stående bølger	Bratt	Hurtig	Dyp	E	«Kvitstryk»
			Grunn	F	
	Moderat	Hurtig	Dyp	G1	«Stryk»
			Grunn	G2	
		Sakte			
			Grunn	H	

SKJUL - HULROMSANALYSE

Skjul er viktig for ungfisk. Antall og størrelse på skjul ble kvantifisert ved å måle hvor mange ganger en 13 mm tykk plastslange kunne føres inn i hulrom mellom stener innenfor en stålramme på 0,25 m². Størrelsen på hulrommene ble bestemt ut fra hvor langt ned mellom stenene plastslangen kunne stikkes, og ble delt i tre skjulkategorier;

S1: 2-5 cm, S2: 5-10 cm, og S3: > 10 cm.

Skjulmålinger ble utført totalt 32 steder i vassdraget (**figur 13**). På hvert sted ble det utført tre skjulmålinger i transekt, én nær bredden, én så langt ut mot midten av elven som det var praktisk mulig å gå, og én midt mellom disse. Innenfor dette måleområdet ble målepunktet plassert «tilfeldig» ved å kaste ut en stålramme på 0,25 m² i elven (jf. Forseth og Harby 2013).

Gjennomsnittlig antall skjul for hver av de tre kategoriene ble beregnet for hvert transekt. Disse verdiene er deretter summert opp for å gi en verdi for «vektet skjul»:

$$\text{Vektet skjul} = S1 + S2 \times 2 + S3 \times 3$$

I henhold til verdier for vektet skjul klassifiseres hvert segment til å ha lite skjul (< 5), middels skjul (5-10) eller mye skjul (> 10).

VANNDEKT AREAL OG VANNDYP VED ULIKE VANNFØRINGER

Vanndekt areal ble beregnet ved å måle total elvebredde og vanndekt bredde ved ulike vannføringer. Slike nøyaktige målinger ble utført på 8 ulike profiler ovenfor Skagen. Målingene ble utført på vannføringene 0,28 m³/s, 0,9 m³/s og 3 m³/s.

HYDROLOGISK VARIASJONSANALYSE

Grunnlaget for den hydrologiske variasjonsanalysen er basert på vannføring målt ovenfor Skagen i perioden 1918-1958, som er før regulering. Etter utbygging er det målinger av vannføring nedenfor Skagen i perioden 2000-2015. Vannføringen ovenfor Skagen etter utbygging er beregnet ved at vannføringen i kraftverket er trukket fra målt vannføring i elven nedenfor Skagen.

For vurdering av vannføringer på elvestrekningen ovenfor Skagen er det også brukt måledata fra Bjørk bru i perioden fra oktober 2015 til mai 2016.

Basert på systematiske analyser av vannføring ble det utarbeidet og vurdert verdier som minimum, maksimum og middel vannføring for døgn, uker, måneder og år. Verdiene ble også beregnet for ulike relevante perioder av året.

For vurdering av raske vannstandsendringer (effektkjøring) ble timesdata av vannstand målt ved Dregni bru analysert for perioden 01.07.2004 til 27.01.2016, totalt 4227 dager. I denne perioden var det totalt 190 dager (4,5 %) som måtte fjernes fordi de ikke hadde data eller de registrerte verdiene var åpenbart feil.

For perioden 27. oktober 2015 til 12. mai 2016 ble vannstanden målt hvert 5. minutt ved Dregni Bru og ved Vassbakk, og disse dataene er brukt til å analysere raske vannstandsendringer i denne perioden.

TEMPERATURMODELLERING

Det foreligger ikke historiske temperaturdata fra før reguleringen, og fra perioden etter reguleringen er det noe sparsomt med data. Data fra innløp Eidsvatnet (nedenfor Skagen) og ved Holmastad (ovenfor Skagen) fra 2006 og 2015/2016, beskriver forskjeller mellom de to elvestrekningene og mellom år.

BESTANDSSTATUS

Beskrivelse av bestandsstatus for laks og sjøaure er basert på offentlig fangststatistikk og årlige ungfiskundersøkelser og drivtellingene av voksen fisk i perioden 2005-2015. Det er ikke registrert ål i vassdraget.

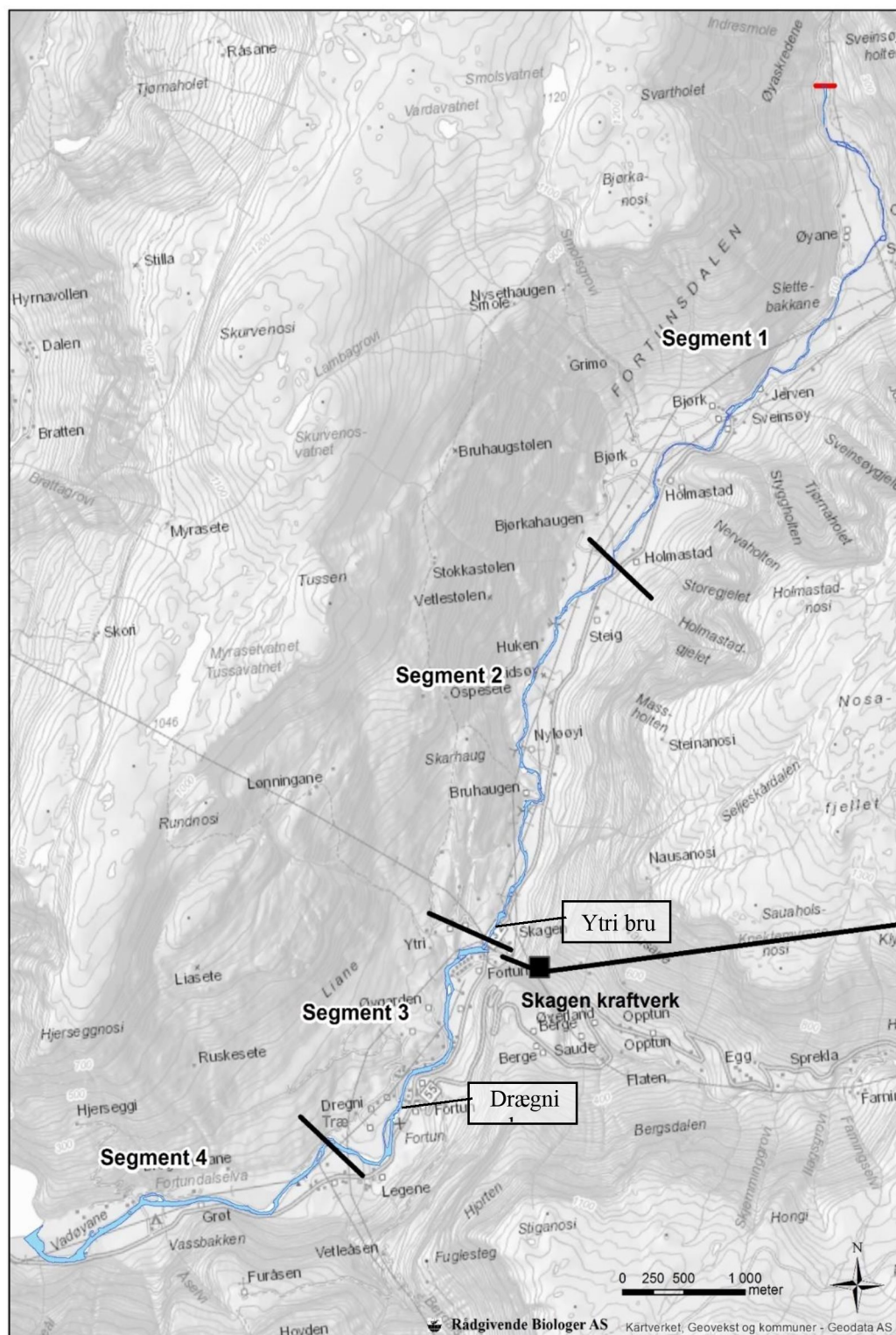
Ungfiskundersøkelsene er gjennomført ved standardisert elektrofiske som gir tetthetsestimat (Zippin 1958, Bohlin mfl. 1989). Det ble årlig fisket på 8 stasjoner à 100 m², 5 ovenfor Skagen og 3 nedenfor Skagen i perioden 2005 til 2015. I 2013 ble det fisket på et større antall stasjoner for å vurdere stasjonsnettets representativitet, og basert på resultatene ble nettet utvidet med 2 stasjoner fra 2014, en oppstrøms og en nedstrøms Skagen (Sægrov mfl. 2016). All fisk ble tatt med og artsbestemt, lengdemålt og veid. Alderen ble bestemt ved analyse av otolitter (ørestein) og/eller skjell, og kjønn og kjønnsmodning ble bestemt. Utsatt fisk ble skilt fra vill fisk (naturlig rekruttert) ut fra ytre karakteristika (manglende fettfinne, slitte finner, forkortet gjellelokk), og ved vekstmønster på skjell og otolitter. Undersøkelsene er blitt gjennomført i oktober-november ved lav vannføring og relativt lav temperatur på strekningen ovenfor Skagen. I perioden 2005-2011 var det ugunstig høy vannføring under elektrofisket nedstrøms Skagen, men de siste fire årene har vannføringen også her vært gunstig for elektrofiske (Sægrov mfl. 2016).

Gytefisktellingene ble gjennomført i gytetiden (oktober-november) ved observasjoner fra elveoverflaten av to personer som iført dykkerdrakter, maske og snorkel drev, svømte eller krabbet nedover elva. En tredje person som gikk/kjørte langs elva noterte etter jevnlig konsultasjoner observasjonene og tegnet dem inn på kart. Tellingene ble gjennomført ved lav vannføring og det ble etterstrebet å få best mulig sikt. Ovenfor Skagen var det god sikt alle årene unntatt i 2010, da gravearbeider gjorde det umulig å se fiskene. Nedenfor Skagen ble det talt når kraftverket av andre årsaker ikke var i drift. Vannføringen var da ned mot minstevannføring, men sikten var noen år for dårlig til å gi pålitelige tellinger siden det ikke var nok vann i restfeltet til å dekke minstevannføringen og det ble sluppet leirholdig magasinvann gjennom kraftverket.

DIAGNOSE

Ved utarbeidelse av diagnosen er Fortunselva delt inn i totalt fire segmenter; to på strekningen fra vandringshinderet ved Øyane til Skagen og to på strekningen fra kraftverksavløpet ved Skagen til Eidsvatnet (**figur 3**). Det øverste segmentet fra Øyane til Holmastad er ca. 5 km langt, og omtales

heretter som «segment 1». Segment 2 mellom Holmastad og Skagen er ca. 4 km langt. Segment 3 nedenfor Skagen er 2,4 km og nedre del av elva, fra Træ og ned til Eidsvatnet, er segment 4 og har en lengde på 3,0 km (**figur 3**).



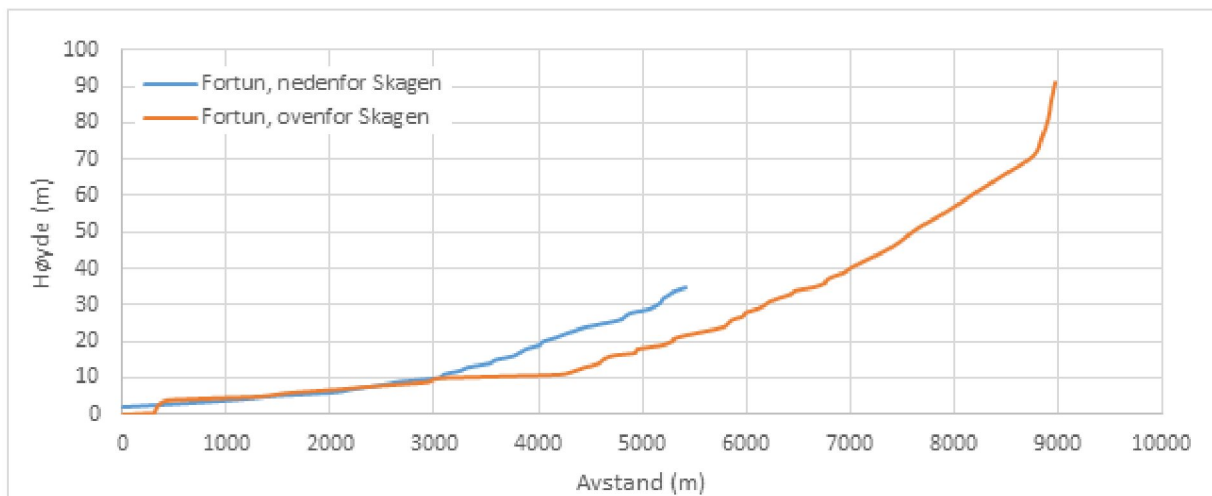
Figur 3. Kart over anadrom strekning i Fortunselva. Segmentene som er vurdert i diagnose-delen av denne rapporten er markert med svarte streker. Rød strek er vandringshinderet. Skagen kraftverk med vannveier er markert.

RESULTATER - DIAGNOSEVERKTØY

FYSISK KARTLEGGING

GRADIENT

Fortunselva har gjennomgående liten stigning nedenfor Skagen. På de nederste tre km ovenfor Eidsvatnet, opp til Træ, er gjennomsnittlig stigning 0,3 %. På strekningen fra Træ og opp til Skagen er gjennomsnittlig stigning på 1,1 %, og med et kort parti med stigning over 4 %. Ovenfor Skagen går elven slakt de nederste 4,5 km, med unntak av en liten foss ca. 300 m ovenfor Skagen. Gjennomsnittlig stigning er på 0,3 % de nederste 4,5 km (opp til Holmastad). De påfølgende 4 km oppover har en gjennomsnittlig stigning på 1,3 %, og to korte partier på denne strekningen har stigning over 4 %. På de siste 500 m opp mot vandringshinderet stiger elveløpet bratt med i gjennomsnitt 5 % (**figur 4**).



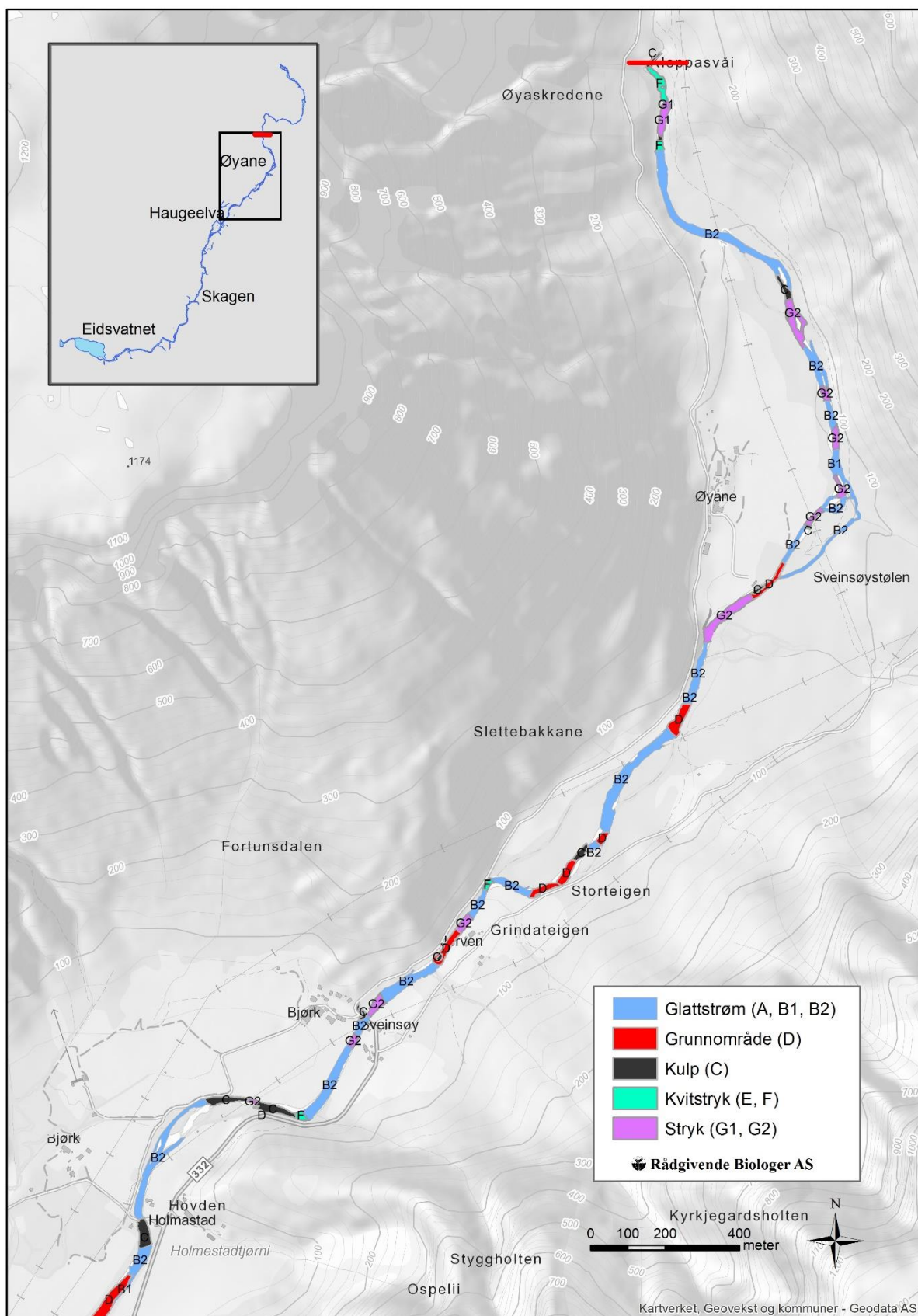
Figur 4. Stigningsgradient for den anadrome delen av Fortunselva ovenfor og nedenfor Skagen.

MESOHABITAT OG ELVEKLASSER

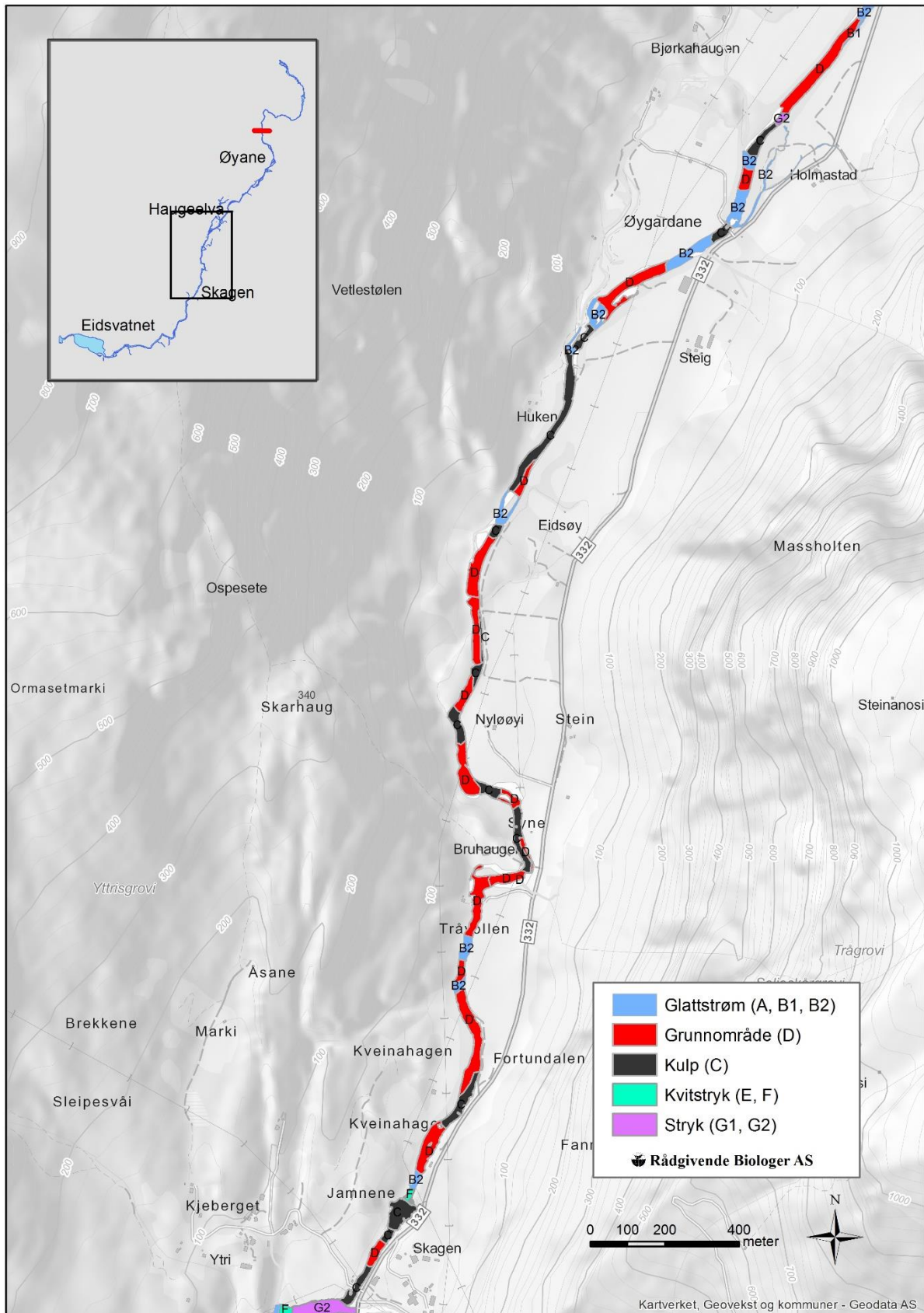
På strekningen fra vandringshinderet og ned til Bjørk bru er det «glattstrøm» og «grunnområder» som er dominerende mesohabitattype, men det er også relativt store innslag av «stryk». Fra Bjørk bru og nedover er «grunnområder» vanligste mesohabitattype, men det er også et markert innslag av «kulper». Fra Skagen og ned til Træ dominerer «stryk» som mesohabitat, men det er også et tydelig innslag av «glattstrøm». Fra Træ og ned er «glattstrøm» dominerende mesohabitattype. Samlet utgjør «glattstrøm» og «grunnområde» hhv. 36 % 33 % av habitatet oppstrøms Skagen. Tredje vanligste habitattype på denne strekningen er «kulp» med totalt 22 % av arealet. «Stryk» og «kvitstryk» utgjør hhv. 8 og 2 %. Nedenfor Skagen dominerer «glattstrøm» og utgjør 62 % av arealet. Nest vanligste habitattype nedstrøms Skagen er «stryk» med 35 %. «Kulp» og «Kvitstryk» utgjør hhv. 2 og 1 % på denne strekningen (**figur 5, tabell 5**).

Tabell 4. Andel (% av areal) av ulike elveklasser på den anadrome strekningen i, fordelt på strekningene oppstrøms og nedstrøms Skagen.

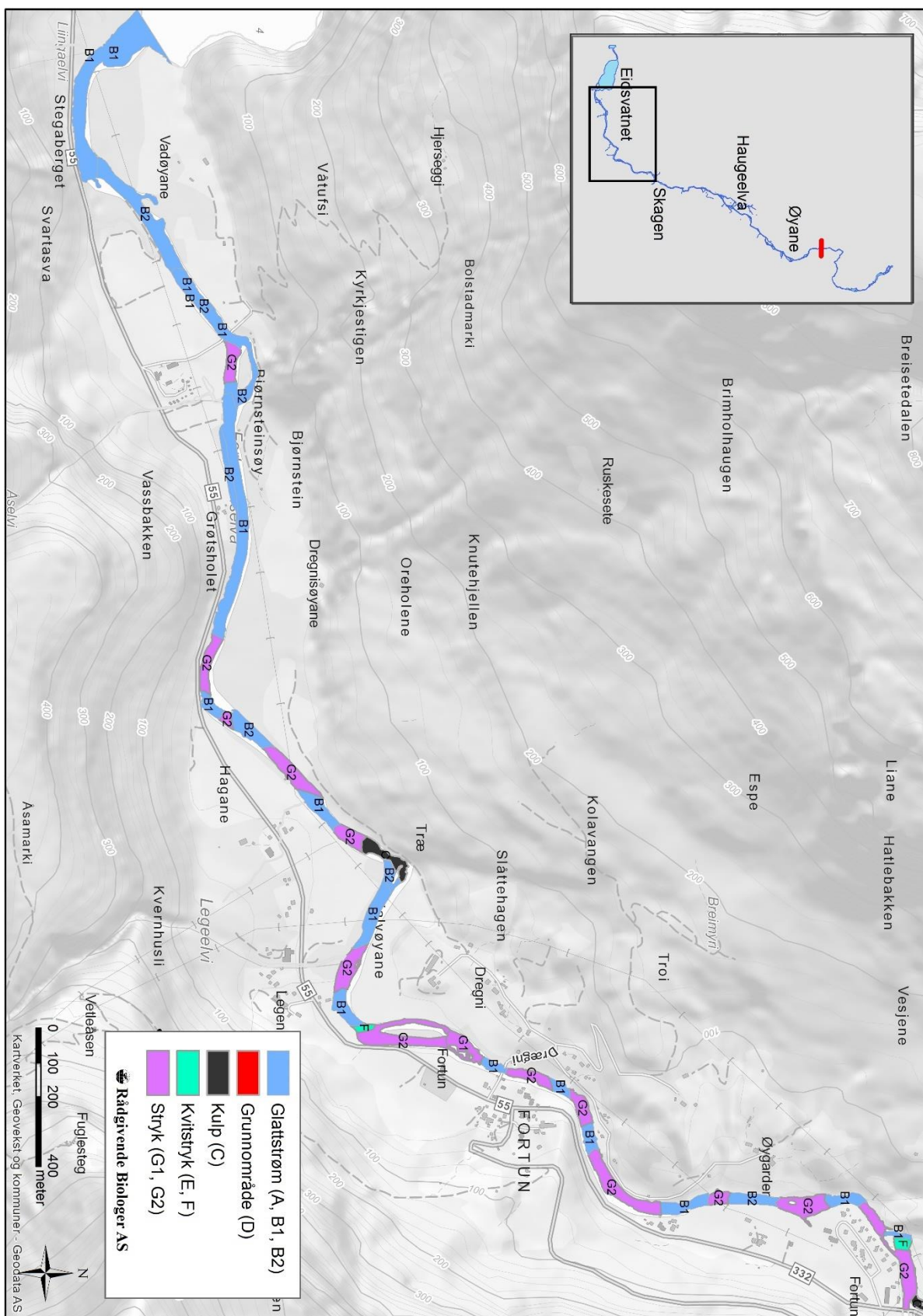
Elvedel	Elveklasse (mesohabitat)				
	Glattstrøm (A, B1, B2)	Kulp (C)	Grunnområde (D)	Kvitstryk (E, F)	Stryk (G1, G2, H)
Ovenfor Skagen	35,9	21,7	32,9	1,8	7,8
Nedenfor Skagen	61,9	2,3	0,0	1,2	34,6
Totalsum	49,3	11,7	15,9	1,5	21,6

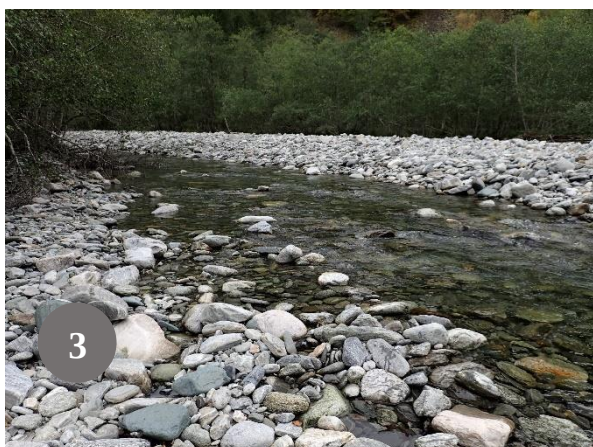
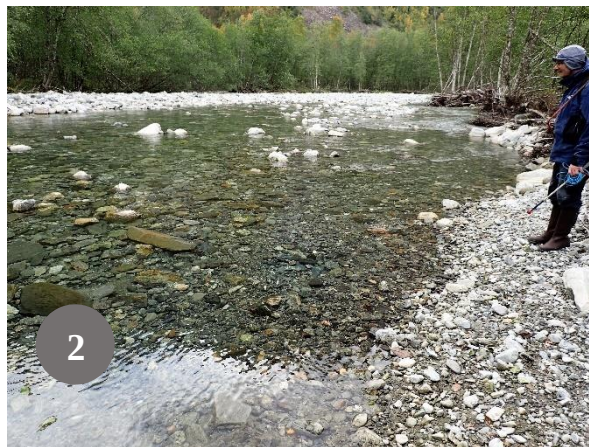


Figur 5. Elveklasser og mesohabitat i Fortunselva mellom vandringshinder og Holmastad ved 0,9 m³/s. Vandringshinder er vist med rød strek.



Figur 6. Elveklasser og mesohabitat i Fortunselva mellom Holmestad og Skagen ved 0,9 m³/s.





Figur 8. Øvre del av Fortunselva ved ca. 0,9 m³/s.

1) Ovenfor Øyane; elven er relativt stri og grov. 2) Grunnområde ved Øyane; her er også en liten gytegrøp. 3) Parti med relativt grov bunn, og mye tørrfall. Ved lave vannføringer forsvinner alt vannet ned i grunnen på dette partiet. 4) Ved Øyane; det er også vanndekning i sideløpet ved 0,9 m³/s. 5) Ned mot Bjørk bro renner elven i stryk. 6) Ca. 300 m nedstrøms Bjørk Bro. Her varierer det mellom «stryk», «kvitstryk» og «kulp».

SUBSTRAT

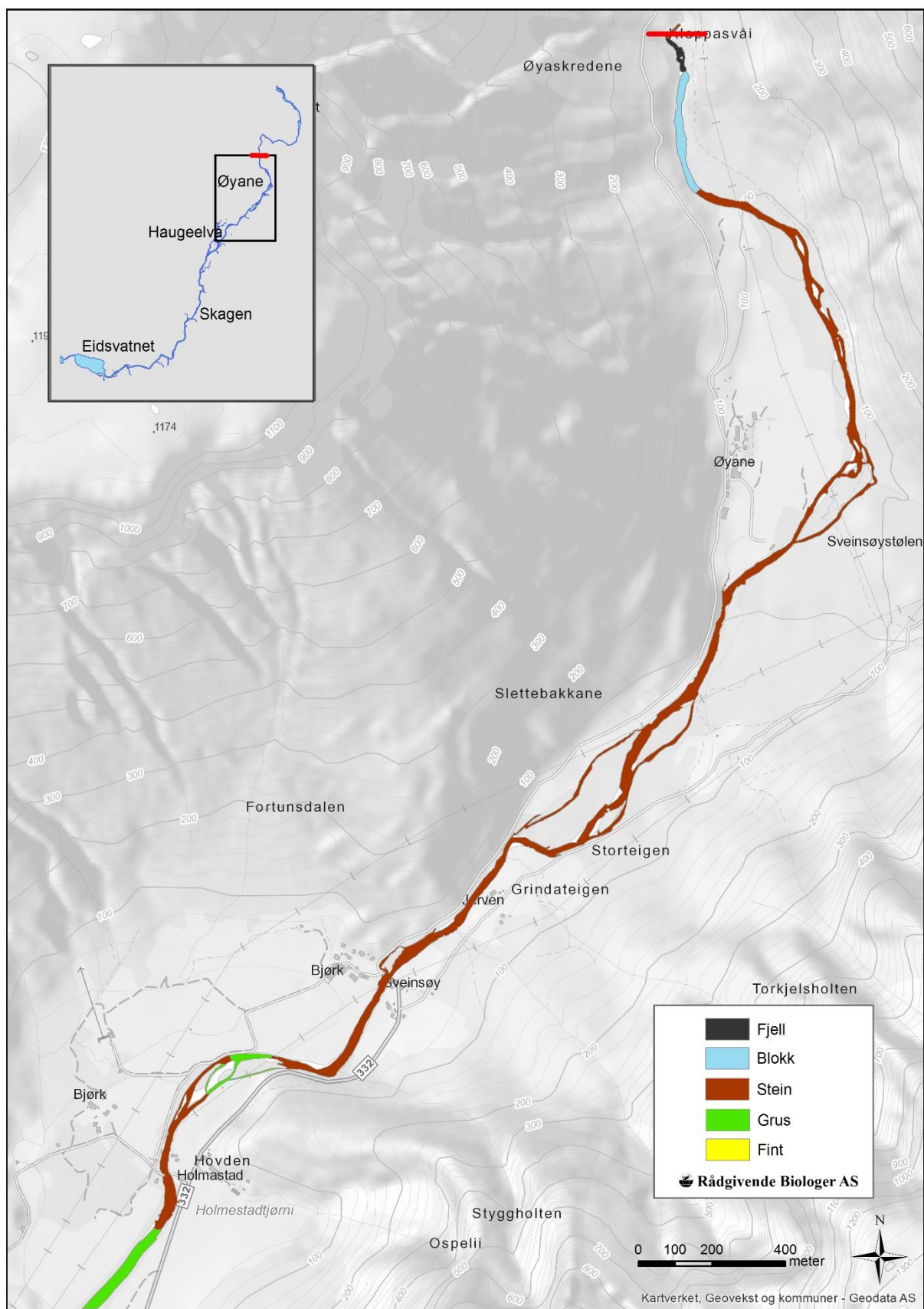
Elvebunnen i Fortunselva er stort sett sammensatt av flere substrattyper. Strekningen fra vandringshinderet og ned til Holmastad er dominert av substrattypen «sten». Fra Holmastad og nedover mot Skagen er «grus» dominerende substrattypen øverst, mens det blir høyere og høyere innslag av «fint» substrat nedover i elven. Samlet dominerer «sten» som substrattypen ovenfor Skagen, og dominerer på 52 % av arealet. «Grus» og «fint» substrat dominerer på hhv. 30 % og 14 % av arealet (**tabell 6**). Nedenfor skagen dominerer «blokk» som substrattypen i øvre del, på midtpartiet er «sten» dominerende, mens «grus» er vanligste substrattypen ned mot Eidsvatnet (**tabell 6, figur 9**).

Tabell 5. Andel (% av areal) der ulike substrattyper er dominerende i de ulike delene av Fortunselva

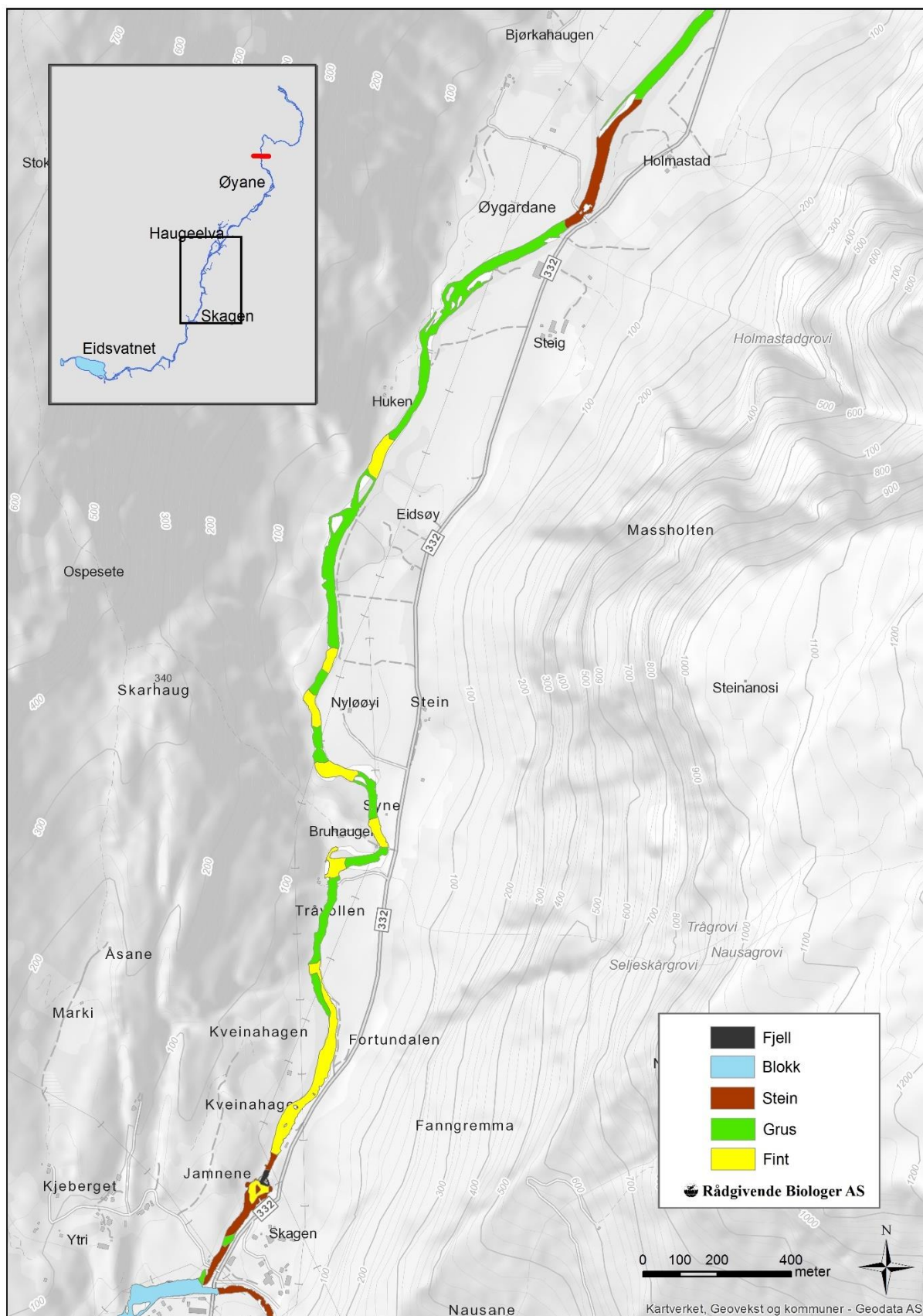
Elvedel	Andel av substratklasse (%)				
	Fint	Grus	Blokk	Sten	Fjell
Ovenfor Skagen	14,4 %	30,0 %	3,0 %	51,6 %	1,1 %
Nedenfor Skagen	3,7 %	49,7 %	18,3 %	28,3 %	0,0 %
Totalsum	9,1 %	39,8 %	10,6 %	39,9 %	0,5 %



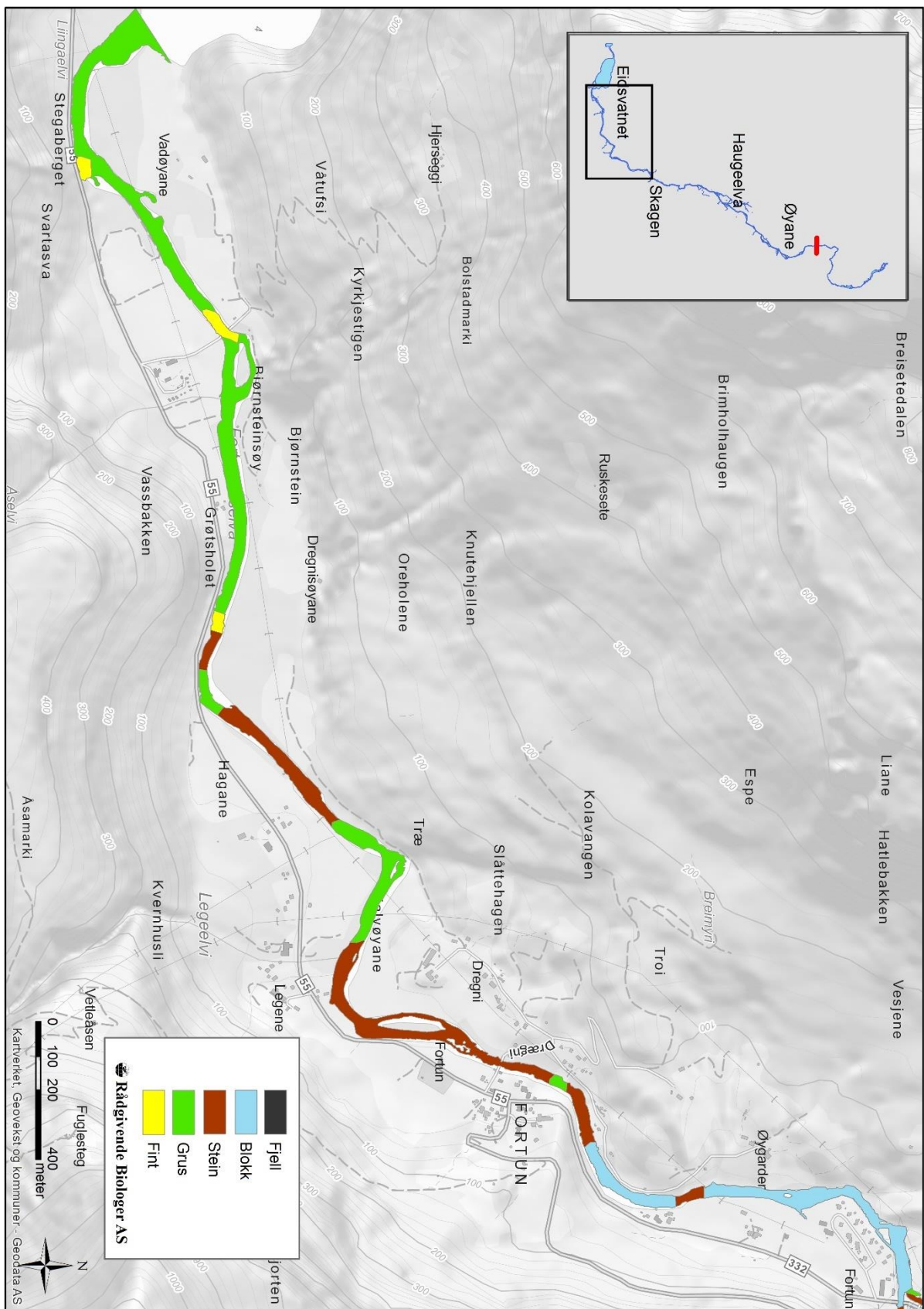
Figur 9. Venstre: Typiske substrattyper i øvre del ved Øyane. Elven er dominert av sten, med en del hulrom mellom. **Høyre:** Lenger ned i terskelområdene er det grus og fint substrat som dominerer. Her fra utløpet av høl ved Bruhaugen med flere mindre gytegrøper synlig som lyse felt.



Figur 10. Substrattyper i Fortunselva mellom vandringshinder og Holmestad i 2015. Vandringshinder er vist med rød strek.



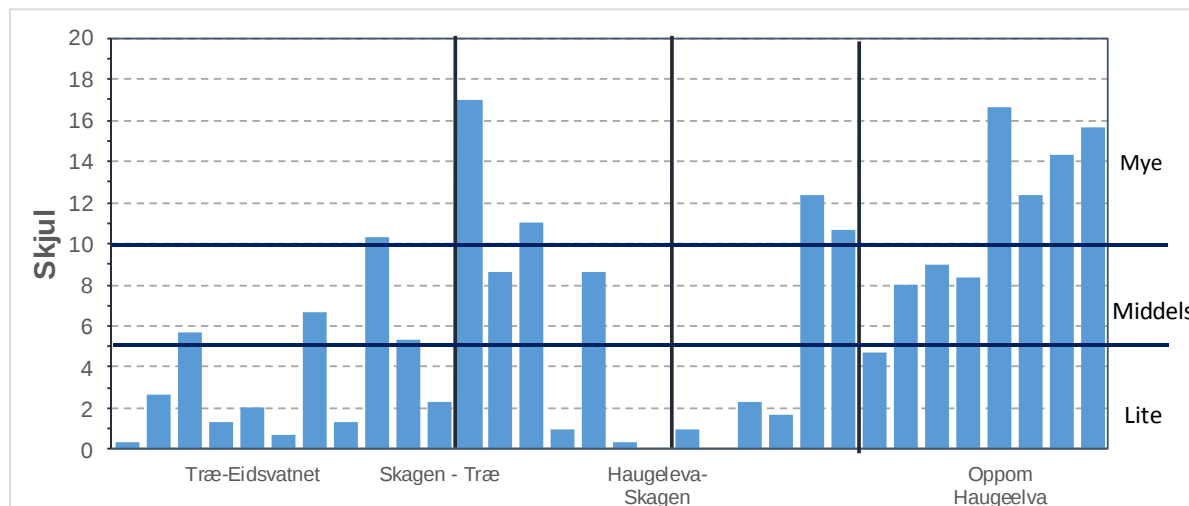
Figur 11. Substrattyper i Fortunselva mellom Holmastad og Skagen i 2015.



Figur 12. Elveklasser og mesohabitat i Fortunselva mellom Skagen og Eidsvatnet i 2015.

SKJUL - HULROMSANALYSE

I Fortunselva ovenfor Haugeleva ble gjennomsnittlig verdi for vektet skjul målt til 10,3. Skjulverdien avtar noe nedover på denne strekningen. Fra Holmastad og ned til Skagen var gjennomsnittlig skjulindeks 1,9. Gjennomsnittlig skjulindeks er 7,1 for hele den anadrome strekningen ovenfor Skagen. Mellom Skagen og Eidsvatnet er gjennomsnittlig skjul beregnet til 5,4. For delstrekningen mellom Skagen og Træ er det et gjennomsnittlig skjul på 9,1, mens den i gjennomsnitt er 2,9 nedenfor Træ. Grensen mellom lite og middels skjulforekomst går ved 5, og mellom middels og mye ved 10 (Forseth & Harby 2013) (**figur 13**).



Figur 13. Forekomst av skjul på hvert av målepunktene i Fortunselva høsten 2015. Oppe i vassdraget til høyre.

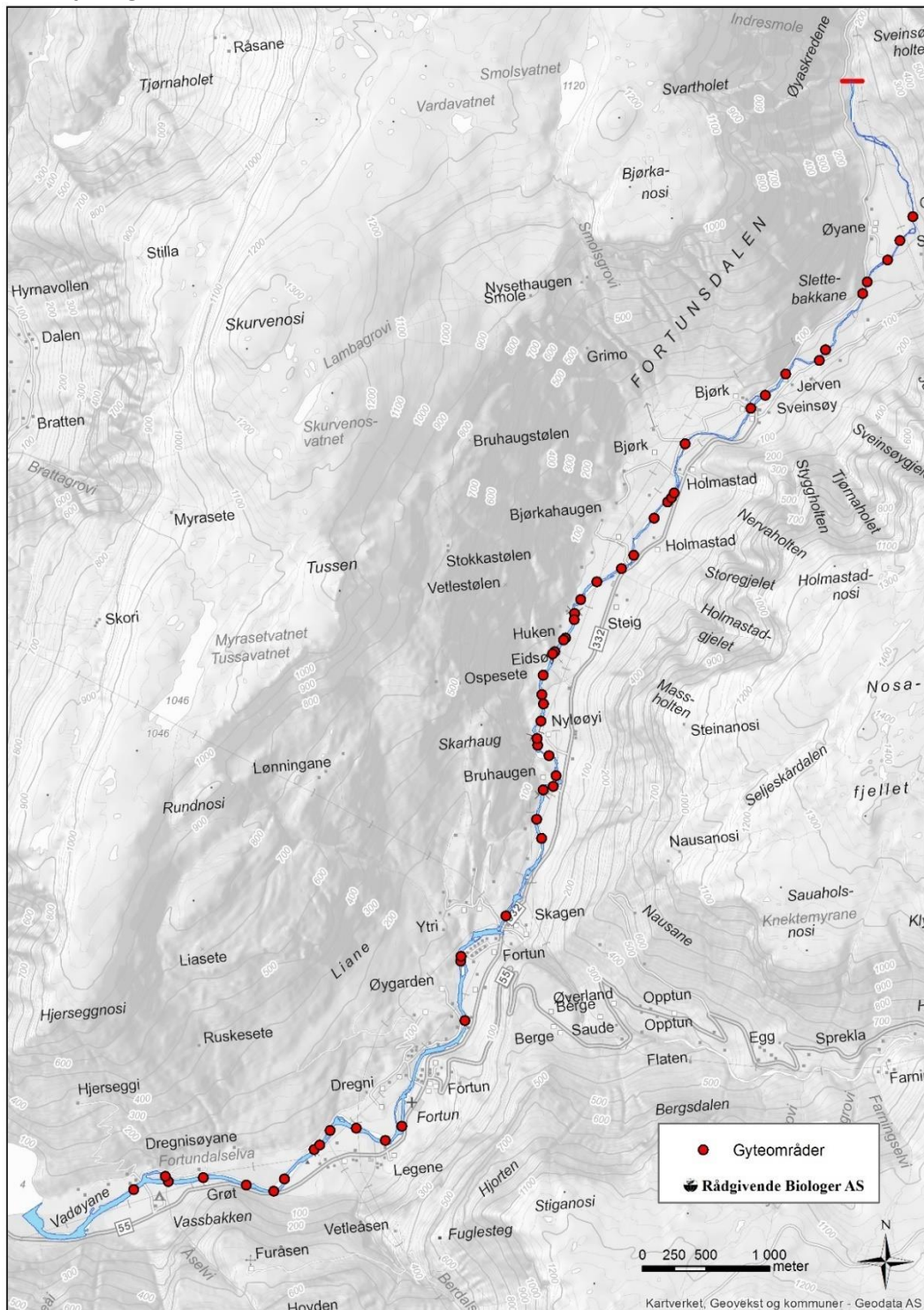
Det er relativt god sammenheng mellom dominerende substrattype og gjennomsnittlig skjul, men andelen finmateriale har også relativt mye å si for skjulforholdene i Fortunselva (**tabell 5**). For eksempel har et område med sten som dominerende substrattype en gjennomsnittlig skjulscore på 9,2, men i områder uten finstoff er det mer enn 10 i skjul, mens det i områder med 15 % finstoff er en gjennomsnittlig skjulscore på 4,7.

Tabell 6. Gjennomsnittlig skjulindeks for hver enkelt substratkategori i forhold til andel av den fineste substrattypen.

Dominerende substrat	Andel finmateriale (%)								Gjennomsnittlig skjul
	0	5	10	15	20	30	50	60	
Fint							0,7	0,0	0,3
Grus	2,5	5,5	0,9		4,2	0,8			2,5
Sten	12,8	9,4	3,5	4,7					9,2
Blokk	16,3	11,0							14,6
Gjennomsnittlig skjul	11,1	8,8	1,6	4,7	4,2	0,8	0,7	0,0	6,3

GYTEOMRÅDER

I øvre del av den anadrome strekningen av Fortunselva er det få typiske gyteområder, og en må mer enn 1 km nedover elven før en finner et større sammenhengende gyteområde. Ned til Holmastad er det relativt brukbart med gyteområder. Derfra og ned mot Bruhaugen er det relativt tett med gyteområder, mens det på den siste kilometeren ned mot Skagen bare er noen få gyteområder. Gyteområdene som er inntegnet er større markerte gyteområder; mindre områder som også kan benyttes til gyting, særlig av aure, er det betydelig flere av.



Figur 14. Potensielle gyteområder i Fortunselva. I tillegg til gyteområder markert her finnes det mindre områder med gytemuligheter innimellom.

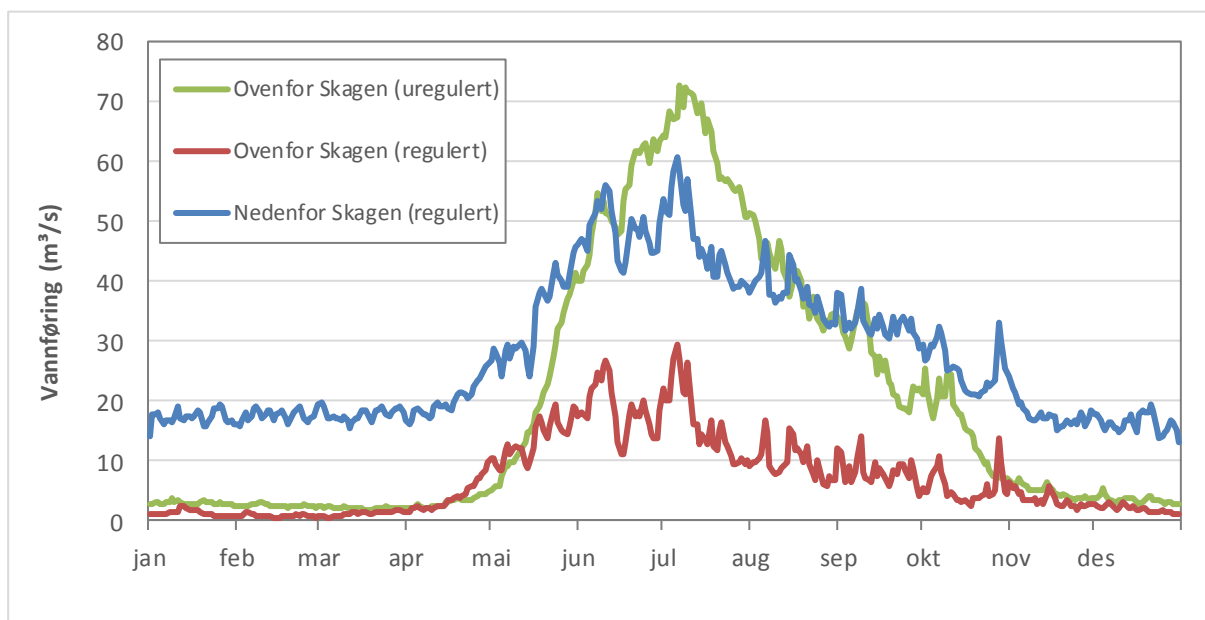
Nedenfor Skagen er det få gyteområder på strekningen ned til Træ. Deretter er det relativt tett med markerte gyteområder helt ned til den nederste kilometeren av elven, hvor det ikke er registrert noen gyteområder (**figur 14**).

HYDROLOGISK VARIASJONSANALYSE

Etter at Fortunselva ble regulert er det blitt en betydelig endring i vannføringen. Nedenfor Skagen har den gjennomsnittlige vannføringen i perioden 1961 til 2015 vært 28,4 m³/s. Det er ikke vannføringsmålinger nedenfor Skagen fra perioden før regulering, men en må anta at det er det blitt flere døgn med moderat og høy vannføring, mens antall døgn med lav vannføring har blitt betydelig redusert.

For områdene ovenfor Skagen (restfeltet) finnes det ikke gode målinger av vannføringen etter reguleringen, slik at en ikke kan gi eksakte tall for endringene gjennom året. Før reguleringen var imidlertid gjennomsnittlig vannføring ca. 20 m³/s ved Ytri bru rett ovenfor Skagen. Etter reguleringen er vannføringen i snitt blitt betydelig lavere og er beregnet til i gjennomsnitt 7,4 m³/s i perioden 2000-2015, noe som tilsier en reduksjon på litt over 60 %. Før regulering ble de laveste vannføringene normalt målt i vintersesongen og laveste målte døgnsnitt i perioden 1918-1958 var 0,23 m³/s. I sommersesongen var laveste målte døgnsnitt 0,84 m³/s.

Vannføringen i restfeltet er høyest i juni og juli med gjennomsnittlig maksimum rundt 30 m³/s. Vintervannføringen er over 1 m³/s det meste av tiden, men kan periodevis bli svært lav. Etter nyttår 2006 målte NVE en vannføring på 0,045 m³/s (45 l/s) ved Bjørk (Per Magne Gullaksen, pers. medd.). Det er ikke krav til minstevannføring i elven ovenfor Skagen. Nedenfor Skagen er det i perioden fra mai til juli omtrent like mye vann fra restfeltet som fra kraftverket, og ellers på året dominerer avløpet fra kraftverket vannføringen. Vannføringen er blitt målt ved Bjørk bru siden høsten 2015, og i perioden fram til mai 2016 var laveste målte vannføring 180 l/s.



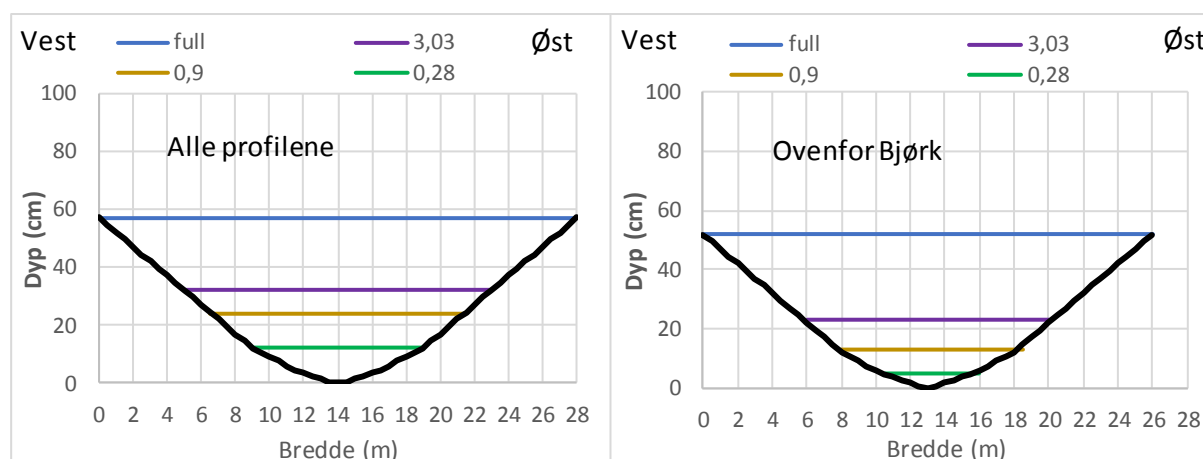
Figur 15. Vannføring ovenfor Skagen før (1918-1958) og etter (2000-2015) utbygging og nedenfor Skagen etter utbygging (2000-2015). Vannføringen ovenfor Skagen etter utbygging er beregnet ved at vannføringen i kraftverket er trukket fra målt vannføring i elven nedenfor Skagen.

På øvre del av anadrom strekning kommer det til sideelver. Den mest vannsikre og vannrike av disse er Haugeelva, som har utløp i hovedelven ca. 3,7 km ovenfor avløpet fra kraftverket. Haugeelva har et nedbørfelt på 12,1 km², gjennomsnittlig årsvannføring er 0,46 m³/s og alminnelig lavvannføring er beregnet til 15,7 l/s. Bidraget fra sideelvene gjør at det i tørre perioder er betydelig mer vann på strekningen nedenfor utløpet av Haugeelva enn ovenfor. På strekningen ovenfor utløpet av Haugeelva

er dalen relativt flat og dalbunnen består av grove masser ca. 2,5 km oppover. Dette gjør at vannet forsvinner ned i grunnen i nedbørfattige perioder, og på noen strekninger kan vanndekt areal bli svært lite.

VANNDEKNING

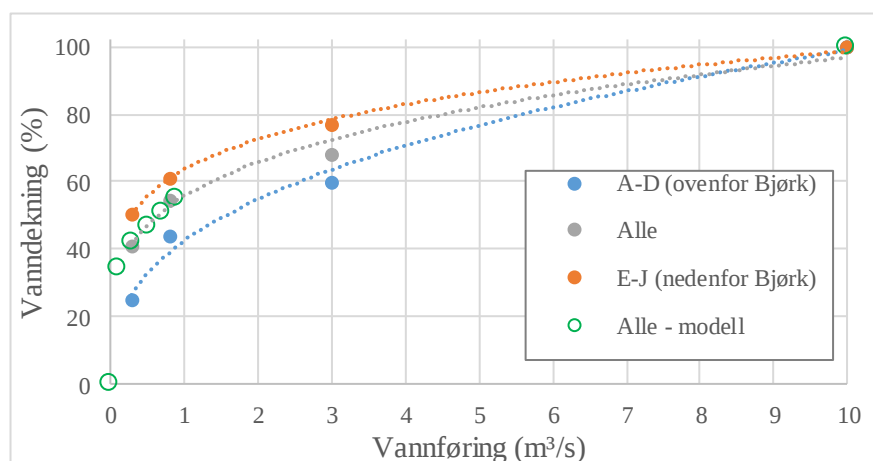
Målinger ved de 8 måleprofilene viser at vanndekningen ovenfor Skagen i moderat grad påvirkes av endret vannføring. Vanndekningen avtar raskere i øvre del av elven enn i nedre del. Den ene profilen som ble målt opp var helt tørrlagt ved vannføring ved Bjørk bru på 0,28 m³/s. Alle profilene er vist i vedlegg A.

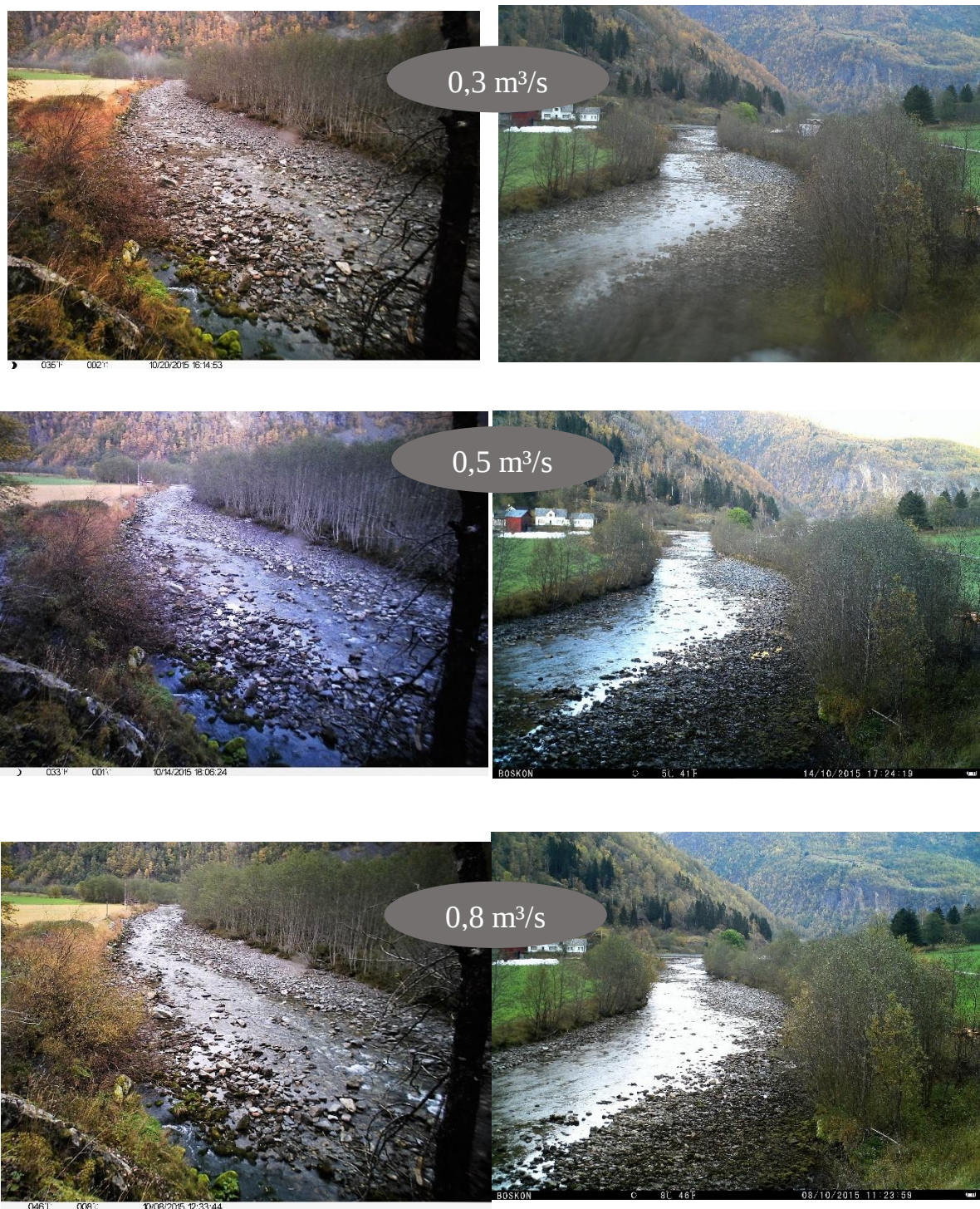


Figur 16. Gjennomsnittlig vanndekning og vannhøyde ved en gjennomsnittlig elveprofil i Fortunselva basert på 8 profiler ovenfor Skagen (venstre) og på 4 profiler ovenfor Bjørk (høyre).

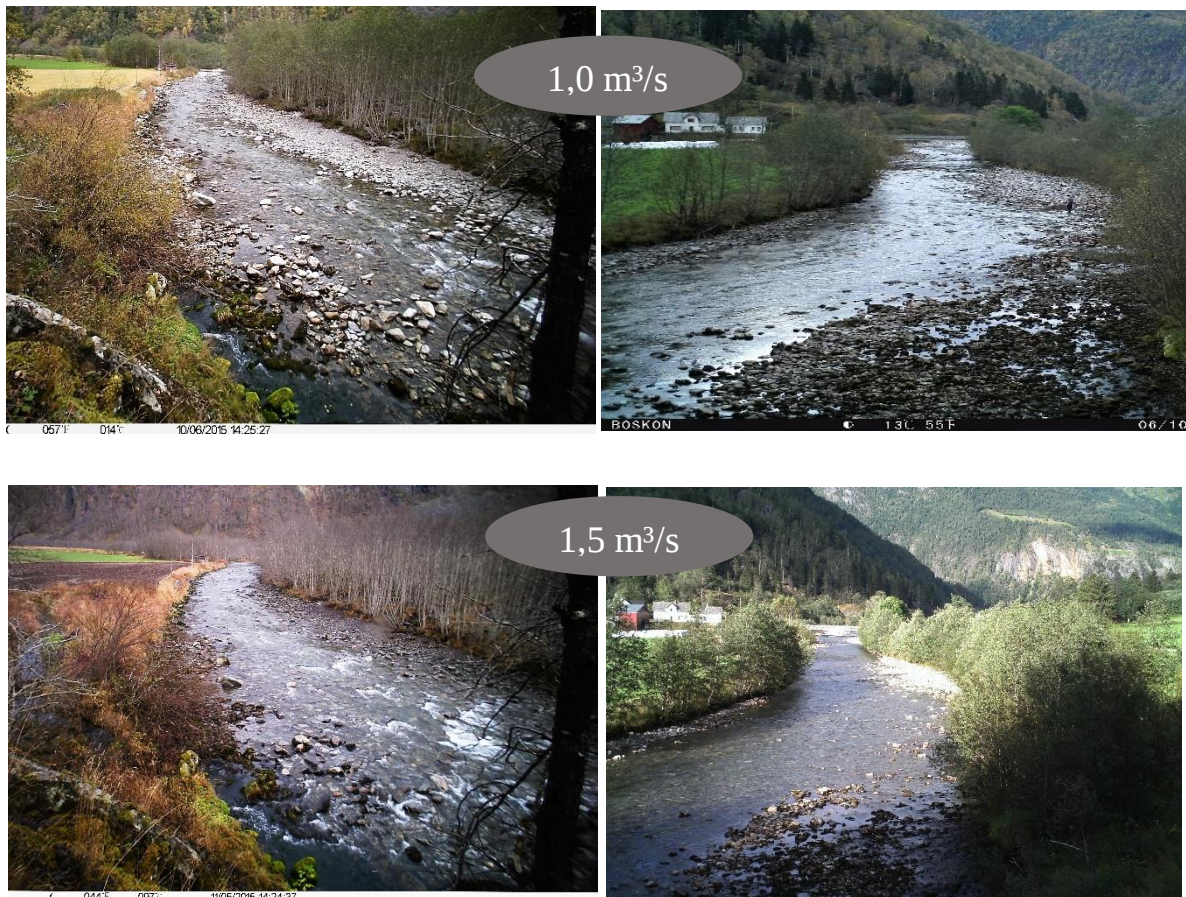
Ved gjennomsnittlig vannføring ovenfor Skagen er vanndekningen mellom 80 og 90 prosent, forutsatt at en regner vanndekning ved 10 m³/s som full elv. Ved vannføring på 1,0 m³/s er gjennomsnittlig vanndekning på 57 %. Fra 1,0 m³/s reduseres vanndekningen relativt lineært ned mot 0,2 m³/s. Det er også laget en vassdragsmodell som beskriver forholdet mellom vanndekning og vannføring mellom 0,1 og 1,0 m³/s. Ut fra **figur 17** ser en at det er godt samsvar mellom beregnet vanndekning mellom 0,2 og 1,0 m³/s (modell=grønne ringer) og de profilene som ble målt (grå).

Figur 17. Vanndekning i Fortunselva ovenfor Skagen mellom 0 og 10 m³/s. Beregningene er vist for alle de 8 målte profilene (grå), for fire profiler ovenfor Bjørk (blå) og for strekningen nedenfor Bjørk (rød), samt for en teoretisk modell for vanndekning (grønn).





Figur 18. Bilder fra to områder i øvre del av Fortunselva, ved vannføring på ca. 0.3, 0.5 og 0.8 m³/s. Fortunselva like oppstrøms Grandfaste til venstre og Fortunselva like nedstrøms Bjørk bru til høyre.



Figur 19. Bilder fra to områder i øvre del av Fortunselva, ved vannføring på ca. 1,0 og 1,5 m³/s. Fortunselva like oppstrøms Grandfaste til venstre og Fortunselva like nedstrøms Bjørk bru til høyre.

LAVVANNSPERIODER

Det er krav om minstevannføring på 3,75 m³/s nedenfor kraftverksavløpet i Fortunselva, og dette har hatt stor innvirkning på lavvannsperiodene i denne delen av vassdraget. I perioden 1985-2015 har minste årlige ukesmiddel i gjennomsnitt vært 7,4 m³/s, som er antatt å være betydelig høyere enn beregnet laveste ukesmiddel før regulering. Før regulering (1918-1958) var laveste årlige ukesmiddel ovenfor Skagen i gjennomsnitt 0,98 m³/s, med variasjon fra 0,23 m³/s til 2,65 m³/s. Alle årene inntraff uken med lavest gjennomsnitt om vinteren. Ved Bjørk bru er det målt vannføring siden slutten av oktober 2015, og fram til mai 2016 var minste ukesmiddel i denne perioden 0,18 m³/s. En må anta at gjennomsnittlig ukesmiddelvannføring er blitt betydelig redusert ovenfor Skagen etter regulering, og jo lenger opp en kommer på den anadrome strekningen desto større har den relative reduksjonen i minste ukesmiddelvannføring blitt.

GYTEVANNSTAND

Begrepet gytevannstand beskriver forholdet mellom vannstand i gyteperioden og lavvannsperioder påfølgende vinter. Siden det ikke foreligger gode før- og etter-data, er det vanskelig å gjøre en eksakt analyse av endringen som en følge av reguleringen. Det er antatt at gyteperioden for laksen i Fortunselva er mellom 15. oktober og 1. desember. Auren gyter sannsynligvis også i denne perioden, men i større grad tidlig i denne perioden.

Oppstrøms Skagen var vannføringen før regulering i gjennomsnitt $7,0 \text{ m}^3/\text{s}$ i gyteperioden, mens den har vært rundt $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$ etter regulering. Vannføringen var altså 59 % høyere i gyteperioden før regulering sammenlignet med etter regulering.

Lavvannsperiodene om vinteren var i gjennomsnitt $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ før regulering. For perioden etter reguleringen er det ikke gode data på lavvannføring, men den har sannsynligvis vært under $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ etter reguleringen.

Nedenfor Skagen er det ikke førdata som beskriver lavvannføringsperioder, men i og med at det er innført minstevannføring etter utbyggingen er det sannsynlig at lavvannføringsperioden er betydelig høyere vannføring nå enn det som var tilfellet før regulering. Gytevannføringen har trolig endret seg lite.

VANNFØRING UNDER SMOLTUTVANDRINGEN

Smoltutvandringsperioden er primært regnet å være i mai og juni. For denne perioden er vannføringen beregnet til å ha vært i gjennomsnitt ca. $36 \text{ m}^3/\text{s}$ før regulering ovenfor Skagen, mens den er redusert til i gjennomsnitt ca. $16 \text{ m}^3/\text{s}$ etter at elven ble regulert. Det har altså vært en gjennomsnittlig reduksjon i vannføringen på litt over 55 % i smoltutvandringsperioden etter at vassdraget ble regulert. Nedenfor Skagen har gjennomsnittlig vannføring i smoltutvandringsperioden vært $41 \text{ m}^3/\text{s}$ etter reguleringen, noe som sannsynligvis er på nivå med det den var før reguleringen.

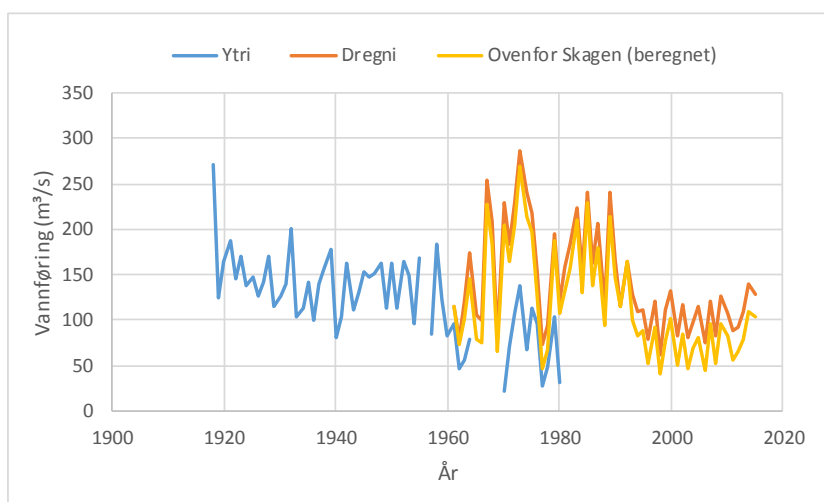
Smolten vandrer ofte ut i forbindelse med vannstandsøkning, og det er antatt at flomtopper gir en mer synkron utvandring enn når flommer uteblir. Det er antatt at flomtoppene er blitt mindre ovenfor Skagen etter reguleringen, og er sannsynligvis også noe redusert nedenfor Skagen etter reguleringen.

ENDRINGER I FLOMFORHOLD

Målinger ved Ytri bru indikerer lavere flommer ovenfor Skagen etter utbygging. Flommene har blitt mindre ovenfor Skagen etter at vassdraget ble utbygd. Vannføringsmålinger ved Dregni bru etter utbygging indikerer at flommene etter 1996 er blitt markert mindre enn de var i perioden 1961-1996. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til om den markerte endringen etter 1996 skyldes en faktisk endring, eller om det er endringer som er knyttet til måleusikkerhet. De store flommene kommer normalt i perioden juli til oktober, og det har vært en svak tendens til at det er blitt færre store sommerflommer etter utbygging.

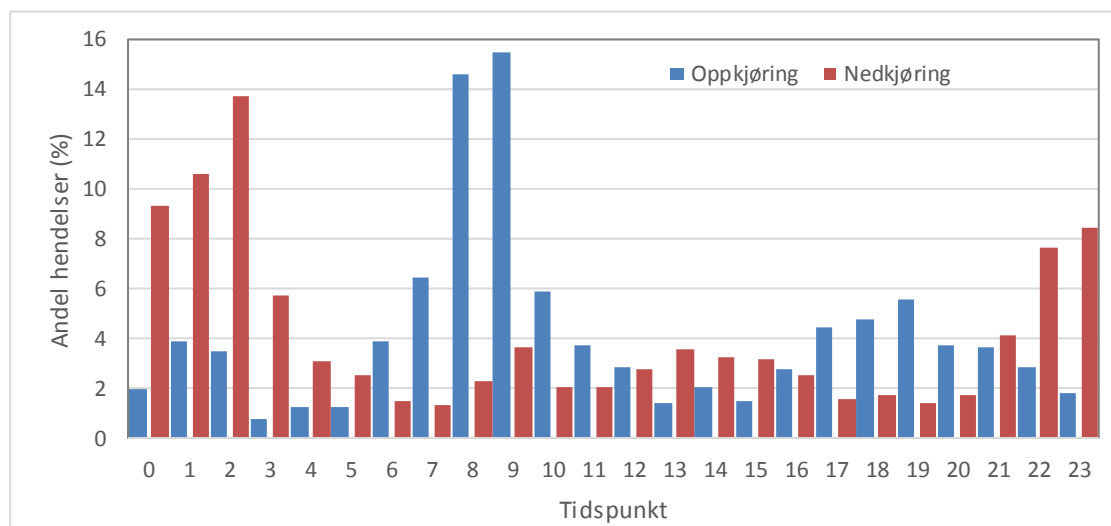
I perioden 1918 til 1958 var det i gjennomsnitt 5,3 og 0,8 flommer over hhv. $100 \text{ m}^3/\text{s}$ og $150 \text{ m}^3/\text{s}$ per år ved Ytri bru. I perioden fra 1961 til 2015 var det tilsvarende 3,5 og 0,8 flommer større enn hhv. $100 \text{ m}^3/\text{s}$ og $150 \text{ m}^3/\text{s}$ ved Dregni bru. Etter 1996 har det i snitt vært 1,7 flommer over $100 \text{ m}^3/\text{s}$ per år, mens det ikke har vært flommer med døgnsnitt over $150 \text{ m}^3/\text{s}$ ved Dregni bru.

Figur 20. Høyeste registrerte døgnvannføring per år ved målestasjonen Ytri bru og Dregni bru i Fortunvassdraget. I tillegg er beregnet årsmaks basert på målinger ved Dregni bur minus driftsvannføring vist.



EFFEKTJØRING

Antall effektkjøringsepisoder gjennom året er høyt i Fortunselva. For perioden 2004 til 2016 er antall og størrelsen på opp- og nedkjøringer i Fortunselva analysert basert på timesdata ved Dregni bru. I denne perioden var det 1437 hendelser med senkningshastighet på mer enn 3 cm time, altså ca. 0,3 ganger per døgn. Oppkjøringene foregikk hyppigst om morgenen og tidlig formiddag, og over 40 % av oppkjøringshendelsene inntraff mellom kl. 7 og kl. 11. Nedkjøring var vanligst sent om kvelden eller i første del av natten (**figur 21**).



Figur 21. Relativ fordeling (%) av antall opp- og nedkjøringer gjennom døgnet for perioden 2004 til 2016 i Fortunselva ved Dregni bru, basert på data med timesoppløsning.

For perioden 27. oktober 2015 til 21. april 2016 finnes det data med 5 minutters oppløsning ved Dregni bru. I denne perioden på 177 dager inntraff det 282 uavhengige (mer enn en time mellom) hendelser der vannstandsreduksjonen var mer enn 3,25 cm i løpet av 15 minutter (13 cm/time).

Av disse 282 hendelsene var det 71 hendelser der vannstanden ble redusert med mellom 3,25 og 5 cm per 15 minutt (13-20 cm/time). 79 hendelser hadde en vannstandsreduksjon på mellom 5 og 7,5 cm per 15 minutt (20-30 cm per time), mens 58 av hendelsene hadde vannstandsreduksjon på mellom 7,5 og 10 cm per 15 minutt (30-40 cm per time) (**tabell 7**). Største vannstandsreduksjon skjedde 3. mars 2016, da det var en vannstandsreduksjon på 28,9 cm i løpet av 15 minutter (116 cm/t).

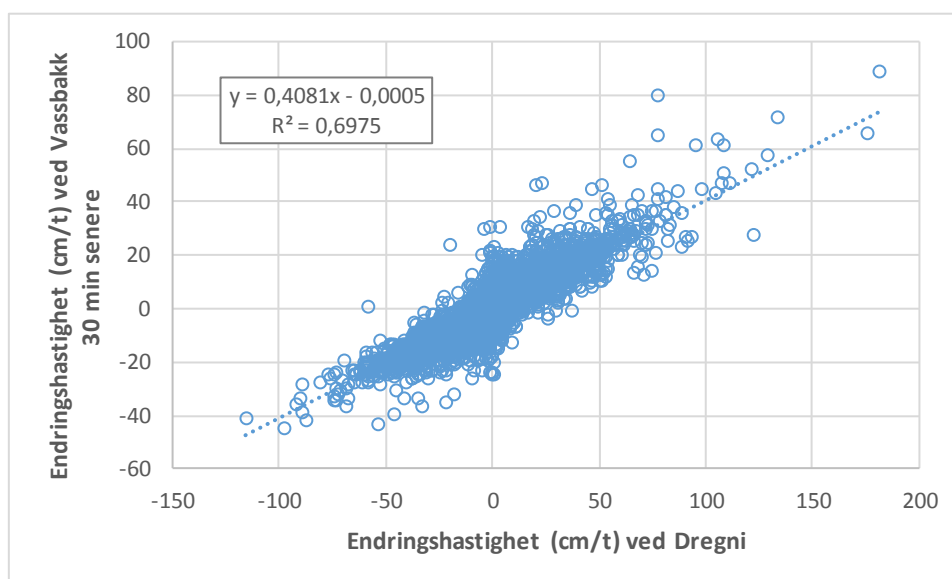
Tabell 7. Frekvensfordeling for antall uavhengige hendelser med vannstandssenkning på mer enn 3,25 cm per 15 minutt i perioden 27. oktober 2015 til 21. april 2016 ved Dregni Bru.

Intervaller	Endringshastighet (cm/t)										
	13-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120
Hendelser (n)	71	79	58	32	22	11	3	3	2	0	1

Hendelsene i denne siste analyseperioden var relativt likt fordelt mellom dag og natt. Det var klart flere episoder per måned i perioden november - mars sammenlignet med i april. Dette kan ha sammenheng med høyere vannføring fra restfeltet i april sammenlignet med de andre månedene.

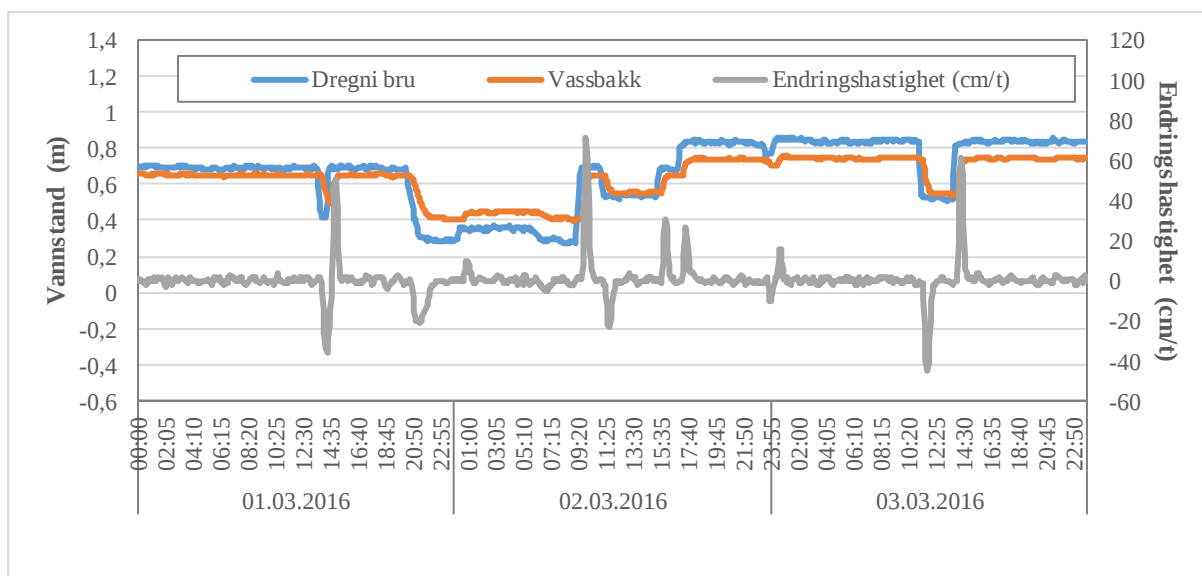
Forskjellen i antall registrerte hendelser med raske vannstandsendringer basert på timesdata (0,3 per dag, over 3 cm/timer senkning) og data med 5 minutters oppløsning (1,6 per dag, over 13 cm/t senkning) viser stor forskjell. Dette bidrar til å illustrere verdien av høy tidsoppløsning på vannføringsregistreringene for å analysere effektkjøringsepisodene.

Vannmerket Dregni bru er relativt smalt og vannhøyden blir mer påvirket av vannføringsendringer enn den blir der elven er bredere. Ved vannmerket Vassbakk lenger ned i vassdraget er elveprofilen bredere. Dette gjør at en rask vannstandsendring som blir registrert ved Dregni bare blir ca. 40 % så stor ved Vassbakk 30 minutter senere (**figur 22**).



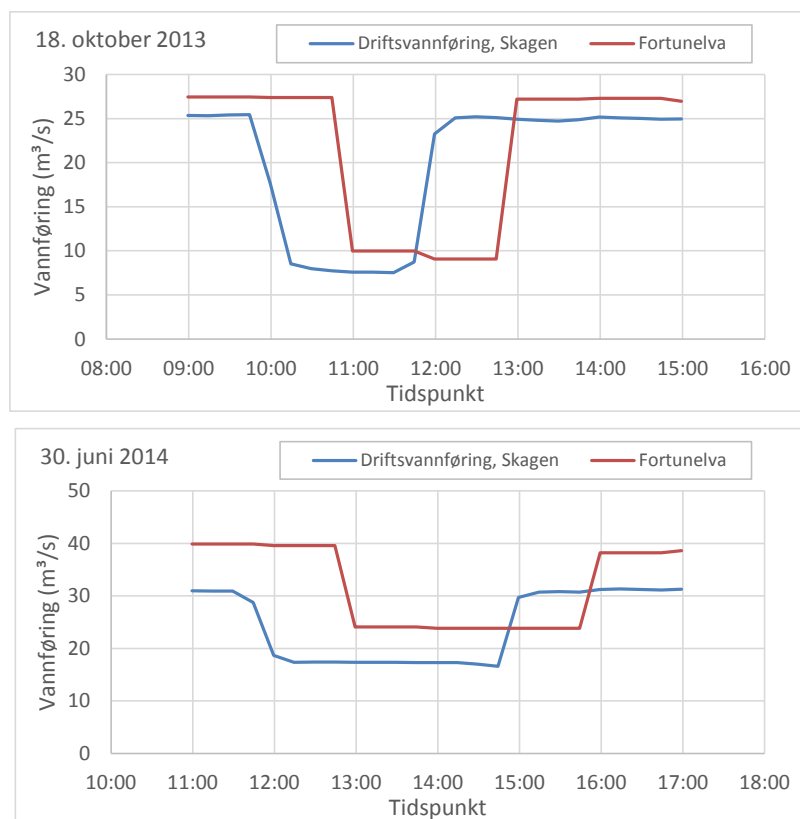
Figur 22. Forholdet mellom endringshastighet av vannhøyden (cm/t) ved Dregni og ved Vassbakk 30 minutter senere. Alle data er beregnet ut fra målt endring i løpet av 15 minutter i perioden 27. oktober 2015 til 12. mai 2016.

I **figur 23** er vist et eksempel på vannstandsvariasjon gjennom tre døgn i begynnelsen av mars 2016 ved Dregni Bru og ved Vassbakk. Endringshastigheten ved Vassbakk for den samme perioden er også vist. Figuren viser at det er en liten forsinkelse (ca. 30 minutter) i vannstandsendringene ved Vassbakk i forhold til ved Dregni. Figuren viser også at den absolute vannstandsreduksjonen er mindre ved Vassbakk enn ved Dregni. Reduksjonen i vannstanden går også over noe lengre tid ved Vassbakk enn den gjør ved Dregni. Flere av episodene som ble registrert i denne tredøgnsperioden ville ikke blitt registrert dersom vannføringsmålingene ble utført en gang i timen.



Figur 23. Vannstand ved Dregni Bru (blå) og ved Vassbakk (rød) i perioden i perioden 27. oktober 2015 til 12. mai 2016. Grafen viser også endringshastighet (cm/t) ved Vassbakk (grå).

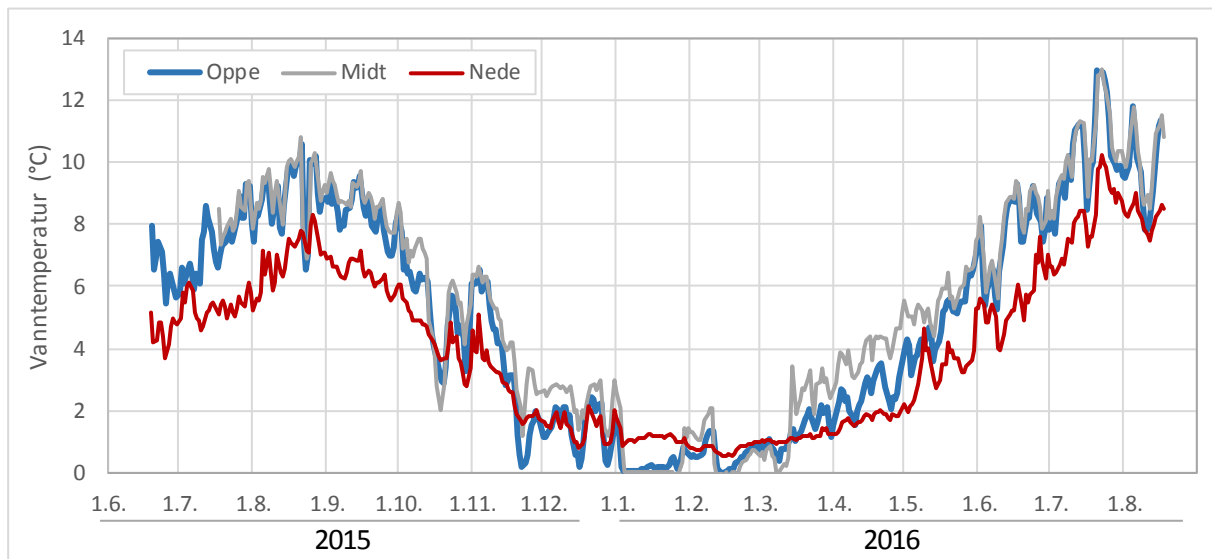
De raske vannføringenendringene nedenfor Skagen kan tilskrives raske endringer i kjøringen i Skagen kraftverk. I **figur 24** er dette illustrert ved å vise hvordan vannføringen i Fortunselva varierer med driftsvannføringen i Skagen kraftverk. Fra nedkjøringen i Skagen kraftverk til virkningen i elven inntreffer er det ca. en times forsinkelse.



Figur 24. Endring i driftsvannføring i Skagen kraftverk og i Fortunselva ved Dregni bru 18. oktober 2013 og 30. juni 2014.

TEMPERATUR

Det er sparsomt med temperaturmålinger fra vassdraget, det finnes ingen målinger av temperatur for perioden før vassdraget ble regulert, mens det finnes noen målinger av vanntemperatur for perioden etter regulering. Dataene som er innsamlet viser at vanntemperaturen er høyere ovenfor Skagen enn nedenfor Skagen om sommeren. Før reguleringen var temperaturen sannsynligvis relativt lik på disse to elveavsnittene.



Figur 25. Vanntemperatur oppe og midt på anadrom strekning ovenfor Skagen og nedenfor Skagen for perioden juni 2015 til august 2016.

Temperaturmålinger fra juni 2015 til august 2016 viser at vanntemperaturen det meste av året er høyere ovenfor Skagen enn nedenfor. Bare i januar og februar 2016 var gjennomsnittstemperaturen per måned høyere nede enn oppe. I 2015, som hadde en kald sommer, var gjennomsnittlig døgntemperatur nedenfor Skagen bare over 8 °C den 26. og 27. august. Ovenfor Skagen er sommertemperaturene ofte rundt 2 °C høyere enn det en finner nedenfor Skagen. Tilsvarende forskjeller ble også målt i 2006, men da kom maksimaltemperaturen opp i over 14 °C ovenfor Skagen (Sægrov & Kambestad 2015).

SWIM-UP

Temperaturen ved «swim-up» for laks er sannsynlig blitt noe lavere nedenfor Skagen, som en følge av reguleringen. Dette skyldes høyere vanntemperatur om vinteren og lavere temperatur utover forsommeren. Ovenfor Skagen er sannsynligvis temperaturen ved «swim-up» blitt høyere etter reguleringen.

VEKST

Basert på eksisterende temperaturmodeller for laks og aure er det sannsynlig at vekstforholdene er blitt dårligere nedenfor Skagen etter regulering fordi temperaturen er blitt lavere i vekstsesongen, mens de er blitt ovenfor Skagen der temperaturen er blitt høyere i vekstsesongen.

VANNKVALITET

TURBIDITET

Det er breer i nedbørfeltet til Fortunselva, og disse gjør at det alltid har vært leire og dårlig sikt i elvevannet fra sent i juni og utover høsten. Etter reguleringen har det leirholdige vannet blitt magasinert, og det er nå leire og dårlig sikt i avløpsvannet fra Skagen kraftverk hele året. I restfeltet er det nå bare ved overløp på dammen ved Fivlemyrane at det er leire i vannet. Dette gjør at det stort sett er klart vann

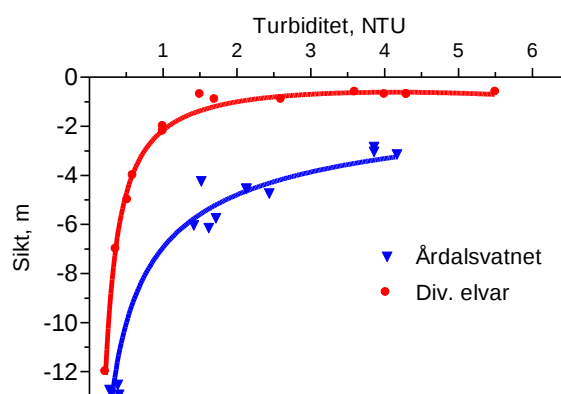
i elven oppstrøms Skagen kraftverk. Før reguleringen var det leirholdig vann med høy turbiditet og dårlig sikt også oppstrøms Skagen. Dette skjer nå bare unntaksvis.

I august 2006 ble det samlet inn vannprøver som ble analysert for turbiditet (NTU) og samtidig målt sikt i vannet i en rekke brepåvirkede elver ved Jostedalsbreen og mindre breer i nærheten av denne. Det ble funnet en klar sammenheng mellom turbiditet og sikt, og ved samme turbiditet var det dårligere sikt i elvene sammenlignet med i innsjøer (fra Sægrov og Urdal 2007). Prøver fra Fortunelva inngikk i denne undersøkelsen og her var det lav turbiditet og klart vann ovenfor Skagen, mens vannet var turbid og sikten bare 0,7 meter nedenfor Skagen (**figur 26**). Det var lav vannføring i restfeltet da prøvene ble tatt, og vannet fra kraftverket dominerte vannføringen nedstrøms Skagen. Turbiditeten var her omtrent som i naboelven Mørkris og andre breelver fra samme del av Jostedalsbreen der det ikke er større innsjøer i feltet.

Tabell 2.1. Turbiditet og sikt i elvar i Sogn og fjordane sommaren 2006.

Dato	Elv	Turbiditet NTU	Sikt, m
04.08.2006	Mørkris	5.50	0.6
04.08.2006	Fortun, nede	4.30	0.7
09.08.2006	Lundeelva	4.30	0.7
09.08.2006	Stardalselva	4.00	0.7
04.08.2006	Jostedøla	3.60	0.5
09.08.2006	Bøyaelva	2.60	0.9
09.08.2006	Supphelleelva	1.70	0.9
04.08.2006	Utlå	1.50	0.7
09.08.2006	Gloppenelva	1.10	3.0
28.07.2006	Loenelva	1.00	2.2
04.08.2006	Årøyelva	1.00	2.0
27.07.2006	Oldenelva	0.86	
29.07.2006	Stryneelva	0.77	
04.08.2006	Hæreidelva	0.59	2.5
09.08.2006	Grovaelva	0.52	4.0
09.08.2006	Søgnésandselva	0.36	5.0
04.08.2006	Fortun, oppe	0.22	12.0

Figur 2.3. Sikt som funksjon av turbiditet i ulike elver i Sogn og Fjordane og i Årdalsvatnet



Figur 26. Turbiditet og sikt i breelver i Sogn og Fjordane i august 2006 og fra målinger NIVA har gjort tidligere i Årdalsvatnet i Årdal (fra Sægrov og Urdal 2007).

Turbiditeten og sikten nedstrøms Skagen er påvirket av vannføringen fra restfeltet, der vannet normalt er klart, og i lange perioder om sommeren er bidraget fra restfeltet betydelig. I slike perioder vil det være bedre sikt i vannet nedstrøms Skagen pga. blanding. Det går likevel frem av **figur 26** at det er først ved NTU lavere enn 1,5 at sikten blir vesentlig bedre. Vi kjenner ikke til at det har vært gjort systematiske undersøkelser av turbiditet i Fortunelva. Ovenfor Skagen kan det også være dårlig sikt i vannet i perioder med mye bresmelting om sommeren og overløp på dammen ved Fivlemyrane.



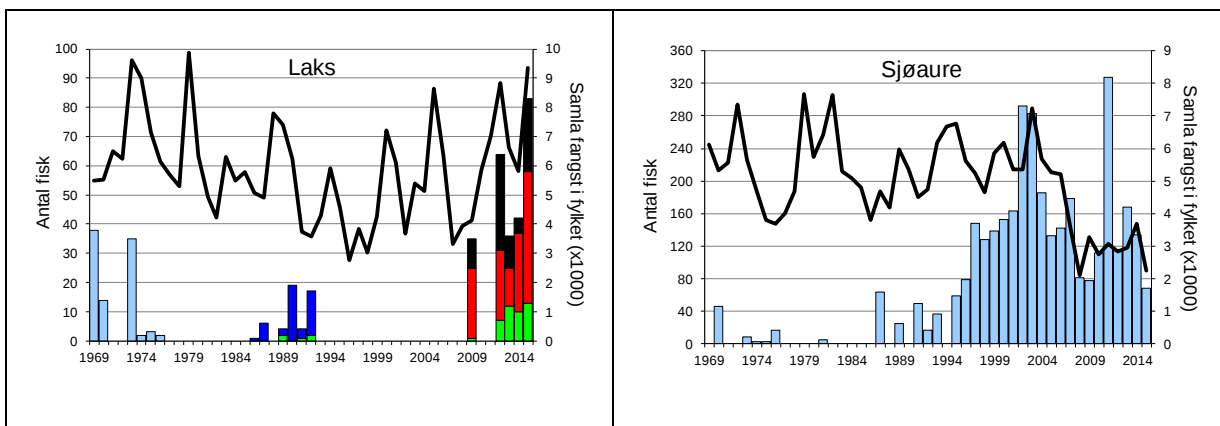
Figur 27. Samløpet med klart vann fra restfeltet og turbid vann fra kraftverket ved Skagen.

INFORMASJON FRA BESTANDSDATA

FANGST OG GYTEFISKE TELLING AV VOKSEN FISK

Det foreligger fangststatistikk for samlet fangst av laks og sjøaure i Fortunvassdraget siden 1884. Fra 1969 er det skilt mellom laks og aure (**figur 28**). I 15 av de 26 årene i perioden 1969-1994 ble det nesten ikke registrert fangst av aure, men trolig er statistikken mangelfull i denne perioden. I perioden 1995 til 2015 var snittfangsten 151 sjøaure per år (**figur 28**). Fra 1995 økte fangstene fram til 2002 og 2003, da det ble fanget nær 300 sjøaurer. De følgende årene avtok fangstene, og i 2008 og 2009 ble det bare fanget rundt 80 sjøaurer. Fangsten i 2011, på 327 sjøaure, er den høyeste som er registrert i Fortunselva. Fangstutviklingen for sjøauren i Fortunselva har de siste 10-12 årene vært ganske lik det en har registrert i elvene i resten av fylket, men fangsten i 2011 var mye større i Fortunselva enn ellers.

Laksen i vassdraget har vært fredet siden 1993, men det ble igjen åpnet for et kvotebasert fiske i 2012. Fangst av laks har vært sporadisk, og det er bare registrert laksefangster 16 av årene i perioden 1969-2015. I 2009 ble det registrert en fangst på 35 laks, som alle ble satt ut igjen. I 2012, 2013, 2014 og 2015 ble henholdsvis 39, 56, 60 og 35 % av laksene satt levende tilbake i elven. I 2015 ble det fanget 83 laks, hvorav 54 ble avlivet og 29 satt levende tilbake. Dette er den største laksefangsten som er registrert i vassdraget (**figur 28**). En høy andel (ca. 50 %) av laksen som blir fanget i elven stammer fra konsesjonspålagte smoltutsettinger fra lokalt settefiskanlegg (Jan Idar Øygard, pers. medd.).



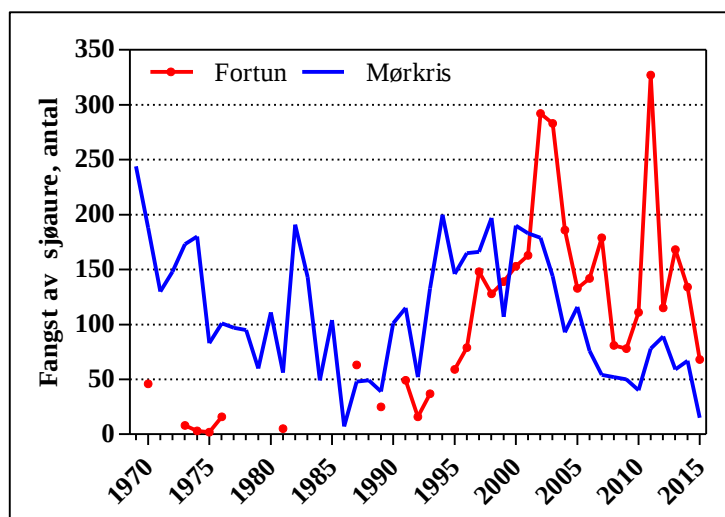
Figur 28. Årlig fangst av laks (stolper, venstre) og sjøaure (høyre) i Fortunselva i perioden 1969-2015. Fra 2004 er det skilt mellom smålaks (<3 kg, grønn søyle) og mellomlaks (3-7 kg, rød søyle) og storlaks (>7 kg, blå søyle). Linjene viser samlet fangst (x1000) av laks og sjøaure i resten av Sogn & Fjordane. NB! Laksefangsten f.o.m. 2009 inkluderer laks som ble satt levende tilbake i elven.

I perioden 1884 til 1938 ble det fanget i gjennomsnitt 524 kg laks og sjøaure årlig i Fortunvassdraget, dette var før det ble skilt mellom artene i statistikken (1969). I perioden fra 2000 til 2015 ble det i snitt fanget 598 kg, av dette var 308 kg sjøaure og 290 kg laks. Av laksefangsten er det et høyt innslag av laks utsatt som smolt, av villfisk var snittfangst ca. 500 kg. Det er altså liten forskjell i samlet fangst av laks og sjøaure 100 år tilbake i tid sammenlignet med de siste femten årene. I sjøfasen har overlevelsen for laks og sjøaure de siste 20-25 årene vært historisk lav. Siden fangsten av voksen fisk er den samme, og overlevelsen er lavere må smoltproduksjonen i elva være høyere nå enn den var for 100 år siden dvs. før regulering.

Det er sannsynlig at fangststatistikken for sjøaure i Fortunselva avspeiler den reelle fangsten i elven fra slutten av 1990-tallet, mens det antas at det var ufullstendig fangstrapportering tidligere (**figur 28**). I 1997 kom fangsten av sjøaure i Fortunselva opp på nivå med fangstene i Mørkriselva, og etter 2002 har det vært betydelig større fangst i Fortun enn i Mørkriselva (**figur 29**). Beskatningen i Fortunselva har vært lav til svært lav de tre siste årene, og det samme har vært tilfelle i Mørkris (Anon. 2015). Anadromt

areal i Fortunselva er beregnet til 415 000 m², og dermed dobbelt så stort som anadromt areal på 200 000 m² i Mørkriselva (Skurdal mfl. 2001).

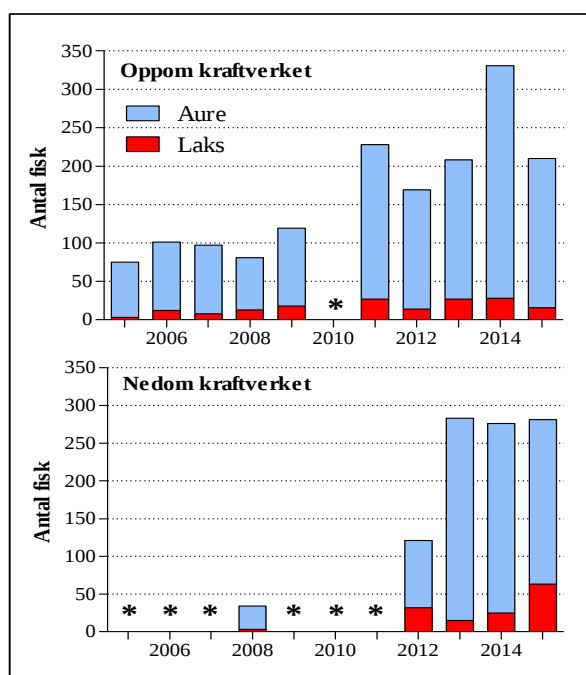
Den relativt høye sjøaurefangsten i Fortunselva de siste årene er i hovedsak naturlig rekruttert fisk, mens fangsten frem til i hvert fall 2009 også var basert på utsettinger. Fra og med 2011 økte rekrutteringen av aure i elva ovenfor Skagen og dette medførte høyere tetthet av aurepresmolt de følgende årene. Også nedenfor Skagen var det høyere tetthet av aurepresmolt de siste årene enn tidligere, men disse resultatene er mer usikre fordi de aller fleste er fanget på én stasjon.



Figur 29. Rapportert fangst av sjøaure (antall) i Fortunselva og Mørkriselva i perioden 1969-2015.

GYTEFISK 2005-2015

Ovenfor Skagen har det vært meget gode observasjonsforhold under gytefisktellingerne med lav vannføring og mer enn 15 meter sikt i vannet. Eneste unntaket var i 2010, da gravearbeid førte til sterkt redusert sikt på deler av strekningen. Resultatene fra dette året er derfor ikke inkludert. Selv om en ikke ser alle fiskene under gytefisktellinger, er det sannsynlig at presisjonen i denne delen av elven er høy, og uansett vil det være svært godt grunnlag for å sammenligne mellom år, fordi forholdene har vært så stabile.



Figur 30. Antall gytelaks og sjøaure observert ved drivtelling i Fortunselva i 2005-15. *: Dårlig sikt og svært usikre resultat av tellingene.

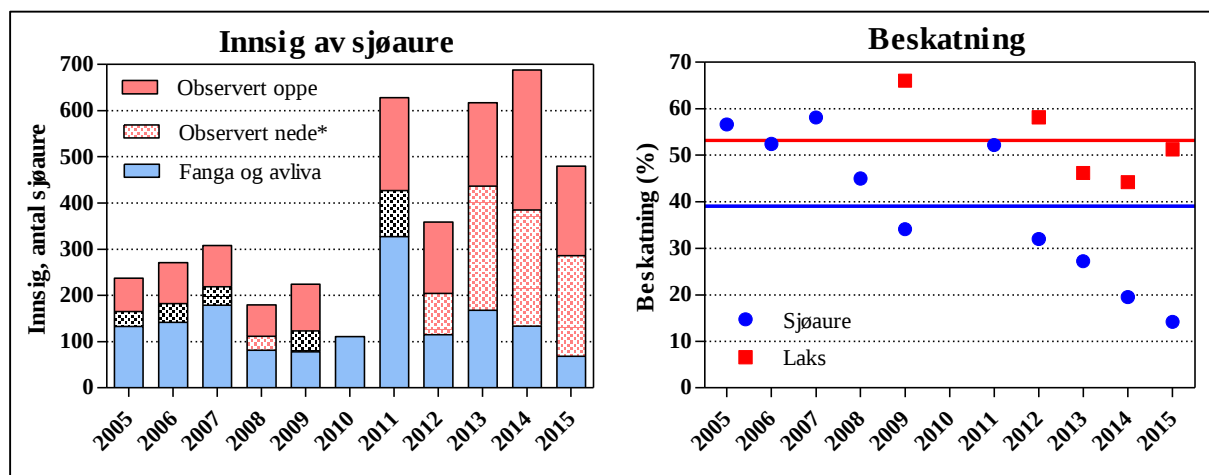
Gytebestanden av sjøaure ovenfor Skagen har vært vesentleg mer tallrik fra 2011 til 2015 enn i perioden 2005-09 (**figur 30**). De første fem årene ble det i snitt observert 84 gyteaure, med liten variasjon mellom år. De fire siste årene var snittet 207 gyteaure, 2,5 ganger flere enn i den første perioden. Av gytelaks ble det observert i snitt 11 ovenfor kraftverket i perioden 2005-2009, og snittet økte til 22 i perioden 2011-2015; en dobling.

Nedenfor Skagen var det vanskelige observasjonsforhold de fleste av årene på grunn av mye leire i vannet fra kraftverket og mindre enn 3 meter sikt. I 2008 og 2012-2015 var det 5 meter sikt eller mer i vannet og dermed bedre observasjonsforhold.

INNSIG OG BESKATNING

Innsiget av fisk til elva er det som blir fanget i fiskesesongen og avlivet pluss gytebestanden. De årene det er gjort gytefisktellinger kan en dermed beregne det totale innsiget og beskatningen i fiskesesongen. I fem av årene var det ikke mulig å få talt gytefisken på elvestrekningene nedenfor Skagen på grunn av dårlig sikt. Disse årene har vi anslått gytebestanden her med utgangspunkt i antallet som ble observert ovenfor Skagen og fordelingen de årene det ble talt i hele elva (**figur 31**). Med dette som utgangspunkt ble det beregnet et gjennomsnittlig innsig på 244 sjøaure i perioden 2005-2009. I perioden 2011-2015 var snittinnsiget 573, som er mer enn en dobling sammenlignet med foregående periode. Innsiget var størst i 2014 med 688 sjøaure. I 2015 var innsiget på 480 individer (**figur 31**).

Gjennomsnittlig beskatning for sjøauren var 39 % i hele perioden 2005-2015. I årene 2005-2009 var beskatningen i snitt 49 %, men i årene 2012-2015 bare 23 %. Beskatningen er dermed tydelig redusert de siste årene, og var bare 14 % i 2015 (**figur 31**).



Figur 31. Venstre; beregnet årlig innsig av sjøaure til Fortunselva i perioden 2005-2015 (utenom 2010), basert på fangst og gytefisktellinger. I fem av årene (svart skraver) er gytebestanden nede anslått med utgangspunkt i antallet observert ovenfor Skagen og fordelingen oppe og nede de årene det ble talt i hele elva. Høyre; andel av innsiget av sjøaure og laks som ble fanget i fiskesesongen i elven fra 2005 til 2015. Gjennomsnittlig beskatning for hele perioden er vist med heltrukne linjer.

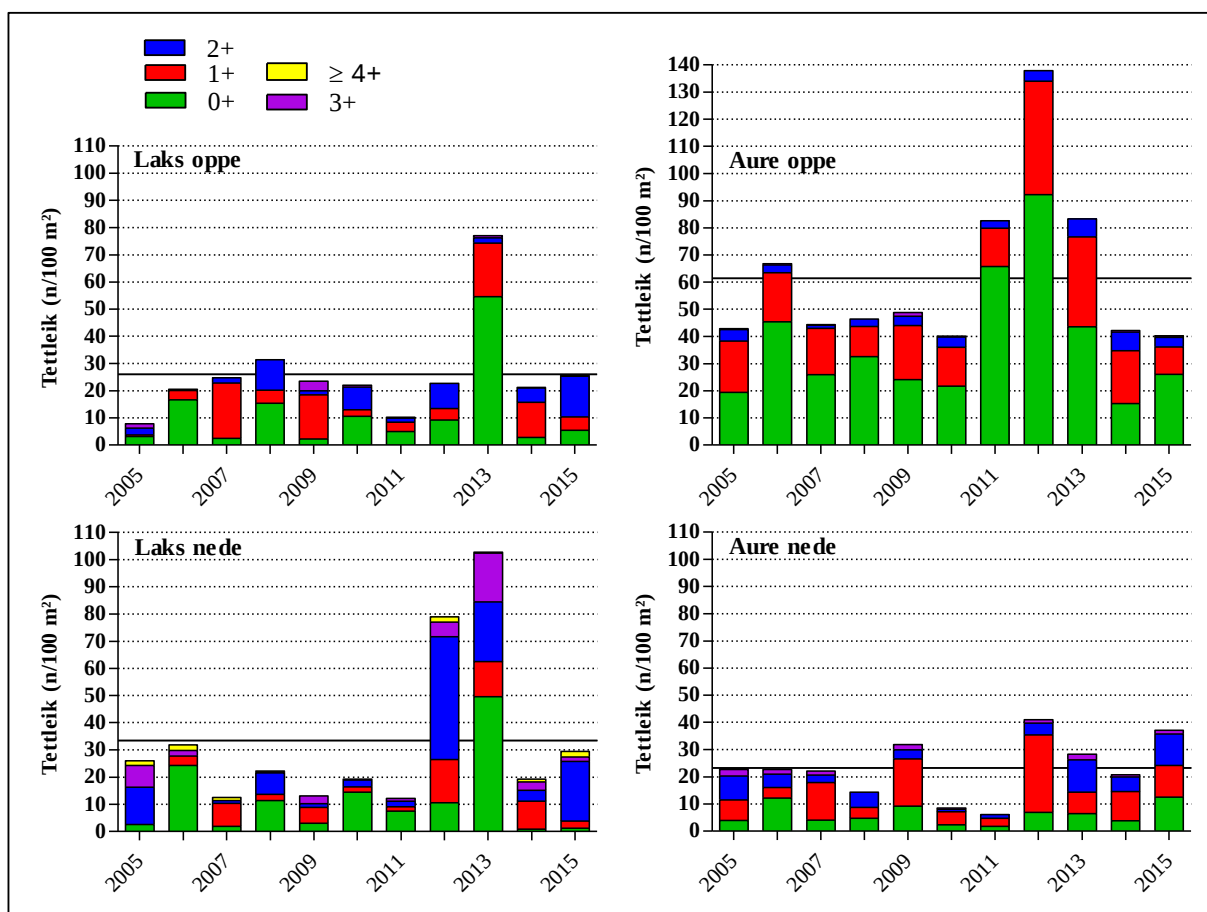
Oppsummert har det vært en klar økning i fangst og innsig av laks og sjøaure til Fortunsvassdraget de siste årene. For laksen skyldes dette bedre kvalitet og dermed høyere overlevelse på utsatt smolt i sjøfasen, men det har også vært en økning i produksjonen av vill laksesmolt i vassdraget grunnet mer gytelaks. Også produksjonen av sjøauresmolt har økt, og årsakene til dette er mindre tydelige enn for laks. For sjøaure vil redusert beskatning også bidra til en økning i bestanden.

UNGFISK

TETTHET

For hele anadrom strekning har det vært lav tetthet av lakseunger i Fortunselva de fleste årene, men på enkelte stasjoner har det vært relativt høy tetthet. I gjennomsnitt har samlet tetthet ligget mellom 10 og 30 lakseunger per 100 m² både ovenfor og nedenfor Skagen. Unntakene var relativt høy tetthet nede i 2012 og både oppe og nede i 2013 (**figur 32**).

Ovenfor Skagen var det relativt høy tetthet av aure i årene 2012 og 2013, men igjen lavere i 2014 og 2015 (**figur 32**). Det har vært langt mindre variasjon i årsklassestyrke for aure enn for laks på denne strekningen. Nedenfor Skagen har tettheten av aure vært lav de fleste av årene, med gjennomgående lav tetthet av årsyngel. Det er en tendens til litt mer 2+ aure de to siste årene.



Figur 32. Gjennomsnittlig tetthet av ville laks- og aureunger ved ulike alder på elvestrekningene ovenfor og nedenfor Skagen i Fortunselva som er blitt fanget ved elektrofiske i perioden 2005-2015. Heltrukne linjer viser snittet for alle årene.

Etter å ha registrert tettheten av en årsklasse over flere år, som 0+, 1+ og 2+, får en et bedre inntrykk av styrken på en årsklasse enn ved en enkel registrering. Tettheten av 1+ og 2+ gir dessuten et bedre uttrykk for tetthet enn årsyngel, som kan være mer flekkvis fordelt nær land.

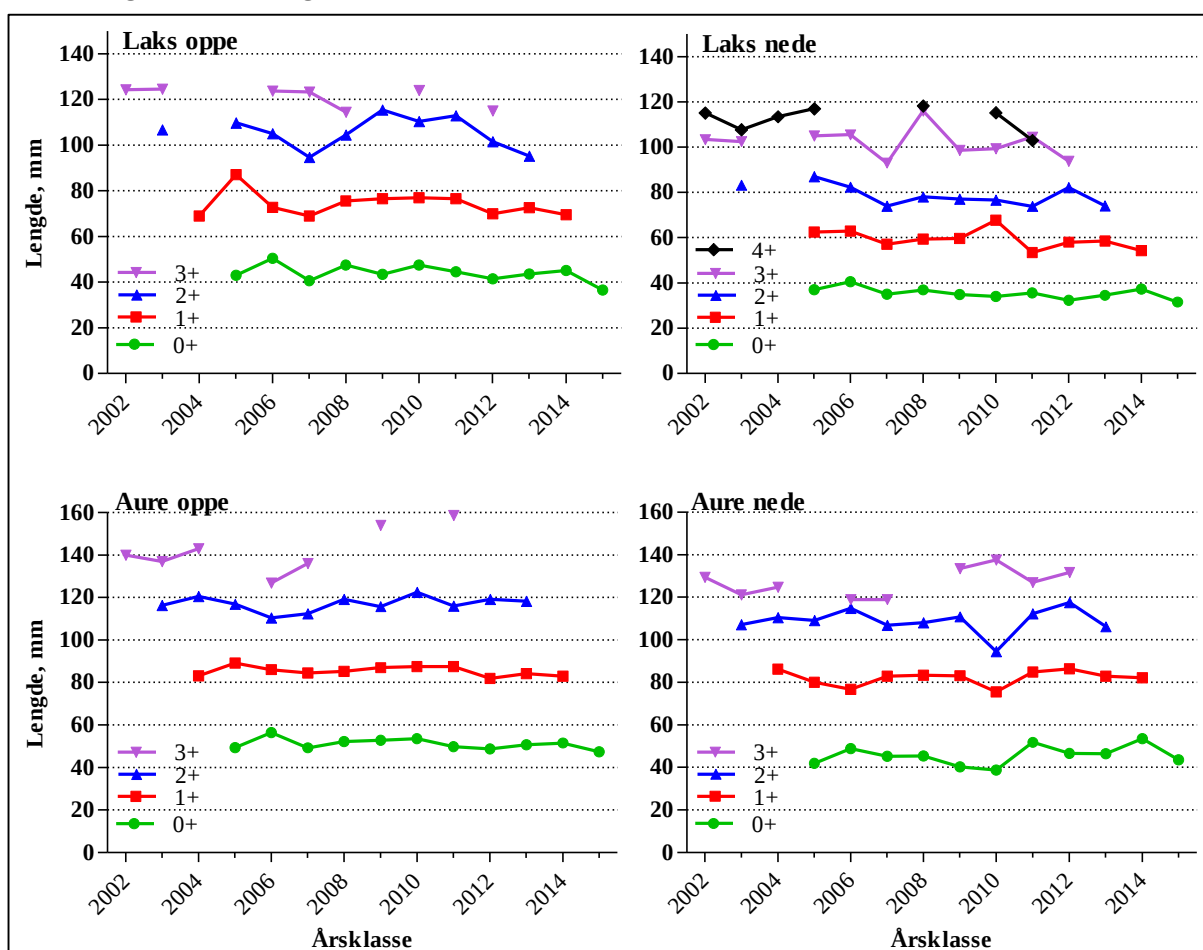
Ovenfor Skagen har elektrofisket blitt gjennomført under mye de samme forholdene (vannføring og temperatur) alle årene. Her var det svake årsklasser av laks i 2005, 2007, 2009, 2011, 2014 og 2015, mens årsklassene fra 2006, 2008 og 2013 er spesielt tallrike. Merk at det var spesielt lav vassføring og frost vinteren 2013 som kunne tenkes å medføre eggdødelighet ovenfor Skagen, men denne årsklassen var relativt talrik (**figur 32**) noe som trolig skyldes utsettinger av plommeseekkyngel under gunstige

temperaturforhold i juni (**figur 32**). Det ble også satt ut mange plommeseckkyngel i 2014 og 2015, men disse årene med dårlig resultat.

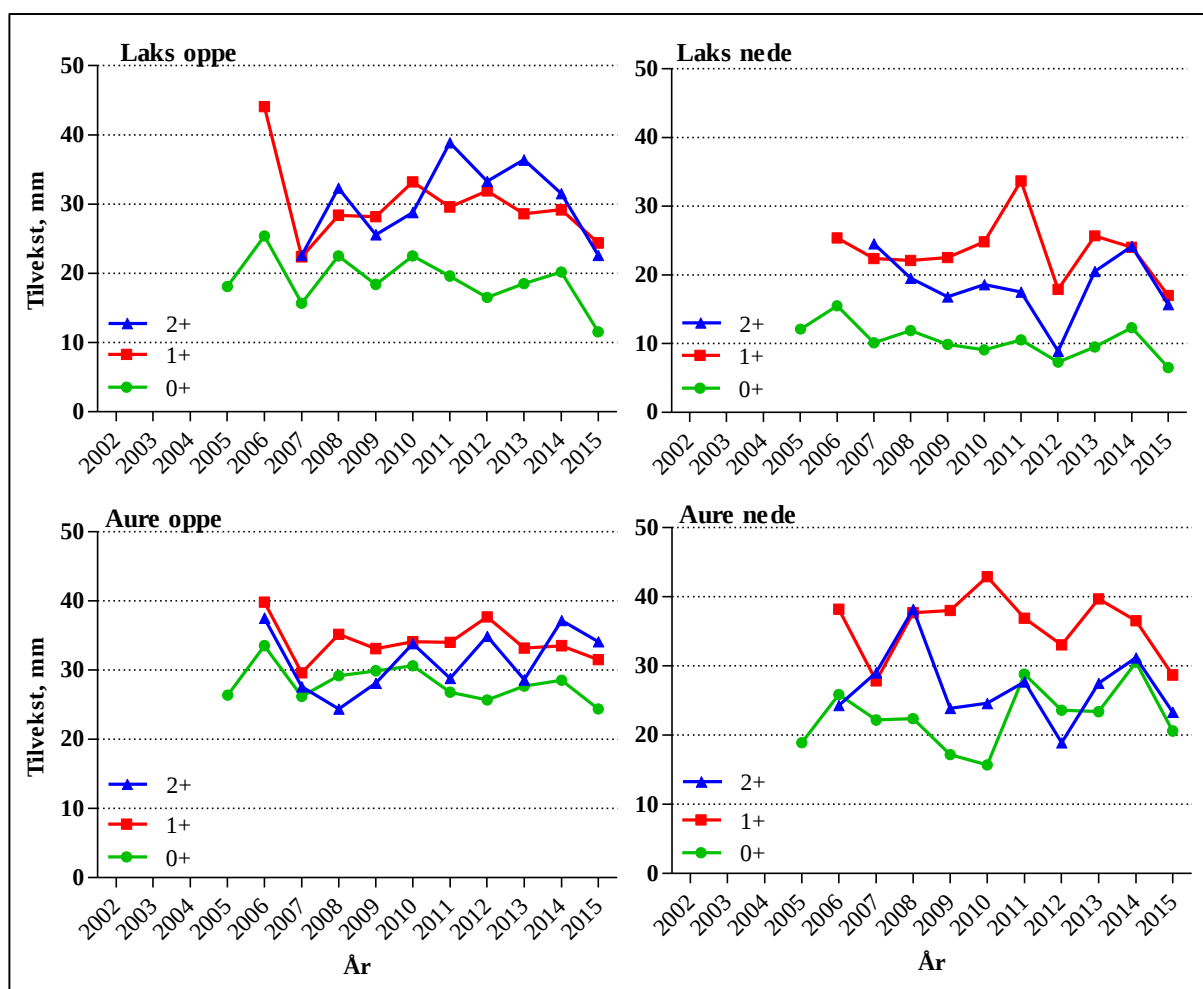
Nedenfor kraftverket var det før 2012 ugunstige forhold for elektrofiske mange av årene på grunn av relativt høy vannføring, mens forholdene har vært bedre de tre siste årene. I 2012 og 2013 var det høy tetthet av lakseunger, og de andre årene var tettheten lav. På denne strekningen var årsklassene fra 2005, 2007, 2009, 2014 og 2015 svake og de fra 2006, 2010, 2011 og 2013 var relativt talrike. Mange av årsklassane av laks er svake eller sterke både oppe og nede i elva, men det er også forskjeller.

LENGDE OG TILVEKST 2005-2015

Ved samme alder er lakseungane klart større ovenfor avløpet fra kraftverket enn nedenfor, der vannet er kaldere om sommeren. Det er ingen klare tendenser til endring i perioden (**figur 33**). For aure var det liten forskjell i lengde for de ulike aldersgruppene oppe og nede i elven. Heller ikke for disse var det noen tydelig endring i perioden. I 2015 var lakseungene litt mindre enn de foregående årene både ovenfor og nedenfor Skagen.

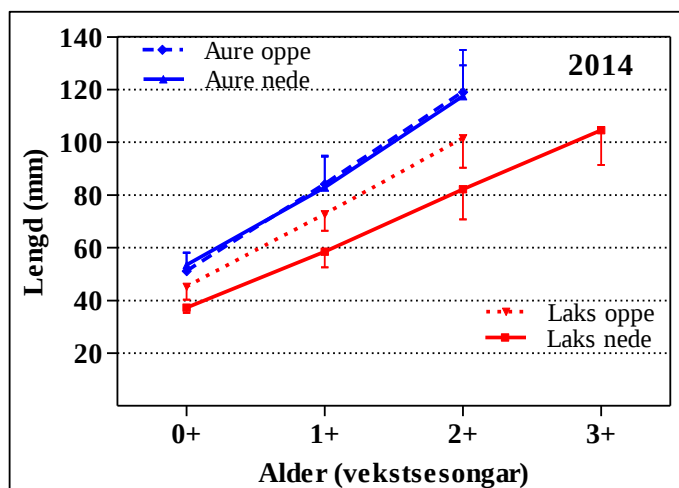


Figur 33. Gjennomsnittlig lengde for ulike aldersgrupper av årsklassene av laks og aure som er blitt fanget ved elektrofiske på stasjonene i Fortunselva i årene 2005-2015.



Figur 34. Gjennomsnittlig tilvekst for ulike aldersgrupper av årsklassene av laks og aure som er blitt fanget under elektrofiske på stasjonene ovenfor avløpet fra kraftverket (oppe) og nedenfor (nede) i Fortunselva i årene 2005-2015. Det er antatt at lakseyngelen er 25 mm og aureyngelen er 23 mm når de kommer opp av gytegrøpene som 0+.

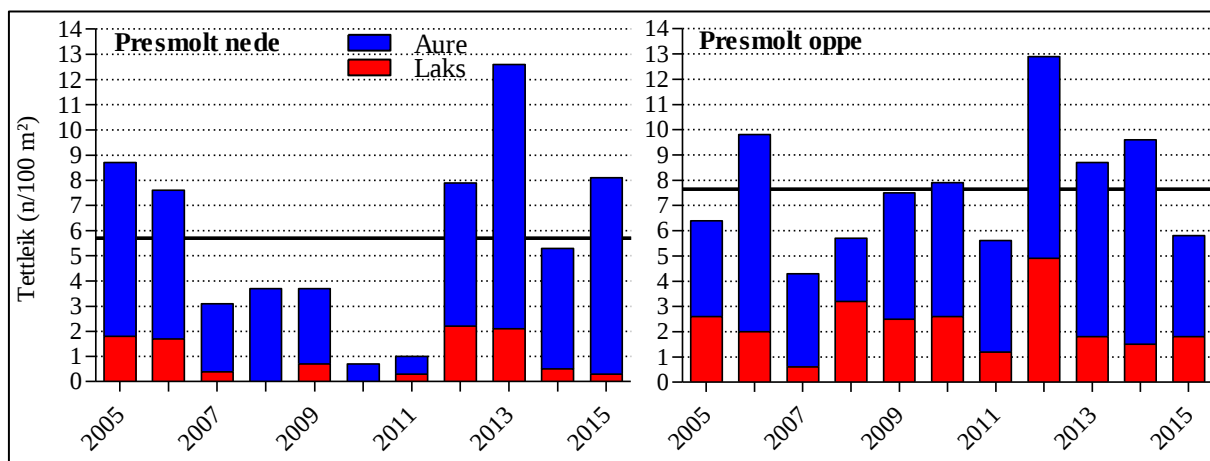
Forskjellene i veksthastighet ovenfor og nedenfor Skagen og er også illustrert i **figur 35** med data fra 2014, et varmt år. Auren vokser langt bedre enn laksen, men på tross av høyere temperatur ovenfor Skagen vokser de like raskt oppe og nede dette året. Lakseungene vokser tydelig bedre ovenfor enn nedenfor Skagen.



Figur 35. Gjennomsnittlig lengde for ulike aldersgrupper av laks og aure som ble fanget under elektrofiske på stasjonene ovenfor avløpet fra kraftverket (oppe) og nedenfor (nede) i Fortunselva i 2014.

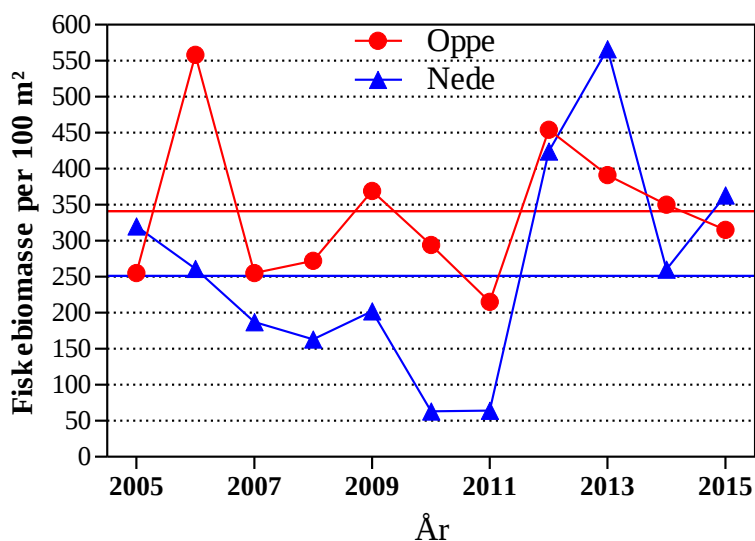
PRESMOLT OG FISKEBIOMASSE 2005-2015

Presmolt er fisk som er antatt å gå ut i sjøen som smolt neste vår. Ovenfor Skagen var gjennomsnittlig tetthet av presmolt 7,7 per 100 m² i perioden 2005-2015 (**figur 36**). I perioden 2007-2015 har tettheten av aurepresmolt økt. Nedenfor avløpet fra kraftverket var gjennomsnittlig tetthet av presmolt i hele perioden 5,7/100 m². Fordelingen på de ulike stasjonene er svært forskjellig, og de aller fleste presmoltene nedenfor kraftverket har blitt fanget på stasjon 4,5.



Figur 36. Tetthet av vill laks- og aurepresmolt oppe og nede i Fortunselva i perioden 2005-2015. Gjennomsnittet for alle årene er vist med heltrukket linje.

I perioden 2005-2015 var den gjennomsnittlige fiskebiomassen ovenfor Skagen 339 gram per 100 m², og dermed høyere enn nedenfor, der snittet for alle årene var 261 gram/100 m². I 2012 og 2013 var fiskebiomassen høy både ovenfor og nedenfor (**figur 37**). Den høye fiskebiomassen nedenfor Skagen de fire siste årene kan delvis forklares med lav vannføring og metodisk bedre forhold under elektrofisket. Ovenfor Skagen har forholdene under elektrofisket vært mer like alle årene. Presmolten utgjør en høy andel av den totale fiskebiomassen.

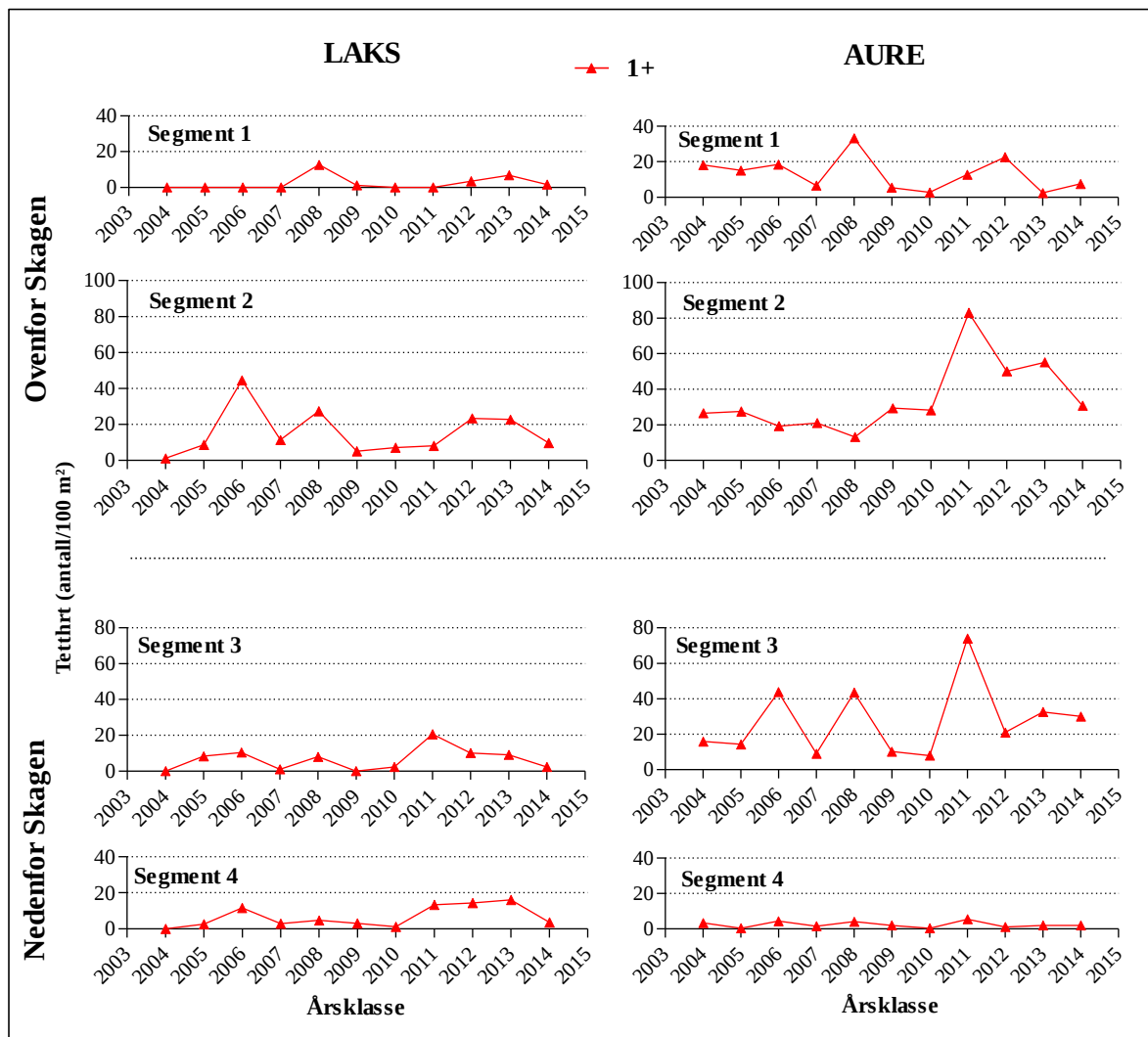


Figur 37. Gjennomsnittlig ungfiskebiomasse (gram/100 m²) ovenfor og nedenfor Skagen i Fortunselva i perioden 2005-2015. Gjennomsnittet for alle årene er vist med heltrukne linjer.

I følge «presmoltmodellen» (Sægrov mfl. 2001, Sægrov og Hellen 2004) burde en forvente høyere tetthet av presmolt og fiskebiomasse ovenfor Skagen enn nedenfor på grunn av lavere sommervannføring ovenfor. Når dette ikke er tilfelle er det sannsynlig at svært lav vintervannføring ovenfor er en begrensning for produksjonen som ikke har vært tilfelle i de vassdragene som er inkludert i modellens grunnlagsdata.

UNGFISKTETTHET

Basert på inndelingen i fire elvedeler er resultatene fra ungfiskundersøkelsene omarbeidet til gjennomsnitt for hver elvedel. Det var stor forskjell i tetthet av laks både mellom segmenter og år. Det var klart lavest tetthet i segment 1 øverst i elven. I dette segmentet var det bare årsklassene fra 2008 og 2013 som hadde tettheter av laks over 5 pr. 100 m², og disse laksene stammet mest sannsynlig fra henholdsvis eggutlegging og utsetting av plommeseekkyngel. Det har dermed vært lite eller ikke naturlig rekruttering av laks fra Holmastad og oppover. Tettheten av 1+ aure har vært bra flere av årene, med 15-20/100 m², men også svært lav (< 5/100 m²) noen år. Det siste kan skyldes høy dødelighet i perioder med lite vann enkelte vintre.



Figur 38. Gjennomsnittlig tetthet (som 1+) av ulike årsklasser av ville laks- og aureunger i perioden 2003 til 2014 i fire deler av anadrom del av Fortunselva. Segment 1 er snittet for to stasjoner (9 og 8) fra stopp anadrom strekning og ned til Holmastad. Segment 2 er to stasjoner (6 og 5) som ligger på strekningen nedenfor Holmastad og ned til Skagen. Segment 3 er en stasjon nedenfor Skagen og segment 4 er to stasjoner i nedre halvdel av denne strekningen mot Eidsvatnet.

I Segment 2 fra Holmastad og ned til Skagen var det variabel rekruttering av laks, men bra tetthet enkelte år. I dette segmentet var det høy tetthet av 1+ aure, og høyeste tetthet etter 2011 sammenlignet med tidligere. Fra denne delen av elven er det ikke resultater som indikerer spesielt høy vinterdødelighet på ungfisk.

I segment 3 og 4 nedenfor Skagen har resultatene indikert variabel rekruttering av både laks og aure, men noe av dette skyldes forholdene under elektrofisket. Tettheten av 1+ laks har vært høyere i segment

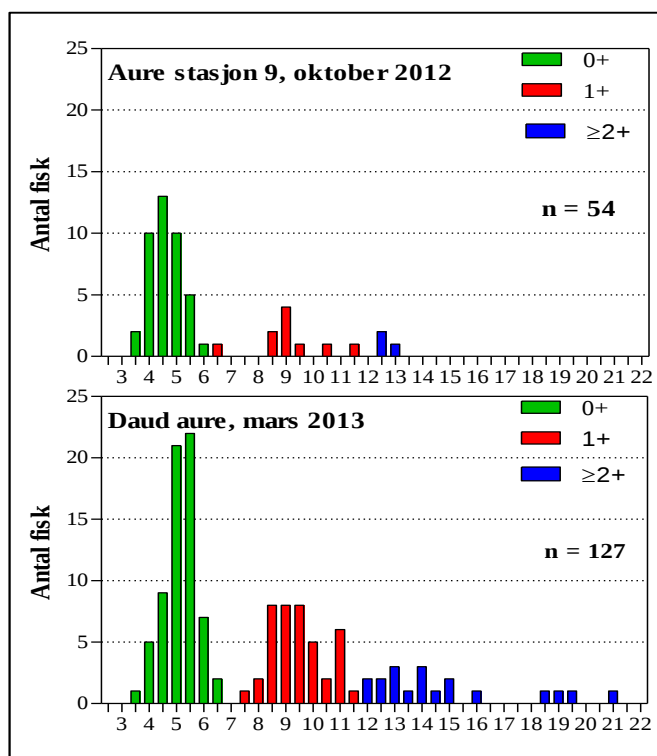
3 og 4 de siste årene sammenlignet med før 2012. I segment 4 har det vært svært lav tetthet av alle aldersgrupper av aure alle årene.

Den høyeste tettheten av 1+ laks og aure har det vært i segment 2, der det er gunstig vannføring og temperatur de fleste somre, og vannet er klart det meste av tiden. Vannet fra Haugeelva og mange dypere holer gjør også at fisken finner steder der han kan overvintre.

UTTØRKING/FRYSING

Vintrene 2010 og 2013 hadde den laveste beregnete vintervannføringen etter 2001, men det var også lav vannføring vinteren 2006. I februar/mars i 2013 ble det observert tett med ungfisk i en pytt under isen i nærheten av elektrofiskestasjon 9. Etterhvert som vannet sank nedover i grunnen vart pytten tom for vann og fisken døde. Det ble da slått hull i isen og fiskene ble samlet opp, frosset ned og senere artsbestemt, lengdemålt og veid. Foregående høst (2012) ble det gjennomført elektrofiske på stasjon 9 og da fanget 54 aureunger (37-132 mm) og 1 årsyngel av laks (49 mm). I tillegg ble det fanget 45 fettfinneklippte, sommergamle lakseunger (62-118 mm) som var satt ut tidligere på høsten (Sægrov mfl. 2013). I materialet på 127 død fisk fra mars var det bare aure (39-215 mm) (**figur 39**).

Figur 39. Øverst; lengdefordeling av 54 aureunger som ble fanget under elektrofiske på stasjon 9 i øvre del av Fortunselva 16. oktober 2012 og nederst; lengdefordeling av 127 døde aureunger som ble plukket opp fra en uttørket pytt i nærheten av stasjon 9 i mars 2013.



Det var flere eldre aureunger i materialet av død fisk enn i materialet som var elektrofisket (**figur 39**), og materialet viser at alle størrelsesgrupper av fisk strandet i dette tilfellet. Elektrofiskestasjonen lå på et grunt område i elven der det er høyere tetthet av årsyngel enn på dypere partier, mens alle størrelsesgrupper stod sammen når det bare var vanndekning på de dypeste partiene. I oktober i 2012 ble det fanget nær like mange utsatte lakseunger som ville aureunger, men i materialet fra mars var det ingen laks. Det er ikke kjent om lakseungene hadde dødd i mellomtiden, eller hadde trukket til andre deler av elven der det var mer vann.

Det er sannsynlig med betydelig dødelighet for alle størrelsesgrupper av ungfisk på grunn av tørking/frysing i vintre med svært lav vannføring. Slike situasjoner opptrer såpass ofte at bare enkelte årsklasser overlever fram til smoltstadiet. Dette gjør også at det kommer få gytefisk tilbake hit for å gyte. Det er relativt få gyteområder i de øverste 3 km av elven på grunn av grovt og/eller ustabilt substrat, men det er vanskelig å vurdere om gyteplasser er en avgrensende faktor i tillegg til lav vintervannføring.

FISKEUTSETTINGER

Regulanten har pålegg om å sette ut 15 000 smolt årlig i Fortunselva, alternativt 5 000 smolt og 40 000 parr. Dette skulle fortrinnsvis være laks, men maksimum 25 % kunne være sjøaure. På grunn av vanskar med å fange stamlaks vart det i perioden 1997-2001 bare satt ut et fåtall laks ett av åra, og av same grunn vart det i perioden fra 1990 til 2001 sett ut mer sjøaure enn laks. Etter 2005 har det bare blitt sett ut laks (tabell 2.4.1).

Tabell 8. Utsettingar av smolt, 1-årig parr og 1-somrige laks og sjøaure i Fortunselva i perioden 1990-2015. Etter 2000 er all utsatt fisk fettfinneklippt (Kilde; Jan-Idar Øygard).

År	Laks					Sjøaure		
	Egg	Pl. sekk-yngel	1-somrig	1-årig parr	Smolt	1-somrig	1-årig parr	Smolt
1990						25 000	1.830	
1991			10.500		5 000			4 500
1992			16 000	3 000		30 000	745	
1993			45 000	3 000		15 000		1 500
1994			18 000	1 000	5 500	35 000	4 800 ¹⁾	
1995					6 368	5 000	2 700	4 250
1996				699	5 064	25 543	400	4 592
1997						40 780	9 153	
1998						38 390	9 035	
1999						59 989		
2000						49 628	3 999	5 861
2001			3 393			59 227	1 752	7 402
2002					15 000			
2003					15 000			
2004					15 164			
2005			7 300					12 146
2006	20 000		15 745 ²⁾		16 000			
2007	25 000		12 000		25 424			
2008	7 900		3 177		15 483			
2009	6 500				12 000			
2010	15 000		14 966		10 750			
2011	15 000		31 000 ³⁾	4 300	18 000			
2012	43 100		35 000 ⁴⁾		18 000			
2013	6 400 ⁵⁾	63 000 ⁶⁾	30 000 ⁷⁾		20 000			
2014		46 900 ⁸⁾	18 180 ⁹⁾		15 000			
2015		59 000 ¹⁰⁾	26 500 ¹¹⁾		17000 ¹²⁾			

¹⁾: 2 300 av disse var 2-somrig fisk. ²⁾: 5 945 av disse ble satt ut i mai etter startforing (4-5 gram).

³⁾: Mange langt ovenfor anadrom strekning, og over 13 000 på strekningen avløp kraftverket - Eidsvatnet.

⁴⁾: 3 500 ved stasjon 9 øverst i elva og 31 500 nedenfor avløpet fra kraftverket. ⁵⁾: I Haugeelva.

⁶⁾: 3 000 i Haugeelva, 1 500 i Bergselva og 59 000 fra stasjon 7-9 og ovenfor anadrom, 17.-24. juni.

⁷⁾: 2 500 fra stasjon 7 til 9, 1 500 ovenfor anadrom og 26 000 fra avløp kraftverk til Eidsvatnet, 20. aug. til 6. des..

⁸⁾: 75 % i øvre del av elva mellom elfiskestasjon 7 og 9, 10 % ovenfor anadrom og 15 % i Haugeelva, 4.-14. juni.

⁹⁾: 2 700 ovenfor anadrom og 15 480 fra elfiskestasjon 4,5 og jevnt nedover til Eidsvatnet, 19. sept.-22.okt.

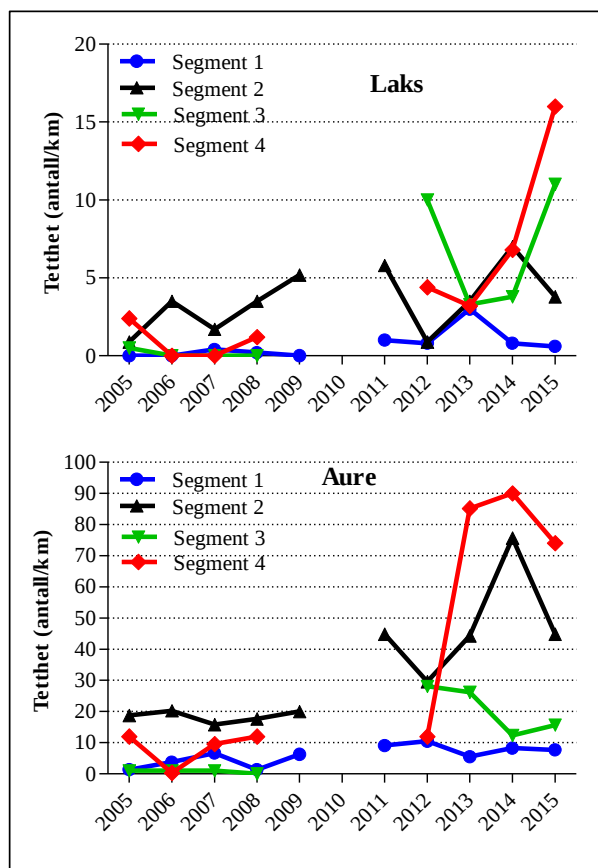
¹⁰⁾: Startforingsklar plommeseckkyngel utsatt fra stasjon 7 og opp forbi anadrom strekning, ca. 1000 i Haugeelva.

¹¹⁾: 19 400 fordelt jevnt nedenfor Skagen kraftverk, 6 800 ovenfor anadrom strekning i Øyabotn, 300 i Granfasta.

¹²⁾: Smolten utsatt 15. mai 2015.

FORDELING AV GYTEFISK

Ved gytefisktellene er det observert tydelig høyere tetthet av gytelaks og gyteaure de siste fire årene i perioden 2012 til 2015 enn tidligere (**figur 40**). De fleste av årene har det vært laveste tetthet av både laks og sjøaure i segment 1 øverst i elva. De siste tre årene har det vært høyest tetthet av både laks og aure i segment 4 nederst. Dette kan ha sammenheng med at anleggsprodusert laksesmolt blir satt ut i nedre del av vassdraget, og når de kommer tilbake som voksen laks mangler de motivasjon til å vandre langt oppover i vassdraget. Tettheten av laks i segment 2 og 3 har variert usystematisk de siste årene, men av sjøaure har det vært klart høyere tetthet i segment 2 enn i segment 3, unntatt i 2012 da tettheten var den samme.



Figur 40. Antall gytelaks (øverst) og gyteaure (nederst) pr. km elevstrekning i fire segmenter i Fortunselva som ble talt under drivtellingene om høsten i perioden 2005 til 2015. I 2010 var det for dårlig sikt til at resultatene kunne brukes. Det samme var tilfelle i segment 3 og 4 i 2009 og 2011.

Det er en klar tendens til høyere samlet tetthet av gytefisk i elven de siste årene, men i segment 1 øverst i elven er det fremdeles svært lav tetthet av gytefisk. Økningen i laksebestanden kan tilskrives bedre kvalitet og høyere sjøoverlevelse av anleggsprodusert smolt, økning i produksjonen av villsmolt og generelt høyere sjøoverlevelse f.o.m. 2009 sammenlignet med de forgående årene. Det er også en generell økning i sjøaurebestanden som kan skyldes økt produksjon av vill sjøauresmolt etter at utsettingene av settefisk av aure ble avsluttet. De siste årene har også beskatningen av sjøaure avtatt, men det totale innsiget av voksen sjøaure har vært klart høyere siden 2011 sammenlignet med årene før.

DIAGNOSE OVENFOR SKAGEN

Som beskrevet i metodekapitlet er Fortunselva delt inn i totalt fire segmenter; to på strekningen fra vandringshinderet ved Øyane til Skagen og to på strekningen fra kraftverksavløpet ved Skagen til sjøen (**figur 41**). Inndeling i segmenter ovenfor Skagen er gjort for å vurdere om strekningen fra Øyane til samløpet med Haugeelva ved Holmastad, som er noe mer stri og grovstenet enn resten av elven ovenfor Skagen, har andre flaskehalser for fiskeproduksjon enn resten av elven ned til Skagen. Nedenfor Skagen er elven delt ved Træ, for å kunne skille flaksehalser på den relativt bratte strekningen øverst fra den slake strekningen nederst.

HABITATFLASKEHALSER

GYTEHABITAT

I **segment 1** er det registrert ikke registrert gyteområder på den øverste kilometeren av elven. Nedenfor her er det en del gyteområder av varierende størrelse, og disse er relativt godt spredt over hele strekningen. Segmentet har «middels gytehabitat» i henhold til Forseth & Harbys klassifisering (2013). I segment to er det stort sett bra med gyteområder hele veien, og forekomst av gyteområder er ikke ventet å være begrensende.

SKJUL

I **segment 1** er det mye skjul, mens det i segment 2 er lite skjul. Verdiene for vektet skjul varierte en del mellom de ulike transektene i begge segmentene.

PRODUKTIVITET OG STADIUM FOR BESTANDSREGULERING

I **segment 1**, som har relativt lite gytehabitat og mye skjul, er tilgangen på gyteområder sannsynligvis begrensende for fiskeproduksjonen, særlig i øvre del av segmentet. Habitatavhengig bestandsregulering skjer dermed på yngelstadiet. Registreringer av mengden gytehabitat og skjultilgang indikerer at strekningen er moderat produktiv (jf. Forseth & Harby 2013).

I **segment 2**, som har mye gytehabitat og lite skjul, er skjultilgang begrensende faktorer for fiskeproduksjon, og produktiviteten er moderat til lav. Bestandsreguleringen skjer sannsynligvis på parrestadiet i dette segmentet.

HYDROLOGISKE FLASKEHALSER

LAVVANNSPERIODER

Vannføringen mellom Øyane og Skagen er generelt redusert som følge av reguleringen. Gjennomsnittlig laveste ukesvannføring er før regulering beregnet til ca. 1,0, og er sannsynligvis under 0,3 m³/s etter utbyggingen. Det har også vært en reduksjon i ukemiddelvannføringen om sommeren, men denne endringen er mindre enn om vinteren og sannsynligvis lite begrensende for produksjonen av fisk i vassdraget.

I øvre del av anadrom strekning (**segment 1, figur 41**) og videre oppover er fjellsidene bratte og herfra tilføres det store mengder masse i form av grus, stein og blokker til elveløpet. I øverste del, fra Bjørk og oppover, blir stein og blokker liggende mens finere masse i flommer blir ført videre nedover elven forbi Bjørk. Dette har medført at elvebunnen over tid har hevet seg i forhold til terrenget rundt og grunnvannsnivået. Forbygninger langs elven har gitt den et definert løp slik at den ikke kan ta nye løp etter hvert som bunnen heves. I området ovenfor Bjørk forsvinner vannet ned i elvebunnen ved de laveste vannføringene som opptrer vinterstid, og ved vannføring på 0,27 m³/s er elvebunnen tørr enkelte steder. Vinteren 2013 var vannføringen uvanlig lav i dette området og lavest i mars med tilsig ned mot 0,5 l/s/km², og i nabovassdraget Utle førte den lave vannføringen trolig til at egg tørket og frøs i

gytegrøpene (Sægrov mfl. 2016). I tørre kulper i øvre del av Fortunelva ble det registrert strandet aure som døde denne vinteren.



Figur 41. Venstre; nedover og høyre; oppover fra Holmastad bro i mars 2006.

Selv om den relative endringen i laveste ukesvannføring er størst i sommerhalvåret, er det endringen i vinterhalvåret som sannsynligvis har vært mest negativ for fisk. Ved vannføringer under $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ vil vanndeckt areal bli svært lite, dette vil føre til tørrelegging av avsnøringer med fare for stranding av fisk, og det vil bli en betydelig sammentrengning av fisk og økt konkurranse om mat og skjul. Dette kan medføre økt dødelighet for ungfisk, noe som er påvist i en rekke elver (Gibson & Myers 1988; Hvidsten 1993; Cunjak mfl. 1988, 2013), men effekten avhenger trolig av fisketettheten ved vinterens start. Særlig vil områdene i segment 1 være utsatt for tørrelegging, stranding og sammentrengning. I segment 2 er elven i mye større grad påvirket av terskler og har holer som gir betydelig bedre vanndekning ved lav vannføring. Ekstra tilførsel av vann fra Haugeelva gjør også at denne delen av elven er mindre utsatt for disse problemene om vinteren.

VANNHASTIGHET

Det er ikke utført målinger av vannhastighet i denne delen av elven, men redusert strømfart om sommeren pga. reguleringen har trolig gitt gunstigere oppvekstforhold for ungfisk (og spesielt årsyngel) enn ved vannføringsregimet før regulering.

GYTEVANNSTAND

I **segment 1** er det moderat mengde potensielle gyteområder for laks. De fleste av gyteområdene som er registrert ligger slik til at de har vanndekning selv ved svært lav vannføring. I **segment 2** er vanndeeringen bedre ved lave vannføringer og også her er det vanndeeking på de fleste gyteområdene ved lav vannføring. Det er likevel rimelig å anta at reduksjonen i gjennomsnittlig laveste ukesvannføring vinterstid etter regulering har gitt noe økt fare for tørrelegging av gytegrøper. I et gjennomsnittlig år vil dette si at risikoen for forhøyet eggdødelighet om vinteren ovenfor Skagen er noe høyere enn før regulering. I år der gytingen foregår på noe høyere enn gjennomsnittlig vannføring, og vinteren er normal eller tørrere enn vanlig, er det imidlertid sannsynlig at eggdødeligheten kan være markert høyere enn før regulering. Gytevannstand er derfor en sannsynlig flaskehals for fiskeproduksjonen mellom Øyane og Holmastad.

VANNFØRING UNDER SMOLTUTVANDRINGEN

I smoltutvandringsperioden er flomtoppene mindre etter regulering sammenlignet med før regulering. Gjennomsnittlig vannføring i smoltutvandringsperioden er redusert med ca. 75 %. Variasjonen i vannføring i smoltutvandringsperioden er også sannsynligvis betydelig redusert, som følge av reduserte flomtopper i mai og juni. Basert på grenseverdier oppgitt av Forseth & Harby (2013) er disse endringene ventet å medføre moderat negativ effekt på smoltens overlevelse under og etter utvandring fra elvedelen ovenfor Skagen.

ENDRINGER I FLOMFORHOLD

Det foreligger ikke sikre data for flomvannføringer i Fortunselva ovenfor Skagen i regulert tilstand, og reguleringens innvirkning på flomtoppene ovenfor Skagen kan derfor ikke kvantifiseres nøyaktig. En stor andel av nedbørfeltet oppstrøms Øyane er fraført ved regulering, og snittvannføringen er redusert fra 20 til 7,4 m³/s. Det er rimelig å anta at antall flommer er betydelig redusert. Vannføringsmålinger ved Dregni bru etter 1996 har lavere flomtopper enn det som ble målt ved Ytri bru før reguleringen. Det er normalt de største flommene som er avgjørende for endringer i elveløpet og bestemmende for utspyling av sand og silt. En reduksjon i de store flommene siden 1996, kan ha ført til en større oppsamling av finmasser i elveløpet, noe som kan gi nedslamming av gytehabitat og tetting av skjul.

EFFEKTJØRING

Segment 1 og 2 ligger ovenfor kraftverket, og er dermed ikke påvirket av effektkjøring.

HOMOGENISERING AV ELVELØPET

I denne delen av elven er inndeling i elveklasser kun utført ved én vannføring. Det er derfor noe vanskelig å vurdere om reguleringen har medført en homogenisering av elveløpet. Det er imidlertid mulig å gjøre noen grove antakelser basert på kjente vannføringsendringer og resultatene av habitatkartleggingen ved en vannføring på ca. 0,9 m³/s.

Vannføringen i denne elvedelen er generelt betydelig redusert, noe som ofte vil øke graden av heterogenitet i bratte og strykpregede elvepartier. Selv ved lav vannføring (0,9 m³/s) er ca. 20 % av Fortunselva ovenfor Holmastad stryk, og denne andelen vil øke med økende vannføring. Sannsynligvis vil store deler av elven i segment 1 bli strykområder ved høy vannføring. Fraføring av vann har dermed ført til at elveløpet ovenfor Holmastad har blitt mindre homogent enn i uregulert tilstand, noe som i seg selv regnes som positivt for fiskeproduksjonen (se Forseth & Harby 2013). Det gjøres imidlertid oppmerksom på at fraføring av vann samtidig har andre effekter (som reduksjon i vanndekt areal), slik at sum-effekten av redusert vannføring likevel kan bli negativ (se «Samlet vurdering» under).

VANNTEMPERATUR

VEKST

Gjennomsnittlig vanntemperatur har sannsynligvis økt markert ovenfor Skagen etter at vassdraget ble regulert. Denne temperaturøkningen er ventet å ha en positiv effekt på fiskens vekst, noe som kan resultere i litt lavere gjennomsnittlig smoltalder og dermed potensiale for høyere smoltproduksjon enn før regulering.

Om vinteren er vanntemperaturen ovenfor Skagen sannsynligvis tilnærmet lik før og etter regulering. Temperaturen ved laksens «swim-up» har dermed sannsynligvis blitt noe høyere etter regulering, noe som vil bidra til flere år med vellykket rekruttering og mer stabil produksjon av laks i vassdraget.

VANNKVALITET

FORSURING

Forsuring er generelt ikke avgrensende for overlevelse av laks og aure Fortunselva, og elven er antatt å være lite forurenset.

TURBIDITET

Breene i nedbørfeltet til øvre del av Fortunselva er etter regulering i all hovedsak overført til Skagen kraftverk. Før regulering var elvevannet på hele den anadrome strekningen brefarget (med høy turbiditet) fra sent i juni og utover høsten, men i dag er vannet i restfeltet klart hele året. Turbiditet er derfor i dag ingen begrensning for fiskeproduksjonen ovenfor Skagen, og dette er isolert sett en positiv effekt av reguleringen.

DIAGNOSE NEDENFOR SKAGEN KRAFTVERK

HABITATFLASKEHALSER

GYTEHABITAT

I **segment 3** er det registrert få gyteområder (**figur 14**). Segmentet har «lite gytehabitat» i henhold til Forseth & Harbys klassifisering (2013).

I det meste av **segment 4** er det tett med gyteområder; bare i nedre del er det et litt lengre parti som mangler gyteområder. Segmentet har «mye gytehabitat» i henhold til Forseth & Harbys klassifisering (2013).

SKJUL

I **segment 3** er det middels til mye skjul, mens det i **segment 4** er lite skjul. Verdiene for vektet skjul varierte relativt mye i segment 3, men var stort sett lav på alle de ulike transektene i segment 4.

PRODUKTIVITET OG STADIUM FOR BESTANDSREGULERING

I **segment 3**, som har relativt lite gytehabitat og mye skjul, er tilgang på gytehabitat sannsynligvis noe begrensende for fiskeproduksjonen. Bestandsreguleringen skjer dermed på yngelstadiet, noe som også bekreftes av data fra el-fiske, med relativt lite årsyngel i forhold til eldre ungfisk. Registreringer av mengden gytehabitat og skjultilgang indikerer at strekningen er moderat produktiv (jf. Forseth & Harby 2013).

I **segment 4**, som har mye gytehabitat og lite skjul, er skjultilgang begrensende faktorer for fiskeproduksjon, og produktiviteten er moderat. Bestandsreguleringen skjer sannsynligvis hovedsakelig på parrstadiet i dette segmentet.

HYDROLOGISKE FLASKEHALSER

LAVVANNSPERIODER

Det er krav om minstevannføring på 3,75 m³/s nedenfor kraftverksavløpet ved Skagen (**segment 3 og 4**). Dette medfører at laveste ukesmiddel vannføring er høyere etter regulering sammenlignet med før regulering. Dette er ventet å ha en positiv effekt for ungfiskproduksjonen, ettersom lave vintervannføringer ofte representerer sterke flaskehalser i vassdrag med lavt vintertilslig. Lavvannsføringsperioder om sommeren er ikke ventet å være begrensende for fiskeproduksjonen i Fortunselva, ettersom bresmelting forhindrer svært lave vannføringer i denne perioden. Reguleringen har sannsynligvis gitt noe høyere minimumsvannføringer om sommeren de fleste år sammenlignet med naturlig vannføring, men dette er altså i seg selv ikke vurdert å ha noen nevneverdig effekt på fiskeproduksjonen. Disse vurderingene gjelder både segment 3 og 4, ettersom vannføringen ikke endrer seg mye fra kraftverksavløpet til Eidsvatnet.

Betydningen lavvannsføringsperioder har for fiskeproduksjonen i et vassdrag er avhengig av forholdet mellom vannføring og vanndekt areal (Forseth & Harby 2013). Det er ikke utarbeidet gode kurver for forholdet mellom vannføring og vanndekt areal ved vannføringer ned mot minstevannføring i Fortunselva nedenfor Skagen, men det er antatt at det er en relativt slak sammenheng mellom vanndekt areal og vannføring i intervallet 20 m³/s (breddfull elv) og minstevannføring (3,75 m³/s), og brattere for vannføringer under minstevannføring. Dette tilsier at den positive effekten av økt laveste ukessvannføring vinterstid etter regulering kan omtales som moderat, men det gjøres oppmerksom på at økt vannføring også kan ha en negativ effekt på habitatforholdene for bla. årsyngel.

VANNHASTIGHET

Det er ikke gjennomført analyser av vannhastighet nedenfor Skagen kraftverk.

GYTEVANNSTAND

Begrepet gyte vannstand beskriver forholdet mellom vannstand i gyteperioden og lavvannsperioder påfølgende vinter. Om vannstanden synker mye etter gyting, kan det bli stor dødelighet for egg og plommeseekkyngel som ligger i grusen (se for eksempel Cunjak & Therrien 1998). Det er her antatt at fisken i Fortunselva gyter i perioden 15. oktober til 1. desember.

Nedenfor Skagen er det minstevannføring etter utbyggingen, og det er sannsynlig at lavvannføringsperioden har betydelig høyere vannføring nå enn det som var tilfellet før regulering. Gytevannføringen har trolig endret seg lite. Minstevannføringen har ført til redusert fare for tørrlegging av gytegroper etter reguleringen i **segment 3 og 4**. Faren for tørrlegging var relativt lav også før regulering og den positive effekten er trolig svært begrenset.

VANNFØRING UNDER SMOLTUTVANDRINGEN

Det er sannsynligvis noe mindre flommer i smoltutvandringsperioden etter utbygging sammenlignet med før. Sannsynligvis er det også noe mindre variasjon i vannføringen etter reguleringen sammenlignet med før regulering. Slike endringer er ventet å medføre en liten til moderat negativ effekt på smoltens overlevelse under og etter utvandring (gjelder **segment 3 og 4**). Dette skyldes at rask og synkron utvandring er antatt å gi bedre overlevelse for smolten både i elven og fjorden, og at dette som oftest forekommer ved vannføringsøkning.

ENDRINGER I FLOMFORHOLD

Reduksjon i størrelse på og hyppighet av flommer kan medføre nedslamming av gytehabitat og tetting av skjul i regulerte elver. Det foreligger ikke sikre data for flomvannføringer i Fortunselva nedenfor Skagen i uregulert tilstand, men det var målinger av vannføring ved Ytri bru før utbyggingen, og flomtoppene her var større enn det en har registrert ved Dregni bru de siste 20 årene. Det er rimelig å anta at antall flommer er betydelig redusert. Vannføringsmålinger ved Dregni bru etter 1996 har lavere flomtopper enn det som ble målt ved Ytri bru før reguleringen. Det er normalt de største flommene som er avgjørende for endringer i elveløpet og bestemmende for utspyling av sand og silt. En reduksjon i de store flommene siden 1996, kan ha ført til en større oppsamling av finmasser i elveløpet.

EFFEKTJØRING

Stranding av fisk i forbindelse med effektkjøring eller plutselige vannstandsendringer ved utfall (driftsstans) i kraftverk kan medføre dødelighet for ungfisk i elven. Det finnes flere eksempler på dette, også fra Norge (Arneklev mfl. 1994, Forseth mfl. 1996, Hvidsten 1985, Saltvedt mfl. 2001). Senkningshastigheten på vannet er avgjørende for andelen som strander. En senkningshastighet på 13 cm i timen er oppgitt som en grense for hvor stranding går fra å være et lite til et større problem (Harby 2004; 2012, Bakken mfl. 2016), men forsøk har vist at stranding av årsyngel ved lavere senkningshastighet likevel kan skje på utsatte steder ved høy vannhastighet, grovt materiale med mye hulrom og sidehelning slakere enn 5 % (Harby 2004). Under naturlige forhold er det sjelden at vannstanden endres med mer enn 5-10 cm per time (Harby 2004).

Vår analyse av hydrologisk variasjon i Fortunselva nedenfor Skagen viser at det i løpet av et år forekommer mange hundre effektkjøringsepisoder med senkningshastighet som overstiger 13 cm per time. Raskeste registrerte vannstandsreduksjon var på over 100 cm per time. Det er altså en rekke relativt raske nedtappinger som ofte blir etterfulgt av relativt rask vannstandsøkning. Det er sannsynlig at faren for dødelighet for fisk er betydelig mindre ved korte enn lange tørrleggingsperioder, men dette vil i stor grad være avhengig av temperaturen i vannet og i luften. Generelt strander flest fisk ved lave vanntemperaturer om vinteren (< 4,5 °C; Harby 2004), og dødeligheten for strandet fisk vil sannsynligvis være langt høyere ved kuldegrader i luften enn ved høyere temperaturer.

Hurtig senkning av vannstand forekommer omtrent like hyppig om natten som om dagen i Fortunselva, men er sannsynligvis vanligst om vinteren da det er lite vann i restfeltet som kan avdempe raske vannstandsendringer ved hurtig nedkjøring i kraftverket. Størst risiko for stranding er det på dagtid om vinteren (Bradford mfl. 1995; Saltvet mfl. 2001). Forsøk har også vist at aureyngel som lever sammen med laks i større grad strander enn aure som lever alene (Bakken mfl. 2016). Mye skjul øker faren for stranding, og det samme er tilfelle for områder med liten sidehelning (Harby 2004).

Sidehelningen i Fortunselva er relativt bratt i **segment 3**, men her er det også relativt mye skjul. I **segment 4** er sidehelningen slakere, men her er også mindre skjul. Likevel må det forventes noe stranding ved de raskeste nedkjøringene, og selv med svært liten dødelighet ved hvert enkelt tilfelle vil det store antallet effektkjøringsepisoder gjennom året kunne medføre en betydelig dødelighetsfaktor for ungfisk. Dødeligheten er sannsynligvis størst i fiskens første vinter i elven, da årsyngel normalt er mest utsatt for stranding. I tillegg kan effektkjøring forårsake redusert vekst hos ungfisk som ikke strander (Puffer mfl. 2014).

Det er også kjent at hyppige endringer i vannføring gir redusert tetthet og diversitet av bunndyr nær land i elver på grunn av jevnlig tørlegging (Arneklev mfl. 1994; Céréghino mfl. 2002). I tillegg er det fare for «utspyling» av vårfluelarver ved plutselige vannføringsøkninger (Céréghino & Lavander 1998; Cereghino mfl. 2004), og begge disse effektene bidrar sannsynligvis til et noe redusert næringsgrunnlag for laks og aure i Fortunselva etter regulering. Det virker imidlertid ikke som om næringstilgang er en flaskehals for fiskeproduksjonen i vassdraget i dag (Sægrov mfl. 2012), men det kan ikke utelukkes at redusert forekomst av bunndyr kan begrense vekst hos aureunger hvis fisketettheten tar seg betydelig opp fra dagens nivå.

HOMOGENISERING AV ELVELØPET

I **segment 3** er det strykstrekningsdominert ved lav vannføring, mens det også er relativt mange mindre parti med glattstrøm. I **segment 4** dominerer glattstrømsområder ved en vannføring på 20 m³/s. Det er sannsynlig at det skal relativt store vannføringsendringer til før det blir store endringer i elveklassene i de to segmentene, og det er dermed lite sannsynlig at reguleringen har hatt avgjørende betydning for homogeniseringen av elveløpet i segment 3 og 4.

VANNTEMPERATUR

Det er sannsynligvis høyere vintertemperaturer nedenfor Skagen kraftverk etter regulering. Dette vil føre til raskere eggutvikling og tidligere «swim-up». Tidligere «swim-up» fører de fleste år til lavere «swim-up»-temperaturer. Sommertemperaturene har sannsynligvis blitt lavere på grunn av reguleringen og har dermed også ført til lavere «swim-up»-temperatur nedenfor Skagen, noe som vil føre til redusert overlevelse i tidlig yngelfase. Over lengre tid vil det mest sannsynlig bli en genetisk tilpasning hos laksen i vassdraget mot en forsinket gytetopp, noe som vil føre til at «swim-up» temperaturen blir mer ideell i forhold til de eksisterende vanntemperaturene i vassdraget.

VANNKVALITET

TURBIDITET

Høy turbiditet (mye «brefarge») i Fortunselva nedenfor Skagen gir dårlig sikt i vannet i store deler av vekstsesongen for laks og aure. Dette reduserer fiskens evne til å finne mat, og er derfor ventet å gi dårligere vekst enn i klarere elver. Gjennomsnittlig turbiditet i elven nedenfor Skagen gjennom året har blitt høyere som følge av reguleringen av vassdraget, noe som trolig har en negativ innvirkning på produksjonsforholdene i **segment 3 og 4**.

SAMLET VURDERING

Den ovenstående gjennomgangen etter «Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag» (Forseth & Harby 2013) har identifisert potensielle flaskehalser for fiskeproduksjon i Fortunselva. I det følgende er disse vurdert opp mot hverandre, og de antatt viktigste trukket frem for hvert av de vurderte elvesegmentene. En sammenstilling av påvirkningsfaktorer og antatt virkning er vist i **tabell 9**.

OVENFOR SKAGEN

På strekningen Øyane – Holmastad (**segment 1**) er det tydelig fra bestandsdata at fiskeproduksjonen hovedsakelig er rekrutteringsbegrenset. Tørrlegging av elveløpet vurderes som den mest sannsynlige flaskehalsen, men i øvre del er det også lite gytehabitat. Lavt antall gytelaks har trolig også bidratt til lav eggtetthet de fleste år. For aure har sannsynligvis gytebestanden vært bedre, men det er likevel få årsyngel som blir fanget på de to øverste stasjonene.

Det er sannsynlig at sammentrenging av fisk og tørrlegging av avsnøringer i elveløpet som følge av lav vintervannføring begrenser fiskeproduksjonen mange av årene. Reduksjonen i sommervannføring er trolig av mindre betydning sammenlignet med de lave vintervannføringene.

Fraføring av leirholdig vann fra breene i nedbørfeltet fra elven ovenfor Skagen har gitt lavere vannføring, bedre sikt og høyere sommertemperaturer. Dette kan gi grunnlag for en betydelig høyere produksjon enn det en hadde før regulering. Men dersom produksjonen skal økes må noen av de eksisterende flaksehalsene reduseres. Særlig viktig vil økning av minstevannføring om vinteren være.

I segment 2 er vanndekningen betydelig bedre enn i segment 1 og er sannsynligvis i liten grad avgrensende for produksjonen. Strekningen har imidlertid mye finsubstrat som gir lite skjul, og dette er sannsynligvis begrensende for bæreevnen for større ungfisk. I segment 2 er det satt i gang arbeid med uttak av masse, noe som vil gi større vannvolum og i hvert fall i en periode bedre skjulmuligheter. Kontinuerlige tilførsler av finere masse vil over tid fylle opp hølene, men med jevnlig uttak kan substratet bli grovere og gi mer skjul på strekninger nedstrøms uttaksstedene, men også oppstrøms.

NEDENFOR SKAGEN

Håndboken tar i liten grad hensyn til turbiditet i vassdragene. Studier fra breelver i Vest-Norge indikerer imidlertid at produksjonen av smolt ligger rundt en tredel av forventningen i slike vassdrag (Hellen mfl. 2001, 2002; Sægrov & Urdal 2007, Urdal & Sægrov 1999). Også studier fra andre norske elver med silt og leirepåvirkning som ikke kommer fra isbreer viser en betydelig redusert fiskeproduksjon (Berger mfl. 1994; 1997). Etter reguleringen av Fortunselva har perioden med tilførsler av silt og leire gått fra å være i en begrenset del av vekstsesongen til å komme gjennom det meste av året nedenfor kraftverksavløpet. Denne faktoren kan også tenkes å være i interaksjon med andre elementer som drøftes for de enkelte segmentene under.

Drift av Skagen kraftverket gjør at det i tillegg til utslipp av leirholdig vann med dårlig sikt hele året også er tapping av kaldt som gir lave sommertemperaturer. Lavere sommertemperaturer gir dårligere overlevelse for yngel av laks som nylig er kommet opp av grusen og gir også generelt dårligere vekst hos laks. Effektkjøring kan dessuten medføre raske endringer i vannstand og vanndekket areal gjennom døgnet.

I perioder med mye vann fra restfeltet fra snøsmelting og/eller nedbør og lite vann gjennom kraftverket (typisk sen natt) vil vannet nedenfor kraftverket på grunn av blanding være mer preget av vannet fra restfeltet og sommerstid bli varmere og ha lavere konsentrasjoner av leire sammenlignet med perioder da det er lite bidrag fra restfeltet, og/eller mye vann går gjennom kraftverket (typisk dagtid).

I segment 4 består elvebunnen hovedsakelig av grus og småstein og der er lite skjul for ungfisk. Dette er trolig en produksjonsbegrensende faktor. Både reguleringen med endrede flommer og effektkjøring samt forbygning mot landbruksområder har bidratt til at det er blitt mindre skjul på denne strekningen.

Tabell 9. Faktorer som påvirker fiskeproduksjonen på fire delstrekninger i Fortunselva og i hvilken grad de er påvirket av reguleringen; - betyr negativ påvirkning, + positiv.

Faktor	Nedom Skagen		Ovenfor Skagen		Mulige tiltak
	Eidsvatnet- Trø	Trø- Skagen	Skagen- Holmestad	Holmestad- stopp anadrom	
	Segment 4	Segment 3	Segment 2	Segment 1	
Leire	+ (- vinter)	+ (- vinter)	++	++	
Vintervannføring	+	+	--	---	Minstevannføring
Sommervannføring	-+0?	-+0?	++	++	Minstevannføring
Temp. sommer	- (laks)	- (laks)	++ (laks)	++ (laks)	
Substrat	-	0	-	0	Masseuttak, fangdammer
Gyteområder	0	0	0	-	Sideløp?
Drift av kraftverk	-	-	0	0	Jevnere opp-nedkjøring
Gytevannstand	+	+	-	-	Økt minstevannføring
Flomtopper	-	-	-	-	
Smoltutsettinger	+ (laks)	+ (laks)	+ (laks)	+ (laks)	
Rognplanting				+ (laks)	

Det har skjedd en betydelig økning i innsiget av laks og sjøaure til Fortunvassdraget de siste årene. Det er sannsynlig at endret kultiveringspraksis med utsetting av laksesmolt av god kvalitet nederst i vassdraget er viktige bidrag til bestandsøkningen. Enkelte år har kultivering ved eggplanting og utsetting av lakseyngel i øvre del av vassdraget sannsynligvis gitt et positivt bidrag til rekrutteringen og produksjon av laksesmolt. Noe av økningen skyldes økt produksjon av vill smolt og redusert beskatning i elva av voksen fisk. Bestandsøkningen har skjedd de siste årene, og det er mulig vi ennå ikke har sett vassdragets produksjonspotensiale under nåværende forhold. Kultivering av sjøaure skjedde siste gang i 2001 og bestandsutviklingen i etterkant indikerer at kultiveringen gav lite eller ikke bidrag til bestanden.

VERDI, VIRKNING OG KONSEKVENNS

I **tabell 10** er det satt opp en samlet oppstilling av verdi, virkning og konsekvens for anadrom fisk i Fortunvassdraget. Virkningen er hovedsakelig basert på en antatt produksjon av anadrom fisk uten regulering sammenlignet med den produksjonen som er på de ulike elvesegmentene i dag. Virkningene av reguleringen er mye de samme for laks og sjøaure, men endringene i temperatur nedenfor kraftverket er mer negative for laks enn for sjøaure, mens temperaturendringen ovenfor Skagen sannsynligvis er viktigere for økt lakseproduksjon.

Tabell 10. Oppsummering av verdi, virkning og konsekvens av regulering for fagtema **anadrom fisk** for påvirkede anadrome elvestrekninger i Fortun

Alternativ/Område	Verdi			Virkning				Konsekvens
	Liten	Middels	Stor	Stor neg.	Middels	Liten / ingen	Middels	Stor pos.
Segment 1	----- -----	----- -----	▲	----- ----- -----	▲	----- -----	-----	Middels negativ (--)
Segment 2	----- -----	----- -----	▲	----- ----- -----	▲	----- -----	▲	Middels positiv (+)
Segment 3	----- -----	----- -----	▲	----- ----- -----	▲	----- -----	-----	Middels negativ (--)
Segment 4	----- -----	----- -----	▲	----- ----- -----	▲	----- -----	-----	Middels negativ (--)

FORSLAG TIL TILTAK

MINSTEVANNFØRING

Transektmålinger, modellering og bilder av vanndekket areal ved ulike vannføringer tilsier at en minste vannføring på 0,5 m³/s i vinterhalvåret sannsynligvis vil være tilstrekkelig til å sikre overlevelse for egg og ungfisk i øvre del av Fortunselva. Gitt en tilstrekkelig vannføring om vinteren har denne delen av vassdraget gode habitatkvaliteter for oppvekst av ungfisk, og vi anslår at produksjonen av vill smolt i vassdraget kan øke med minst 30 % hvis vintervannføringen ikke var begrensende for overlevelse. Det kan her også bli lave vannføringer sent på sommeren, i en periode da voksen fisk skal vandre opp og holde seg fram til og gjennomføre gytingen. I denne perioden trenger fisken mer vann og helst over 2 m³/s. De fleste år er vannføringen høyere enn dette i sommerhalvåret, men kan enkelte år, som i 2015, bli lavere enn 2 m³/s.

EFFEKTJØRING

Driften av Skagen kraftverk innebærer raske endringer i vannføring og vanndekt areal gjennom døgnet, noe som andre steder er vist å kunne være uheldig for overlevelse av ungfisk. Jevnere ned- og oppkjøring vil redusere påvirkningen av denne dødelighetsfaktoren. Nedkjøringshastigheten bør sannsynligvis tilpasses både vannføringen ut fra kraftverket og vannføringen i restfeltet, og spesielt i perioder da det er lav vannføring i uregulert restfelt bør nedkjøringen være rolig.

SUBSTRAT OG GYTEOMRÅDER

Det er lange strekninger med lite fall der elvebunnen er dominert av fint substrat som gir lite skjul for ungfisk, både ovenfor og nedenfor Skagen. Reduserte tilførsler og fjerning av masse vil gi bedre oppvekst- og produksjonsforhold for ungfisk. På områder ovenfor Skagen er det utarbeidet plan for uttak og sedimentfeller for både grovt og fint substrat, og deler av dette arbeidet er allerede utført.

Uttak av finmasser, harving, utplassering av steinklynger og grovere substrat kan øke forekomsten av skjul i nedre del av vassdraget (segment 4).

I øvre del av segment 1 er sannsynligvis forekomst av gyteområder begrensende, og bratt helning og stor vannfart ved høy vannføring gjør det vanskelig å etablere stabile gyteområder på denne strekningen. Eventuelle forsøk på slike tiltak må eventuelt forsøkes i mindre sideløp som sikres vanntilførsel også ved lav vannføring.

FORTUNVASSDRAGET – REGULERTE INNSJØER

Om datagrunnlaget

Innsjøbeskrivelser og vurdering av verdi, virkning og konsekvenser av regulering er i denne delen av rapporten basert på foreliggende kunnskap, i form av tilgjengelige rapporter med omtale av prøvefiskeresultater fra 1957 til 2010. Antall undersøkelser i denne perioden varierer mellom innsjøene, og en rekke innsjøer har aldri blitt prøvefisket. I tillegg har Hydro registrert antall utsatt fjellørret i den enkelte innsjø siden 1991, men data virker å mangle for enkelte år. Fortun klekkeri har også levert en del fisk til blant andre Jostedal Grunneigarlag, Jostedal Fjellstyre, Luster Fjellstyre, Fortun Grunneigarlag og Luster kommune, men vi har ikke oversikt over eventuelle utsettinger utført av disse institusjonene.

Beskrivelse av innsjøene

Illvatn

Illvatn (innsjø nr. 1592) ligger 1367 moh. ved LRV og 1382 moh. ved HRV, som gir en reguleringshøyde på 15 m. Vannstanden senkes inntil 15 m under opprinnelig normalvannstand, som var lik dagens HRV. Utløpet rant opprinnelig sørover mot Fivlemyrane, men dette vannet slippes i dag i tunnel østover mot Middalsvatnet. Nedbørfeltet til Illvatnet er ikke endret ved regulering.

Det er noe uklart om det har foregått fiskeutsetting i Illvatnet, fordi det også ligger en annen innsjø med samme navn ved Fannaråki lenger sør. Vi antar her at mesteparten av eller alle utsettingstallene vi har tilgang til gjelder Illvatnet ved Fannaråki, og at det dermed er satt ut få eller ingen fisk i Illvatn ved Fortundalsbreen.

Vi kjenner ikke til at det er utført prøvefiske i Illvatnet, og det foreligger dermed ingen informasjon om fisk i denne innsjøen. Illvatnet ligger så høyt over havet at det er usannsynlig at en ørretbestand kan klare seg uten jevnlig utsettinger.

Fivlemyrane

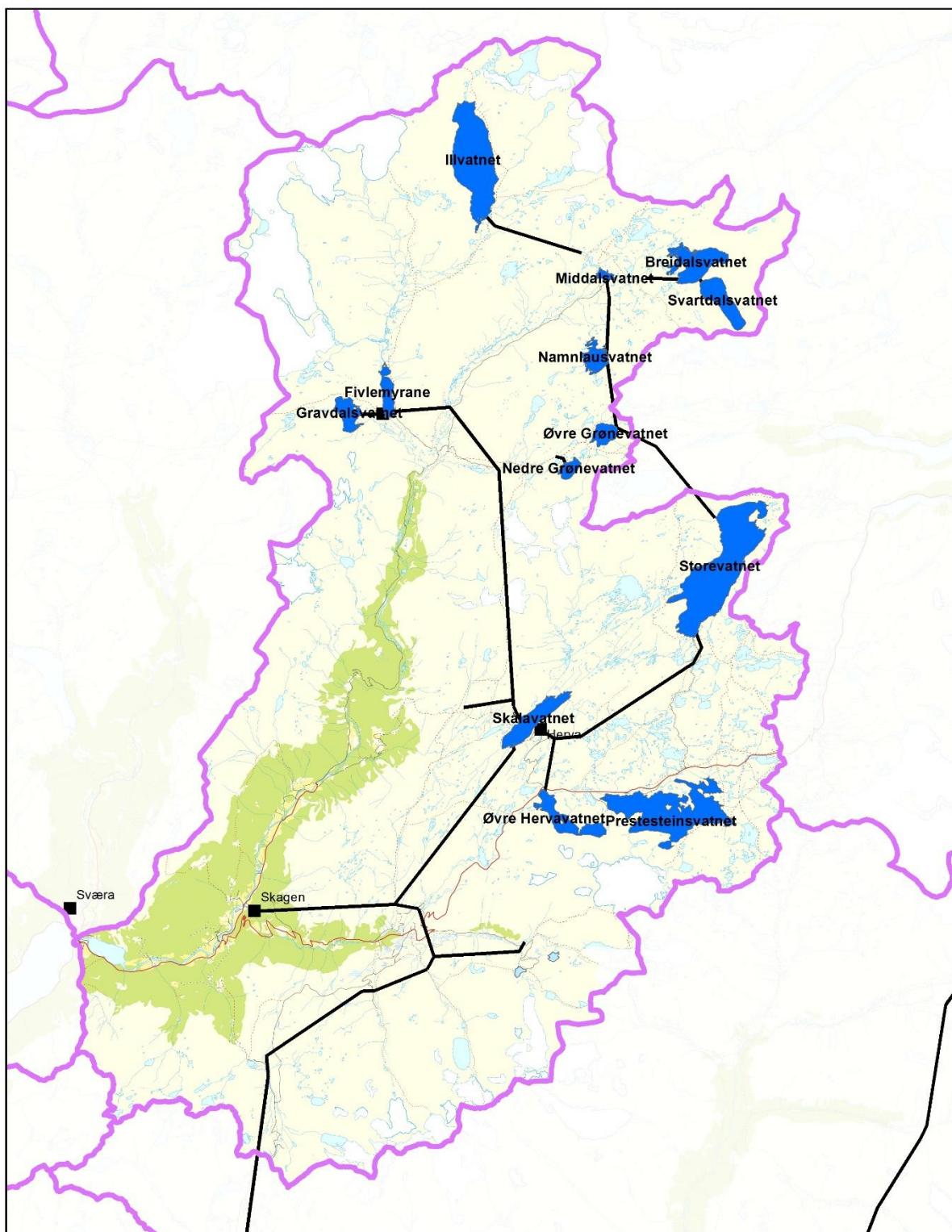
Fivlemyrane (innsjø nr. 1590) ligger 1018 moh. ved LRV og 1028 moh. ved HRV, som gir en reguleringshøyde på 10 m. Magasinet er dannet ved oppdemming av et elveområde, og er således en kunstig innsjø. Ved LRV er magasinet dermed i praksis tomt for vann. Det opprinnelige nedbørfeltet til Fivlemyrane er redusert med en tredjedel som følge av fraføring av vann fra Illvatnet, og restfeltet er på ca. 55 km². I tillegg er et felt på knappe 9 km² overført til Fivlemyrane fra vest, ved at vann fra Gravdalsvatnet føres ned i Fivlemyrane via småkraftverket Fivlemyr kraftverk. Det foreligger en søknad om konsesjon til utbygging av Illvatn pumpekraftverk, som skal pumpe vann fra Fivlemyrane til Illvatnet.

Fivlemyrane ble prøvefisket i 1968, 1975, 1985 og 1995 (Urdal & Søltnæs 1996 og referanser nevnt der). I 1985 ble det fanget én tre år gammel ørret, og i 1968, 1975 og 1995 ble det ikke fanget fisk. Dette ble forklart med at magasinet ble tappet helt ned i lengre perioder flere ganger i året (Urdal & Søltnæs 1996). Det skal tidligere ha blitt satt ut fisk i Fivlemyrane (Urdal & Søltnæs 1996), men såvidt oss bekjent er det ikke registrert utsettinger siden 1991.

Gravdalsvatn

Gravdalsvatn (innsjø nr. 1597) ligger 1242,0 moh. ved LRV og 1267,6 moh. ved HRV, som gir en reguleringshøyde på 25,6 m. Vannstanden senkes inntil 25,6 m under opprinnelig normalvannstand, som var lik dagens HRV. Det opprinnelige utløpet rant østover mot Nørdstedøla, men dette vannet slippes i dag i tunnel til reguleringsmagasinet Fivlemyrane. Nedbørfeltet til Gravdalsvatn er ikke endret ved regulering.

Det er registrert utsetting av ørret i Gravdalsvatn 15 av de siste 25 årene. Disse årene har antall utsatte fisk variert fra 90 til 585 individer per utsettingsår.



Figur 42. Oversikt over innsjøene som er påvirket av utbyggingen og som ble vurdert i denne utredningen. Kunstige vannveier og kraftverk er markert med svart. Nedbørfeltgrense er markert med lilla strek.

Gravdalsvatn ble prøvefisket i 1968, 1995, 2003 og 2010 (se Urdal & Søltnæs 1996, Gladsø & Hylland 2004, Heibo 2014). I 1968 ble vannet regnet som fisketomt, men ved alle senere undersøkelser har det blitt fanget ørret i innsjøen. De fleste eller alle fisk fanget i Gravdalsvatnet har vært utsatt, og naturlig

rekruttering er ikke påvist med sikkerhet. Beskrivelser gitt av Heibo (2014) tyder på at oppvandring til en potensiell gytebekk i vest er mulig ved vannstand høyere enn ca. 1261 moh. i magasinet, men Heibo hevder videre at det er “ekstremt lite” egnet gytesubstrat i bekken. Stor høyde over havet og dårlige gyteforhold medfører at det er usikkert om en ørretbestand kan klare seg i Gravdalsvatn uten jevnlig utsettinger.

Middalsvatnet

Middalsvatnet (innsjø nr. 1584, også kalt Medalsvatn) ligger 1283 moh. ved LRV og 1290 moh. ved HRV, som gir en reguleringshøyde på 7 m. Vannstanden senkes inntil 7 m under opprinnelig normalvannstand, som var lik dagens HRV. Det opprinnelige utløpet rant sørvestover mot Middalen, men dette vannet slippes i dag i tunnel til reguleringsmagasinet Storevatn. Nedbørfeltet tilknyttet Illvatn er overført til Middalsvatnet, og Middalsvatnets nedbørfelt er dermed økt fra 26 til 54 km².

Det er registrert utsetting av ørret i Middalsvatnet 12 av de siste 25 årene. I 1991, 1994 og 1998 ble det satt ut 200-400 fisk per år, og siden 2007 har det blitt satt ut 20 til 220 individer hvert år frem til og med 2015.

Middalsvatnet ble prøvefisket i 1968, 2003 og 2010 (se Gladsø & Hylland 2004, Heibo 2014). I 1968 ble vannet regnet som fisketomt, men ved senere undersøkelser har det blitt fanget ørret i innsjøen. De fleste eller alle fisk fanget i Middalsvatnet har vært utsatt, og det er usikkert om naturlig rekruttering forekommer. Heibo (2014) fant store områder med gode gyteforhold i innløpet fra nord, men det er usikkert om fisk kan vandre opp til disse områdene på grunn av et parti med stor blokkstein like ovenfor innsjøen. Middalsvatnet ligger så høyt over havet at det er usikkert om en ørretbestand kan klare seg uten jevnlig utsettinger.

Breidalsvatn

Breidalsvatn (innsjø nr. 1585) ligger 1374 moh. ved LRV og 1393 moh. ved HRV, som gir en reguleringshøyde på 19 m. Vannstanden senkes inntil 19 m under opprinnelig normalvannstand, som var lik dagens HRV. Det opprinnelige utløpet rant østover mot Middalsvatn, men dette vannet ledes i dag et kort stykke i tunnel, før det slippes i åpen elv oppstrøms Middalsvatn. Nedbørfeltet til Breidalsvatn er ikke endret ved regulering, men innløpet fra Svartedalsvatn er tørrlagt, og vannet renner i tunnel fra Svartedalsvatn til Breidalsvatn.

Breidalsvatn skal ha blitt prøvefisket i 1968, men var da fisketomt. Vi kjenner ikke til ytterligere undersøkelser etter dette, og det er heller ikke registrert fiskeutsettinger i innsjøen. Breidalsvatn ligger så høyt over havet at det er usannsynlig at en ørretbestand kan klare seg uten jevnlig utsettinger.

Svartdalsvatn

Svartdalsvatn (innsjø nr. 1586) ligger 1395,7 moh. ved LRV og 1407,7 moh. ved HRV, som gir en reguleringshøyde på 12 m. Vannstanden senkes inntil 12 m under opprinnelig normalvannstand, som var lik dagens HRV. Det opprinnelige utløpet rant nordvestover mot Breidalsvatn, men dette vannet slippes i dag i tunnel i samme retning. Nedbørfeltet til Svartdalsvatn er ikke endret ved regulering.

Svartdalsvatn skal ha blitt prøvefisket i 1968, men var da fisketomt. Vi kjenner ikke til ytterligere undersøkelser etter dette, og det er heller ikke registrert fiskeutsettinger i innsjøen. Svartdalsvatn ligger så høyt over havet at det er usannsynlig at en ørretbestand kan klare seg uten jevnlig utsettinger.

Namnlausvatn

Namnlausvatn (innsjø nr. 1591) ligger 1357,0 moh. ved LRV og 1365,3 moh. ved HRV, som gir en reguleringshøyde på 8,3 m. Vannstanden senkes inntil 8,3 m under opprinnelig normalvannstand, som var lik dagens HRV. Det opprinnelige utløpet rant ned i Middalen mot nord, men dette vannet føres i dag i tunnel mot Storevatn. Nedbørfeltet til Namnlausvatn er ikke endret ved regulering.

Det har blitt satt ut ørret i Namnlausvatn årlig siden 2012. I 2012 ble det satt ut 600 fisk, og antallet har blitt redusert år for år til kun 50 i 2015. Vi kjenner ikke til at det har forekommet fiskeutsettinger før denne perioden.

Namnlausvatn skal ha blitt prøvafisket i 1968, men var da fisketomt. Vi kjenner ikke til ytterligere undersøkelser etter dette. Namnlausvatn ligger så høyt over havet at det er usannsynlig at en ørretbestand kan klare seg uten jevnlig utsettinger.

Øvre Grønevatn

Øvre Grønevatn (innsjø nr. 1594) ligger 1312,5 moh. ved LRV og 1332,5 moh. ved HRV, som gir en reguleringshøyde på 20 m. Vannstanden senkes inntil 19,5 m under opprinnelig normalvannstand, som var 1332 moh. Det opprinnelige utløpet rant mot sørvest til Nedre Grønevatn, men dette vannet føres i dag i tunnel mot Storevatn. Nedbørfeltet til Øvre Grønevatn er ikke endret ved regulering.

Det ble gitt pålegg om årlig utsetting av 400 ensomrig ørret i Øvre Grønevatn i 1972 (Urdal & Søltnæs 1996), men det foreligger ikke faktiske utsettingstall fra de første to tiårene etter dette. Fra 1991 er det registrert utsetting av fisk de aller fleste år til og med 2015, og normalt rundt 400 individer per år. Etter 2010 har antall utsatte fisk blitt redusert noe.

Øvre Grønevatn ble prøvafisket i 1968, 1995, 2003 og 2010 (se Urdal & Søltnæs 1996, Gladsø & Hylland 2004, Heibo 2014). I 1968 ble vannet regnet som fisketomt, men ved alle senere undersøkelser har det blitt fanget ørret i innsjøen. De fleste eller alle fisk fanget i Øvre Grønevatnet har vært utsatt eller nedvandret fra ovenforliggende tjern, og naturlig rekruttering forekommer sannsynligvis ikke (Heibo 2014). Innsjøen ligger for øvrig så høyt over havet at det er usikkert om en ørretbestand kan klare seg uten jevnlig utsettinger.

Nedre Grønevatn

Nedre Grønevatn (innsjø nr. 1593) ligger 1277 moh. ved LRV og 1297 moh. ved HRV, som gir en reguleringshøyde på 20 m. Vannstanden senkes inntil 20 m under opprinnelig normalvannstand, som var lik dagens HRV. Det opprinnelige utløpet rant ned i Vetledøla i vest, men dette vannet føres i dag i tunnel et kort stykke, før det slippes i åpen elv oppstrøms bekkeinntaket i Vetledalen. Nedbørfeltet til Nedre Grønevatn er redusert fra 7 km² til 3 km², ved fraføring av vann fra Øvre Grønevatn.

Det ble satt ut 200 ørret i Nedre Grønevatn i 1971, og deretter ingen fisk før 1991 (Gladsø & Hylland 2004). Det ble satt ut fisk i innsjøen i 1991, 1992 og 1994, samt de fleste årene fra årtusenskiftet. De fleste år har det blitt satt ut 200 til 400 individer.

Nedre Grønevatn ble prøvafisket i 1968, 1975, 1985, 1995, 2003 og 2010 (se Urdal & Søltnæs 1996, Gladsø & Hylland 2004, Heibo 2014). I 1968 ble vannet regnet som fisketomt, men ved alle senere undersøkelser har det blitt fanget ørret i innsjøen. De fleste eller alle fisk fanget i Nedre Grønevatnet har vært utsatt eller nedvandret fra ovenforliggende tjern/innsjøer, og Heibo (2014) konkluderer med at naturlig rekruttering sannsynligvis ikke forekommer. Innsjøen ligger for øvrig så høyt over havet at det er usikkert om en ørretbestand kan klare seg uten jevnlig utsettinger.

Storevatn

Storevatn (innsjø nr. 1589) ligger 1244 moh. ved LRV og 1270 moh. ved HRV, som gir en reguleringshøyde på 26 m. Vannstanden senkes inntil 16 m under og heves inntil 10 m over opprinnelig normalvannstand, som var 1260 moh. Det opprinnelige utløpet rant ned mot Skålavatn i sørvest, men dette vannet føres i dag i tunnel til Herva kraftverk ved Skålavatns østre bredd. Store nedbørfelt tilknyttet Illvatn, Middalsvatn, Breidalsvatn, Svartdalsvatn, Namnlausvatn og Øvre Grønevatn er overført til Storevatn ved at vann ledes hit gjennom tunneler.

Det skal ha blitt satt ut ørret i Storevatnet for første gang i 1942 (Løkensgard 1971, referert av Gladsø & Hylland 2004), og deretter årlig frem til 1960. Fra 1961 ble det årlig satt ut 5400 fisk (Konsulenten for ferskvannsfisket i Vest-Norge 1971, referert av Gladsø & Hylland 2004). Fra 1972 ble utsettingene redusert til 1200 fisk per år, men dette ble siden økt til 2500 fisk per år. Dette utsettingsregimet ble stort sett opprettholdt frem til og med 2005, og etter dette har det blitt satt ut 1200-1250 ørret per år. Unntaket er 2015, da det ble satt ut 650 ørret.

Resultater er tilgjengelige fra prøvafiske utført i Storevatn i 1957, 1968, 1969, 1970, 1975, 1984, 1985, 2003 og 2010 (se Gladsø & Hylland 2004 og referanser nevnt der, samt Heibo 2014). Innsjøen skal ha vært fisketom før utsetting kom i gang i 1942. I 1957 (før regulering) ble det ikke fanget fisk i Storevatn, men ved alle senere undersøkelser ble det registrert ørret ved garnfiske. Det kan ikke utelukkes at sporadisk naturlig rekruttering forekommer i innløpsbekkene, men bestanden har uansett vært dominert av utsatt fisk helt siden utsettingene startet. Stor høyde over havet og dårlige gyteforhold tilsier også at ørret neppe vil klare å opprettholde en selvrekrutterende bestand i denne innsjøen.

Skålavatn

Skålavatn (innsjø nr. 1588) ligger 988 moh. ved LRV og 1013 moh. ved HRV, som gir en reguleringshøyde på 25 m. Vannstanden senkes inntil 17,5 m under og heves inntil 7,5 m over opprinnelig normalvannstand, som var 1005,5 moh. Det opprinnelige utløpet rant ned i Stølsdalen og videre ned i Fortunsdalen mot vest, men dette vannet føres i dag i tunnel mot Skagen kraftverk i Fortun. Store nedbørfelt tilknyttet Prestesteinsvatn og Øvre Hervavatn i sør og Storevatn med tilhørende overføringer i nord, er overført til Skålavatn ved at vann ledes hit gjennom tunneler.

Fra 1961 til 1971 ble det satt ut 2400 ørret per år i Skålavatnet, og deretter 1000 per år (Gladsø & Hylland 2004 og referanser nevnt der). Utsettingene ble trolig noe redusert i løpet av 1980-tallet. Siden 1991 har det blitt satt ut ørret i innsjøen tilnærmet årlig, og vanligvis rundt 1000 per år.

Skålavatn ble prøvafisket i 1957, 1968, 1975, 1985, 1995, 2003 og 2010 (se Urdal & Sølsnæs 1996, Gladsø & Hylland 2004, Heibo 2014). Det ble fanget fisk ved alle undersøkelsene, inkludert ved prøvafisket i 1957, før reguleringen (Gladsø & Hylland og referanser nevnt der). I 2010 ble det fanget minst et par fisk som ikke var settefisk, men det var ikke mulig å slå fast om disse stammet fra gyting i innløpselver til Skålavatnet, eller om de hadde sluppet seg ned fra innsjøen Attgøløytna eller andre deler av Storrasseltvi (Heibo 2014). Ørret i Skålavatn har gode gytemuligheter i Storrasseltvi (og kanskje også i andre innløp), men oppvandring er kun mulig når vannstanden er tett opptil HRV. Dette tilsier at Skålavatn har potensiale til å opprettholde en selvrekrutterende bestand av ørret, men såvidt oss bekjent finnes det ikke data som kan indikere hvorvidt det var en selvrekrutterende bestand i innsjøen før regulering.

Øvre Hervavatn

Øvre Hervavatn (innsjø nr. 1595) ligger 1287,4 moh. ved LRV og 1302,4 moh. ved HRV, som gir en reguleringshøyde på 15 m. Vannstanden senkes inntil 10 m under og heves inntil 5 m over opprinnelig normalvannstand, som var 1297,4 moh. Det opprinnelige utløpet rant ned i Nedste Hervavatn i vest, men dette vannet føres i dag i tunnel til Skålavatn, via Herva kraftverk. Nedbørfeltet til Øvre Hervavatn er ikke endret ved regulering, men Prestesteinsvatn, som ligger like ovenfor Øvre Hervavatn, er demmet opp, og vann herfra slippes kontrollert, i åpen elv, mot Øvre Hervavatn.

Frem til 1975 var det et utsettingspålegg for Øvre Hervavatn (Gladsø & Hylland 2004), men omfang og vedtaksår for dette er ikke kjent. Etter 1975 ble pålegget økt til 1200 fisk per år, noe som trolig ble opprettholdt frem til omkring 1990. Fra 1991 til i dag har det blitt satt ut fisk i innsjøen de fleste år, og stort sett 1000 til 1300 fisk per år.

Øvre Hervavatn ble prøvafisket i 1957, 1968, 1975, 1985, 1995, 2003 og 2010 (se Urdal & Sølsnæs 1996, Gladsø & Hylland 2004, Heibo 2014). Det ble fanget fisk ved alle undersøkelsene, inkludert ved prøvafisket i 1957, før reguleringen (Gladsø & Hylland og referanser nevnt der). Heibo (2014) hevder at det ikke er egnede gyteforhold for ørret tilknyttet innsjøen, og at naturlig rekruttering trolig ikke forekommer. Ved prøvafisket i 1957 ble det imidlertid vurdert som sannsynlig at naturlig rekruttering hadde forekommet, og det kan ikke utelukkes at gyteforholdene var bedre før regulering. Innsjøen ligger så høyt over havet at det er usikkert om en ørretbestand kan klare seg uten jevnlig utsetninger, selv om det skulle være noe tilgjengelig gytesubstrat.

Prestesteinsvatn

Prestesteinsvatn (innsjø nr. 1596) ligger 1333,0 moh. ved LRV og 1355,5 moh. ved HRV, som gir en reguleringshøyde på 22,5 m. Vannstanden senkes inntil 10,0 m under og heves inntil 12,5 m over opprinnelig normalvannstand, som var 1343,0 moh. Utløpet renner i åpen elv sørover mot Øvre Hervavatn, som før regulering. Nedbørfeltet til Prestesteinsvatn er ikke endret ved regulering.

Det ble trolig satt ut rundt 2000 ørret per år i Prestesteinsvatn i perioden 1968 til 1990. Etter 1991 har det blitt satt ut fisk alle eller tilnærmet alle år, og stort sett rundt 2000 individer årlig.

Prestesteinsvatn ble prøvefisket i 1957, 1968, 1975, 1985, 1995, 2003 og 2010 (se Urdal & Søltnæs 1996, Gladsø & Hylland 2004, Heibo 2014). Det ble fanget ikke fanget fisk i 1957 (før reguleringen), men etter dette ble det fanget ørret ved alle undersøkelser (Gladsø & Hylland 2004 og referanser nevnt der). Det er gode gyteforhold i flere innløpsbekker, men det er ikke funnet yngel i disse, og naturlig rekruttering virker å være fraværende eller meget sporadisk (se f.eks. Heibo 2014). Innsjøen ligger også så høyt over havet at det er usikkert om en ørretbestand kan klare seg uten jevnlig utsetninger.

Attgløyma

Attgløyma (innsjø nr. 29475) ligger 1221 moh. Innsjøen er ikke regulert, men har fått betydelig redusert gjennomstrømming som følge av fraføring av vann fra Storevatn (demmet opp) og Skuggevassgrovi (bekkeinntak).

Det ble satt ut fisk i Attgløyma i perioden 1969 til 1972 (Gladsø & Hylland 2004), men etter dette har det sannsynligvis ikke vært utsetninger i innsjøen.

Attgløyma ble prøvefisket i 1968, 1972, 1975, 1985, 2003 og 2010 (se Urdal & Søltnæs 1996, Gladsø & Hylland 2004, Heibo 2014), og det ble fanget ørret ved alle undersøkelser. Det ble funnet ungfisk i bekker og strandsone i 2003 og 2010, og Heibo (2014) konkluderer med at naturlig rekruttering er tilstrekkelig til å opprettholde en ørretbestand i denne innsjøen.

Tabell 81. Innsjønummer, areal (ved HRV), reguleringshøyde, laveste (LRV) og høyeste regulerede vannstand (HRV), magasinivolum og gjeldende utsetningspålegg for samtlige reguleringsmagasiner i Fortunvassdraget. Attgløyma og Nedste Hervavatn er ikke regulert, men påvirket av regulering ved tørrlegging av innløpsbekker. Utsetningspålegg gjelder antall 1-somrig ørret per år.

Innsjø	Innsjø -nr.	Areal (km ²)	LRV (moh.)	HRV (moh.)	Regulerings- høyde (m)	Naturlig vannstand (moh.)	Magasinivolum (mill. m ³)	Utsetningspålegg (antall ørret)
Illvatn	1592	3,66	1367	1382	15	1382	51,1	0
Fivlemyrane	1590	0,52	1018	1028	10	1018	3,5	500
Gravdalsvatn	1597	0,61	1242	1267,6	25,6	1267,6	11,1	0
Middalsvatnet	1584	0,14	1283	1290	7	1290	1,0	0
Breidalsvatn	1585	1,37	1374	1393	19	1393	16,4	0
Svartdalsvatn	1586	1,01	1395,7	1407,7	12	1404,7	10,6	0
Namnlausvatn	1591	0,57	1357,0	1365,3	8,3	1365,3	3,2	0
Øvre Grønevatn	1594	0,43	1312,5	1332,5	20	1332	6,9	400
Nedre Grønevatn	1593	0,29	1277	1297	20	1297	3,8	0
Storevatn	1589	5,21	1244	1270	26	1260	109,0	1200
Skålavatn	1588	1,18	988	1013	25	1005,5	21,5	1000
Øvre Hervavatn	1595	1,00	1287,4	1302,4	15	1297,4	7,7	1200
Prestesteinsvatn	1596	4,11	1333,0	1355,5	22,5	1343	45,8	2000
Attgløyma	29475	0,10	-	-	0	1221	-	0
Nedste Hervavatn	29525	0,10	-	-	0	1287	-	0

Nedste Hervavatn

Nedste Hervavatn (innsjø nr. 29525) ligger 1287 moh. Innsjøen er ikke regulert, men har fått betydelig redusert gjennomstrømming som følge av fraføring av vann fra Øvre Hervavatn.

Det ble trolig stort sett ikke satt ut fisk i Nedste Hervavatn i årene mellom første prøvefiske i innsjøen (1968) og årtusenskiftet. I 2001 ble det imidlertid satt ut 200 ørret, og siden 2007 har det blitt satt ut ca.

100 ørret alle år bortsett fra 2008.

Nedste Hervavatn ble prøvefisket i 1968, 1975, 1985, 2003 og 2010 (se Urdal & Søltnæs 1996, Gladsø & Hylland 2004, Heibo 2014), og det ble fanget ørret ved alle undersøkelser. Det er ved flere anledninger registrert naturlig rekruttering, men fisken har ikke gytesuksess hvert år. Heibo (2014) er noe usikker på om bestanden vil klare seg selv, eller om det er behov for en begrenset fiskeutsetting for å sikre bestanden.

Verdivurdering

Verdi av naturmangfold vurderes i henhold til Håndbok V712 (Statens vegvesen 2014) på tre ulike romlige skalaer; landskapsnivå, lokalitetsnivå og enkeltforekomster. På landskapsnivå er innsjøenes tilstand i henhold til vannforskriften vurdert før og etter regulering. Dette er omtalt under kapittelet “Status i henhold til vannforskriften” under. På lokalitetsnivå er de 15 innsjøenes verdi **før regulering** vurdert med hensyn på fagtemaene “funksjonsområder for fisk og ferskvannssarter” og “naturtyper i vann”. På enkeltforekomst-nivå er verdien av registrerte artsforekomster i innsjøene vurdert, igjen **før regulering**.

Fivlemyrane er en kunstig innsjø, og før regulering rant det en elv i dette området. Dette magasinet er derfor verdivurdert som et elveløp før regulering, mens de resterende 14 innsjøene (12 magasiner pluss Attgløyma og Nedste Hervavatn) var innsjøer også før regulering.

Artforekomster

Det er ikke funnet registreringer av rødlistede eller fredede akvatiske arter i noen av de vurderte innsjøene eller elvestrekningene (<https://artskart.artsdatabanken.no>, <http://kart.naturbase.no/>). For fagtema “Artsforekomster” har derfor samtlige vurderte innsjøer *liten verdi* (men se kapittelet “Om usikkerhet”).

Funksjonsområder for fisk og ferskvannssarter

Av de 14 vurderte innsjøene vurderes det som sannsynlig at Skålavatn, Attgløyma og Nedste Hervavatn hadde selvrekrutterende bestander av ørret før regulering. Disse kategoriseres som “ordinære bestander av innlandsfisk”, og har dermed *liten verdi*. I de øvrige elleve innsjøene vurderes det som usannsynlig at ørretbestander kunne klare seg uten jevnlig utsetting, og disse innsjøene er dermed vurdert å ha noe lavere verdi enn de øvrige. Det foreligger ellers lite kunnskap om andre ferskvannssarter enn ørret i disse innsjøene, bortsett fra forekomst av dyreplankton, som er registrert for ti av innsjøene **etter regulering** (se Gladsø & Hylland 2004, Heibo 2014). Alle artene som er registrert i innsjøene er vanlige på Vestlandet og i landet for øvrig, hvilket også tilsier *liten verdi*. Det samme er høyst sannsynlig tilfelle for elvestrekningene tilknyttet innsjøene.

Naturtyper i vann

Basert på vannkjemiske data og siktedypsmålinger fra ulike undersøkelser (Gladsø & Hylland 2004, Heibo 2014), kategoriseres samtlige vurderte innsjøer her som klare og kalkfattige. Naturtypen klare og kalkfattige innsjøer er oppført som sårbar (VU) i norsk rødliste for naturtyper (Lindgaard & Henriksen 2011), og i denne rapporten vurderer vi at dette tilsvarer *middels verdi* for fagtema “naturtyper i vann”.

I denne sammenheng er alle bekker og elvestrekninger mellom og nedstrøms de vurderte innsjøene en del av reguleringens influensområde. Både bekker og elver tilhører naturtypen elveløp, kategorisert som nær truet (NT). I denne rapporten er elveløp vurdert å ha *middels verdi*, men samtidig noe lavere verdi enn naturtyper i kategorien sårbar.

Av såkalte “prioriterte lokaliteter” (se DN-håndbok 15), er det ingen lokaliteter med viktige bestander av ferskvannsfisk blant de vurderte innsjøene. Det er sannsynligvis heller ingen innsjøer med fiskebestander som er upåvirket av utsatt fisk, da de eneste innsjøene hvor det trolig ikke har blitt satt ut ørret (Illvatn, Breidalsvatn og Svartedalsvatn) med stor sannsynlighet er fisketomme.

Virkninger og konsekvenser av regulering

I det følgende er reguleringens virkning på hver enkelt innsjø vurdert for fagtemaene “artsforekomster”, “funksjonsområder for fisk og ferskvannsarter” og “naturtyper i vann”. Verdi og virkning er deretter sammenfattet til en konsekvens for hver innsjø i **tabell 13** og **14**. Reguleringens virkning for fisk er kun vurdert for vannforekomster som sannsynligvis hadde selvrekrutterende fiskebestander før regulering.

Artsforekomster

Ettersom det ikke er registrert rødlistede eller fredede arter i noen av innsjøene, er det ikke relevant å vurdere virkning for “artsforekomster”. Virkning og konsekvens er derfor ikke vurdert for noen av vannforekomstene for dette fagtemaet (se også kapittelet “Om usikkerhet” under).

Funksjonsområder for fisk og ferskvannssarter

Det er usikkert om Skålavatn hadde en selvrekrutterende ørretbestand før regulering. Ettersom innsjøen sannsynligvis hadde potensiale til å opprettholde en ørretbestand, er det her antatt at dette var tilfelle. Næringstilgangen for ørret er sannsynligvis betydelig redusert som følge av stor reguleringshøyde og sterkt redusert sikt som følge av overføring av vann med store mengder breslam fra høyereliggende innsjøer. Tilgang til gyteelvene er i dag vannstandsavhengig, og det vurderes derfor som sannsynlig at rekrutteringen i snitt var bedre før regulering. Det virker usannsynlig at dagens ørretbestand vil kunne opprettholdes uten utsetninger, noe som indikerer at reguleringen kan ha ført til tap av en stedegen bestand i Skålavatn. Dette tilsier *stor negativ virkning* for fisk i denne innsjøen, men det presiseres at det er stor usikkerhet knyttet til denne konklusjonen.

Attgloyma er ikke regulert, men vannføringen i de to største innløpene er betydelig redusert på grunn av overføring av vann til Skålavatnet. Det er mulig at dette har redusert den naturlige rekrutteringen av ørret, men dagens gytemuligheter virker å være tilstrekkelige til å opprettholde en bestand i den lille innsjøen. Reguleringen har dermed i verste fall hatt en *liten negativ virkning* for fisk.

Nedste Hervavatn er heller ikke regulert, men det største innløpet er i praksis tørrlagt ved overføring av vann til Skålavatnet. Ut fra terrenget i området (vurdert fra kart og flyfoto) virker det sannsynlig at det tørrlagte innløpet var den viktigste gytelokaliteten for ørret i innsjøen, og regulering vil i så tilfelle ha redusert rekrutteringen betydelig. Det skal likevel være relativt gode gyteforhold i utløpet (Heibo 2014, Gladsø & Hylland 2004 og referanser nevnt der), og bestanden har sannsynligvis vært selvrekrutterende over tid. Dette tilsier at reguleringen har hatt en *liten negativ virkning* for fisk.

For innsjøene som har blitt prøvefisket (se over) foreligger det i de fleste tilfeller relativt mye vannkjemiske data. Disse viser at vannkvaliteten i alle de undersøkte innsjøene generelt er brukbar til god for ørret, og neppe begrensende for rekrutteringen. Vi kjenner ikke til at det foreligger vannkjemiske data fra Illvatn, Fivlemyrane, Breidalsvatn, Svartdalsvatn eller Namnlausvatn, men den generelt gode vannkvaliteten i dette fjellområdet tyder på at forsuring sannsynligvis heller ikke er en begrensning for rekrutteringen i disse innsjøene. Det er derfor ikke ventet at overføring av vann mellom innsjøene har gitt, for fisk, betydelig endrede vannkjemiske forhold.

Når det gjelder andre ferskvannsarter enn fisk, foreligger det ikke data som gir opplysninger om bestandsendringer som følge av regulering. Det er imidlertid kjent at vannstandsregulering medfører redusert produksjon av bentisk flora og fauna, spesielt i innsjøer med stor reguleringshøyde, høy turbiditet og bratt littoralsone (Palomäki 1994, Hellsten 1997). Mange invertebratgrupper og vannplanter tåler ikke jevnlig tørrlegging av habitat, og forsvinner fra regulerte innsjøer (Schnell mfl. 1997, Marttunen mfl. 2006, Veileder 02:2013). Videre vil varmebudsjettet forskyves mot mer arktiske forhold etter regulering, hvilket også ekskluderer en del invertebratgrupper (Schnell mfl. 1997). I denne sammenheng gjelder dette i hovedsak snegl og vårfluelarver, mens fjærmygg, skjoldkreps, linsekreps og pelagiske krepsdyr klarer seg godt i regulerte innsjøer (Brabrand 2010). Med bakgrunn i dette er det svært sannsynlig at regulering har hatt en negativ effekt på diversitet og produksjon av vannplanter og enkelte invertebrater i alle reguleringsmagasinene som her vurderes, hvilket er vurdert å tilsvare *middels negativ virkning* for dette fagtemaet.

Når det gjelder elvestrekninger mellom innsjøene er en rekke av disse tørrlagt som følge av oppdemming av innsjøen ovenfor. Det foreligger ikke detaljert informasjon om disse, men generelt er det vurdert at reguleringen har hatt *stor negativ virkning* for tørrlagte elvestrekninger, og ubetydelig virkning for øvrige elvestrekninger.

Naturtyper i vann

Et system for vurdering av virkning av vassdragsregulering er per i dag under utarbeidelse (se <http://data.artsdatabanken.no>). Ettersom tabeller for vurdering av tilstandsvariasjon ennå ikke er tilgjengelige, gjøres det her en skjønnsmessig vurdering av reguleringenes virkning på de ulike vannforekomstene. For samtlige tolv regulerte innsjøer vurderes det at reguleringen har hatt *stor negativ virkning*, på grunn av stor reguleringshøyde, og i enkelte tilfeller også betydelig økt tilførsel av breslam. Det faktum at disse innsjøene alle er utpekt som sterkt modifiserte vannforekomster er avgjørende for virkningsvurderingen, i tråd med måleskala antydning i “Natur i Norge”-systemet (<http://data.artsdatabanken.no>). Ikke-regulerte innsjøer er kun påvirket ved at gjennomstrømmningen er redusert, noe som tilsvarer *liten negativ virkning*.

For tørrlagte elvestrekninger har tiltaket hatt en gjennomgripende reguleringseffekt, og dermed *stor negativ virkning*. Det samme gjelder elven som tidligere rant der magasinet Fivlemyrane ligger i dag. Det gjøres her oppmerksom på at “tørrlagt” normalt ikke innebærer at hele elvestrengen mangler vann, fordi bidrag fra restfeltet vil føre til at vannføringen i slike elver øker gradvis fra null med økende avstand fra den oppdemmede innsjøen.

Tabell 92. Oppsummering av verdi, virkning og konsekvens av regulering for fagtemaet *funksjonsområder for fisk og ferskvannsarter* i påvirkede innsjøer og elvestrekninger i Fortunfjellet.

Alternativ/Område	Verdi			Virkning					Konsekvens
	Liten	Middels	Stor	Stor neg.	Middels	Liten / ingen	Middels	Stor pos.	
Skålavatn	----- ▲	-----	-----	----- ▲	-----	-----	-----	-----	Liten negativ (-)
Attgløyma	----- ▲	-----	-----	-----	----- ▲	-----	-----	-----	Ubetydelig (0)
Nedste Hervavatn	----- ▲	-----	-----	-----	----- ▲	-----	-----	-----	Liten negativ (-)
Øvrige innsjøer*	----- ▲	-----	-----	-----	----- ▲	-----	-----	-----	Liten negativ (-)
Elvestrekninger**	----- ▲	-----	-----	----- ▲	-----	-----	-----	-----	Liten negativ (-)

*Listet opp i tabell 15.

**Gjelder kun tørrlagte elvestrekninger, pluss elven som opprinnelig rant der magasinet Fivlemyrane er i dag.

Tabell 103. Oppsummering av verdi, virkning og konsekvens av regulering for fagtemaet *naturtyper i vann* for påvirkede innsjøer og elvestrekninger i Fortunfjellet.

Alternativ/Område	Verdi			Virkning					Konsekvens
	Liten	Middels	Stor	Stor neg.	Middels	Liten / ingen	Middels	Stor pos.	
Skålavatn	----- ▲	-----	-----	----- ▲	-----	-----	-----	-----	Middels negativ (--)
Attgløyma	----- ▲	-----	-----	-----	----- ▲	-----	-----	-----	Liten negativ (-)
Nedste Hervavatn	----- ▲	-----	-----	-----	----- ▲	-----	-----	-----	Liten negativ (-)
Øvrige innsjøer*	----- ▲	-----	-----	-----	----- ▲	-----	-----	-----	Middels negativ (--)
Elvestrekninger**	----- ▲	-----	-----	----- ▲	-----	-----	-----	-----	Middels negativ (--)

*Listet opp i tabell 14.

**Gjelder kun tørrlagte elvestrekninger, pluss elven som opprinnelig rant der magasinet Fivlemyrane er i dag.

Status i henhold til vannforskriften

Enhver vannforekomst har ulike biologiske kvalitetselementer, eksempelvis bestander av fisk, dyreplankton, akvatiske planter og virvelløse bunndyr. I praksis er det i hovedsak økologisk tilstand for fisk som legges til grunn ved vurdering av tilstand for innsjøer i høyfjellet, blant annet fordi data ofte mangler for andre kvalitetselementer. I denne rapporten er det for hver enkelt innsjø foretatt en vurdering av økologisk tilstand for fiskesamfunnet i forhold til forventet naturtilstand, samt en vurdering av hydromorfologiske endringers påvirkning på fisk som kvalitetselement. Status for elvestrekninger mellom innsjøene er her ikke vurdert, da det ikke foreligger biologiske undersøkelser fra disse.

De aktuelle innsjøene er vurdert med utgangspunkt i Forskrift om rammer for vannforvaltningen (VF 2006), Veileder 02:2013 - "Klassifisering av miljøtilstand i vann" og Veileder 01:2014 - "Sterkt modifiserte vannforekomster". I tillegg er elementer fra Miljødirektoratets rapport "Vannforskriften og fisk - forslag til klassifiseringssystem" (Sandlund mfl. 2013) inkludert i vurderingene, ettersom Veileder 02:2013 i stor grad bygger på denne.

Tabell 114. Status for reguleringsmagasinene i Vann-nett per 15. januar 2016 (<http://vann-nett.no>). Innsjøer som er karakterisert som sterkt modifiserte vannforekomster er uthevet. ØP = Økologisk potensial.

Innsjø	Typologi	Grad av hydromorfologiske endringer	Økologisk tilstand	Økologisk potensial	Miljømål
Illvatn	Middels stor, svært kalkfattig, klar	Stor grad	Moderat	Moderat	Godt ØP
Fivlemyrane	Middels stor, svært kalkfattig, klar	Svært stor grad	Svært dårlig	Dårlig	Dårlig ØP
Gravdalsvatn	Middels stor, svært kalkfattig, klar	Svært stor grad	Moderat	Moderat	Godt ØP
Middalsvatnet	Liten, svært kalkfattig, klar	Stor grad	Moderat	Moderat	Godt ØP
Breidalsvatn	Middels stor, svært kalkfattig, klar	Stor grad	Moderat	Godt	Godt ØP
Svartdalsvatn	Middels stor, svært kalkfattig, klar	Stor grad	Moderat	Godt	Godt ØP
Namnlausvatn	Middels stor, svært kalkfattig, klar	Stor grad	Moderat	Moderat	Godt ØP
Øvre Grønevatn	Liten, svært kalkfattig, klar	Stor grad	Moderat	Moderat	Godt ØP
Nedre Grønevatn	Liten, svært kalkfattig, klar	Stor grad	Moderat	Moderat	Godt ØP
Storevatn	Stor, svært kalkfattig, klar	Stor grad	Moderat	Godt	Godt ØP
Skålavatn	Middels stor, svært kalkfattig, klar	Svært stor grad	Moderat	Moderat	Godt ØP
Øvre Hervavatn	Middels stor, svært kalkfattig, klar	Svært stor grad	Moderat	Moderat	Godt ØP
Prestesteinsvatn	Middels stor, svært kalkfattig, klar	Stor grad	Moderat	Udefinert	Godt ØP

Gjeldende kategorisering

Som følge av omfattende regulering er samtlige magasiner utpekt som sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF). Status som SMVF innebærer i denne sammenheng at god økologisk tilstand (GØT) ikke kan oppnås innen 2021 uten tiltak som vil ha vesentlige negative innvirkninger på samfunnsnyten ved reguleringen (se veileder 01:2014). For slike vannforekomster settes det ikke krav til GØT, men i stedet gjøres det en vurdering av om vannforekomsten kan oppnå godt økologisk potensial (GØP). Med GØP menes at vannforekomsten har et endret, men fungerende økosystem, som blant annet innebærer et minimum av muligheter for naturlig rekruttering for fisk (se veileder 01:2014).

for detaljer). Om dette ikke anses å være realistisk innen 2021, kan dårlig eller moderat økologisk potensial unntaksvis settes som miljømål.

Alle de aktuelle reguleringsmagasinene er av lokal vannregionmyndighet vurdert med hensyn på økologisk tilstand (<http://vann-nett.no>, sjekket 15.01.2016). For 12 av de 13 magasinene er økologisk tilstand vurdert å være “moderat”, med GØP som miljømål innen 2021 (tabell X). Åtte av disse innsjøene er per i dag vurdert å ha “moderat” økologisk potensial, og tiltak må dermed iverksettes om de skal nå miljømålet. Breidalsvatn, Svartedalsvatn og Storevatn er per i dag vurdert å ha GØP, og miljømålet er dermed allerede nådd for disse vannforekomstene. For Prestesteinsvatn er økologisk potensial per i dag ikke vurdert.

Fivlemyrane er vurdert å ha “svært dårlig” økologisk tilstand, og “dårlig” økologisk potensial. Her er det foreslått å sette et mindre strengt miljømål enn for de resterende innsjøene, men hvorvidt miljømålet skal være “moderat” eller “dårlig” økologisk potensial er ikke fastsatt.

De uregulerte innsjøene Attgløyma og Nedste Hervavatn er ikke vurdert i Vann-nett, og det finnes dermed ingen informasjon om økologisk tilstand utover vurderinger gjort i denne rapporten.

Referansetilstand og bestandsnedgang

I naturlig fisketomme innsjøer er fisk ikke et kvalitetselement som skal vurderes i henhold til vannforskriften (Veileder 02:2013). Mange naturlig fisketomme vannforekomster i Norge har i dag ørretbestander, ettersom ørret har blitt introdusert av mennesker til et stort antall innsjøer. I tilfeller der arter ble introdusert til en vannforekomst før 1900 skal disse behandles som en “naturlig forekomst”, mens fisk introdusert etter 1900 skal behandles som en påvirkningsfaktor heller enn et kvalitetselement (Veileder 02:2013).

For de aktuelle innsjøene som har potensielt selvrekrutterende ørretbestander (Skålavatn, Attgløyma og Nedste Hervavatn), regnes det som sannsynlig at fisk ble introdusert før 1900. I henhold til Veileder 02:2013 er det gjort en ekspertvurdering av referansetilstanden (naturtilstanden) for disse bestandene. Ettersom det ikke foreligger pålitelige data for bestandsstatus før regulering, må vurderinger av naturtilstanden gjøres ut fra forventet produktivitet sett i lys av næringsforhold, klimatiske forhold og gyteforhold.

Samtlige av de tre aktuelle innsjøene ligger over 1000 moh., og forventes derfor å være lite produktive. Spesielt gjelder dette Attgløyma og Nedste Hervavatn, som begge ligger mer enn 1200 meter over havet. Næringsstilgangen for fisk i Skålavatnet var i naturtilstanden sannsynligvis betydelig bedre enn i dag, dels fordi vårfluelarver og snegl normalt ikke tåler mer enn 8-12 meters regulering, og dels fordi overføring av brepåvirket vann har redusert siktedypet til rundt én meter i vekstsesonen. I Attgløyma og Nedste Hervavatn kan redusert gjennomstrømming ha gitt bedre vekstforhold for enkelte av ørretens næringsdyr, samtidig som tørrlegging av innløpselver kan ha redusert innsig av næringsdyr fra elvene. I disse to innsjøene er fiskeproduksjonen trolig noe redusert som følge av redusert vannføring i gytebekker, mens fiskens rekruttering i Skålavatnet trolig er redusert på grunn av vannstandsavhengig tilgang til gyteområder.

CPUE

Fangst per garninnsats (CPUE = antall fisk pr. 100 m² garnflate pr. natt) er en parameter som brukes til å vurdere økologisk tilstand i innsjøer. Kun naturlig rekruttert fisk skal her tas i betraktning, men mistanke om manglende merking av utsatt fisk enkelte år medfører at det ikke er mulig å skille naturlig rekruttert fisk fra settefisk i denne kvantitative analysen. I tillegg mangler det stort sett gode data fra før regulering. Fangst per garninnsats er derfor ikke inkludert i vurderingen av økologisk tilstand for innsjøer i denne rapporten.

Hydromorfologisk påvirkning - reguleringshøyde

Unaturlige vannstandsvariasjoner vil virke negativt på næringsforholdene for ørret som beiter i strandsonen, og effektene øker med økende reguleringshøyde. Effektene forventes å være mer

dramatiske i turbide enn i klare innsjøer, da dårlig sikt også gir redusert biologisk produksjon i pelagialsonen. Veileder 02:2013 inneholder derfor indikative klassegrenser for innsjøregulerings påvirkning på fisk som kvalitetselement i form av **reguleringshøyde**, samt **reguleringshøyde / 2 x siktedyp**. I en rekke av de vurderte innsjøene er siktedyp målt sensommer/tidlig høst i 2003 og 2010, og for enkelte også i 1995 (data hentet fra Urdal & Sølsnæs 1996, Gladsø & Hylland 2004, Heibo 2014). For disse innsjøene er et gjennomsnitt av registrerte verdier benyttet som siktedyp ved utregning av parameteren reguleringshøyde / 2 x siktedyp i **tabell 15**, men det gjøres oppmerksom på at siktedyp vil variere gjennom året. Såvidt oss bekjent foreligger det ingen siktedypsmålinger for Illvatn, Fivlemyrane, Breidalsvatn, Svartdalsvatn og Namnlausvatn, og denne parameteren er derfor ikke vurdert for disse innsjøene.

Parameteren **reguleringshøyde** indikerer moderat økologisk tilstand for Middalsvatn, dårlig tilstand for Namnlausvatn, Fivlemyrane og Svartdalsvatn, og svært dårlig tilstand for de øvrige magasinene. Parameteren **reguleringshøyde / 2 x siktedyp** indikerer god tilstand for Middalsvatn, dårlig tilstand for Øvre Hervavatn og svært dårlig tilstand for Prestesteinsvatn, Storevatn, Skålavatn, Øvre Grønevatn, Nedre Grønevatn og Gravdalsvatn. De uregulerte innsjøene Attgløyma og Nedste Hervavatn har svært god økologisk tilstand for begge parameterne (**tabell 15**).

Hydromorfologisk påvirkning - barriereeffekt

Barriereeffekt er en parameter som beskriver hvor stor andel av potensielt tilgjengelig gyteelv/bekk som er blitt utilgjengelig som følge av menneskelig aktivitet (Sandlund mfl. 2013). I denne sammenheng vil dette gjelde ekskludering fra gyteområder i bekker som følge av vannstandsendringer, enten ved at oppdemming legger gyteområdene under vann, eller ved at nedtapping skaper vandringshindre nedstrøms gyteområder i bekkene. I tillegg er tørrlegging av gytebekker en aktuell problemstilling. Slik ekskludering fra gyteområder kan være permanent eller periodisk, avhengig av reguleringshøyde, vannstandsvariasjoner og utforming av gytebekker.

*I Skålavatn gytte fisken sannsynligvis i nedre del av Storvassselvi og i én annen innløpsbekk før regulering. Etter regulering er vannstanden ofte høyere enn naturlig (se **vedlegg A**), noe som kan medføre høy eggdødelighet om det gytes på områder som ligger under HRV. Gyteområdene ovenfor HRV er kun tilgjengelige når magasinet er tilnærmet fullt (Heibo 2014), noe som i gytetiden kun inntreffer enkelte år. Det vurderes derfor at tilgjengelig gyteareal er betydelig redusert, men med store variasjoner mellom år.*

Innløpsbekkene til Attgløyma har fått betydelig redusert vannføring som følge av regulering, men i én av disse ble det i 2010 likevel påvist mye årsyngel. Det er sannsynlig at reguleringen har redusert tilgjengelig gyteareal noe, men ikke nok til å forhindre stabil rekruttering.

*Det som trolig var den viktigste gytebekken for fisken i Nedste Hervavatn er i praksis tørrlagt som følge av regulering. Tilgjengelig gyteareal er derfor sannsynligvis betydelig redusert (se **tabell 15**).*

Barriereeffekt er ikke vurdert for innsjøer som sannsynligvis ikke hadde selvrekrutterende bestander av fisk før regulering.

Økologisk tilstand - fisk

Det er foretatt en samlet vurdering av økologisk tilstand for fisk i hver enkelt innsjø, basert på samtlige ovennevnte parametere (**tabell 15**). Av disse er antatt bestandsnedgang vektlagt høyest, mens de resterende er brukt som støtteparametere.

Tolv av innsjøene i **tabell 15** er her regnet som naturlig fisketomme, det vil si at de sannsynligvis ikke hadde *selvrekrutterende bestander av fisk før regulering*. For disse innsjøene er økologisk tilstand for fisk ikke vurdert.

For Skålavatn er økologisk tilstand for fisk vurdert å være dårlig, og sannsynligvis dårligere enn før regulering. Omfanget av bestandsnedgang er her ukjent, og vurderingen er derfor usikker. Stor reguleringshøyde, betydelig forverret sikt og en sannsynlig stor barriereeffekt som følge av regulering

ligger derfor til grunn for vurderingen.

For Attgløyma er økologisk tilstand for fisk vurdert å være god, og tilnærmet som før regulering. Det kan ikke utelukkes at bestanden er noe redusert som følge av redusert vannføring i gytebekker, men bestandsreduksjonen er sannsynligvis liten.

For Nedste Hervavatn er økologisk tilstand for fisk vurdert å være god eller moderat. Usikkerheten skyldes at det har vært vanskelig å skille utsatt fisk fra naturlig rekruttert fisk ved prøvefiske, slik at omfanget av naturlig rekruttering ikke er godt kjent. Tilgjengelig gyteareal er trolig betydelig redusert, men også dette er usikkert. Økologisk tilstand for fisk er derfor vurdert å være noe dårligere enn før regulering (**tabell 15**).

Forklaringsnøkkel til fargekoder i tabell 15				
Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig

Tabell 125. Økologisk tilstand for fisk i de undersøkte innsjøene basert på estimert bestandsnedgang for ørret, samt støtteparameterne reguleringshøyde, forholdet mellom reguleringshøyde (RH) og siktedyp (SD), og estimert barriereeffekt som følge av regulering. Se teksten for detaljer.

Parameter/ Innsjø	Reguleringshøyde (m)	RH / (2 x SD)	Barriere- effekt	Bestandsnedgang (%)	Økologisk tilstand fisk	
					Før regulering	Etter regulering
Illvatn	> 12	-	-	-	-	
Fivlemyrane	8-12	-	-	-	-	
Gravdalsvatn	> 12	> 0,8	-	-	-	
Middalsvatnet	5-8	0,2-0,4	-	-	-	
Breidalsvatn	> 12	-	-	-	-	
Svartdalsvatn	8-12	-	-	-	-	
Namnlausvatn	8-12	-	-	-	-	
Øvre Grønevatn	> 12	> 0,8	-	-	-	
Nedre Grønevatn	> 12	> 0,8	-	-	-	
Storevatn	> 12	0,6-0,8	-	-	-	
Skålavatn	> 12	> 0,8	0,6-0,8?	Ukjent	Ukjent	Dårlig
Øvre Hervavatn	> 12	> 0,8	-	-	-	
Prestesteinsvatn	> 12	> 0,8	-	-	-	
Attgløyma	0	0	0,2-0,4?	0-25	≥ God	God
Nedste Hervavatn	0	0	0,6-0,8?	0-25	≥ God	God/mod.

Om usikkerhet

Bortsett fra for fisk foreligger det ikke data for akvatiske dyr og planter fra noen av de aktuelle innsjøene før regulering. At det ikke er registrert rødlistede eller fredede arter etter regulering, kan i teorien bety at slike arter har forsvunnet. Dette virker imidlertid usannsynlig, fordi de aktuelle organismegruppene (dyreplankton, bunndyr og akvatiske planter) har få aktuelle representanter på den norske rødlisten for truede arter (Henriksen & Hilmo 2015). Det kan likevel ikke utelukkes at enkelte fredede eller rødlistede arter har vært til stede i innsjøene, men uten før-data er det ikke mulig å vurdere hverken verdi av eller virkning for slike organismer.

Det er for enkelte innsjøer usikkert om ørret kunne opprettholdt selvreproduserende bestander uten regulering. Dette har sammenheng med at det for de fleste ikke foreligger data for fisk før regulering, samt at det i tilgjengelige prøvefiske-rapporter ikke er gjort konkrete vurderinger rundt tilgjengelig gyteareal ved naturlig (uregulert) vannstand. Uten slik informasjon er det ikke mulig å avgjøre om ørret

kunne reproducere i bekkene før regulering, men for de fleste av innsjøene er høyde over havet og tilgjengelig bestandsinformasjon likevel nok til å sannsynliggjøre at innsjøene ikke var egnet til å opprettholde ørretbestander uten fiskeutsetting. Det presiseres at samtlige innsjøer uansett vil få liten verdi for fagtema “Funksjonsområder for fisk og ferskvannsarter”; det er her snakk om justeringer av verdi innenfor delen av skalaen som omfatter liten verdi (se **figur 2**). For Skålavatn er det også usikkert hvorvidt dagens ørretbestand er selvrekutterende, og dermed hvor stor negativ virkning reguleringen har hatt for fiskebestanden.

Vi kjenner ikke til om naturtypen stor elveør (se DN-håndbok 13) er eller har vært representert i tilknytning til innsjøene. Slike elveører kan tenkes å forekomme i innløpet til høyfjellsinnsjøer, spesielt nær isbreer, men eventuell forekomst ved innsjøene som her omtales kan ikke fastslås uten omfattende feltundersøkelser. Det kan heller ikke utelukkes at enkelte fossesprøytsoner har fått endret hydrologi som følge av reguleringen, men igjen er det ikke mulig å fastslå forekomst av naturtypen uten feltundersøkelser.

Mulige avbøtende tiltak

For å tilrettelegge for gyting i Skålavatn kan det som et forsøk vurderes å tilpasse magasinfyllingen i gytetiden, som er regnet å være 15. september til 15. oktober. Ut fra tidligere vurderinger etter synfaring (Heibo 2014) bør vannstanden ligge tett opptil HRV i gytetiden for å sikre oppvandring til gyteområdene i Storvasselvi. Hvorvidt dette tiltaket fungerer kan evalueres ved hjelp av elektrofiske i denne elven påfølgende sommer/høst. Flere års forsøk kan være nødvendig for å få sikre svar, ettersom klimatiske forhold kan utelukke gytesuksess i bekker såpass høyt over havet enkelte år. Fortsatt utsetting av fisk kan regnes som et alternativ til dette tiltaket.

Fiskeutsettinger praktiseres i dag i mange av de aktuelle innsjøene, men kun i innsjøer som opprinnelig hadde selvrekutterende fiskebestander kan dette regnes som et avbøtende tiltak i forbindelse med reguleringseffekter. Vi anbefaler fortsatt utsetting i Skålavatn, men at omfanget av utsetting (antall fisk per år) eventuelt revurderes etter en evaluering av effekten av tilpasset vannstand i gytetiden dersom dette tiltaket forsøkes (se over). Vi anbefaler stans i utsettingene i Nedste Hervavatn, men at bestandens evne til selvrekuttering undersøkes ved et nytt prøvefiske ca. fem år etter utsettingsstans. Vi anbefaler ikke fiskeutsettinger i Attgløyma. For øvrig presiseres det at all fisk som settes ut i de aktuelle innsjøene bør fettfinneklippes, slik at man ved fremtidige undersøkelser kan vurdere tilslag av utsatt og naturlig rekruttert fisk separat.

LITTERATUR

- BAKKEN, T. H., FORSETH, T. & HARBY, A. (RED.) 2016. Miljøvirkninger av effektkjøring: Kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri. - NINA Temahefte 62. 205 s.
- BRABRAND, Å. 2010. Virkning av reguleringshøyde og ulik manøvrering på næringsdyr i reguleringsmagasiner. *LFI, Universitetet i Oslo, rapport 281, 40 sider.*
- DIREKTORATET FOR NATURFORVALTNING 2000. Kartlegging av ferskvannslokaliteter. *DN-håndbok 15, 83 sider, ISBN 82-7072-383-5.*
- DIREKTORATET FOR NATURFORVALTNING 2007. Kartlegging av naturtyper - Verdisetting av biologisk mangfold. *DN-håndbok 13, 2. utgave 2006 (oppdatert 2007), 254 sider + vedlegg, ISBN 978-82-7072-708-7.*
- DIREKTORATSGRUPPA VANNDIREKTIVET 2009. Venleder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann. *Venleder, 182 sider, ISBN 978-82-7072-848-0.*
- FORSETH, T. & A. HARBY (red.) 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. *NINA Temahefte 52. 1-90 s.*
- GLADSØ, J.A. & S. HYLLAND 2004. Prøvefiske i 18 regulerte vatn og ei elv i Sogn og Fjordane i 2003. *Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, rapport nr. 2 – 2004, 115 sider.*
- HEIBO, E. 2014. Prøvefiske i 14 vatn i Sogn og Fjordane i 2010. *Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, rapport 1 – 2014, 88 sider.*
- HELLSTEN, S. K. 1997. Environmental factors related to water level regulation - a comparative study in northern Finland. *Boreal Environment Research, 2: 345-367.*
- HENRIKSEN, S. & O. HILMO (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015, versjon 1.2. *Artsdatabanken, Norge, 193 sider.*
- KONSULENTEN FOR FERSKVANNSFISKET I VEST-NORGE 1971. A/S Årdal og Sunndal Verk - Rapport fra prøvefisket i Fortun-Granfastavassdragene sommeren 1968. *Stensilert rapport.*
- LINDGAARD, A. & S. HENRIKSEN (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper 2011. *Artsdatabanken, Trondheim, 112 sider.*
- LØKENSGARD, T. 1971. Skjønn vedr. regulering av Storevatn i Lom. Fiskerisakkyndig betenkning ang. regulerings innvirkning på fisket. *Stensilert rapport.*
- MARTTUNEN, M., S. HELLSTEN, B. GLOVER, A. TARVAINEN, L. KLINTWALL, H. OLSSON & T-S. PEDERSEN 2006. Heavily regulated lakes and the European Water Framework Directive - Comparisons from Finland, Norway, Sweden, Scotland and Austria. *European Water Association 2006/5.*
- PALOMÄKI, R. 1994. Response by macrozoobenthos biomass to water level regulation in some Finnish littoral zones. *Hydrobiologia, 286: 17-26.*
- SANDLUND, O.T. (Red.), M.A. BERGAN, Å. BRABRAND, O.H. DISERUD, H.-P. FJELDSTAD, D. GAUSEN, J.H. HALLERAKER, T. HAUGEN, O. HEGGE, I.P. HELLAND, T. HESTHAGEN, T. NØST, U. PULG, A. RUSTADBAKKEN & S. SANDØY 2013. Vannforskriften og fisk - forslag til klassifiseringssystem. *Miljødirektoratet, rapport M22-2013, 60 sider.*

SCHNELL, Ø.A., B.A. HELLEN, B.T. BARLAUP, A. FJELLHEIM, L.C.S. HALVORSEN, J. HÅVARDSTUN & G.G. RADDUM 1997. Bæreevne i høyfjellsinnsjøer. En undersøkelse av fjærmygg og aure i fire innsjøer i Stølsheimen, Hordaland. *Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske, Universitetet i Bergen, rapport 95, ISSN-0801-9576, 109 sider.*

STATENS VEGVESEN 2014. Håndbok V712. Konsekvensanalyser. ISBN 978-7207-674-9, 223 sider.

SÆGROV, H. & K. URDAL 2007. Fiskeundersøkingar i Vetlefjordelva 1998-2006. *Rådgivende Biologer AS, rapport 1015, 45 sider.*

SÆGROV, H., S. KÅLS & K. URDAL 2012. Botndyr- og fiskeundersøkingar i Vetlefjordelva 2009-2011. *Rådgivende Biologer AS, rapport 1586, 44 sider.*

SÆGROV, H. & K. URDAL 2013. Fiskeundersøkingar i Fortunvassdraget i Sogn og Fjordane hausten 2012. *Rådgivende Biologer AS, rapport 1747, 39 sider.*

SÆGROV, H. & M. KAMBESTAD 2015. Fiskeundersøkingar i Fortunvassdraget i Sogn og Fjordane. Årsrapport 2014. *Rådgivende Biologer AS, rapport 2092, 33 sider.*

SÆGROV, H., B.A. HELLEN, M. KAMBESTAD & K. URDAL 2016. Fiskeundersøkingar i Fortunvassdraget. Årsrapport 2015. *Rådgivende Biologer AS, rapport 2297, 33 sider.*

SÆGROV, H., K. URDAL, B.A. HELLEN & S. KÅLÅS. 2012. Fiskeundersøkingar i Oselva i Hordaland i 2010 og 2011. Bestandsutvikling 1991-2010. *Rådgivende Biologer AS, rapport 1527, 35 sider.*

SÆGROV, H., S. KÅLÅS, B.A. HELLEN & K. URDAL 2014. Ungfiskundersøkingar i Haugsdalselva i Masfjorden, 1995-2011. *Rådgivende Biologer AS, rapport 1973, 50 sider.*

URDAL, K. & H. SÆGROV 2013. Analysar av skjelpørvar fra sportsfiske i elvar på Vestlandet 1999-2012. *Rådgivende Biologer AS, rapport 1797, 29 sider.*

URDAL, K. & E. SØLSNÆS 1996. Fiskeressursar i regulerte vassdrag i Sogn og Fjordane - Fagrapport 1995. *Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, Miljøvernavdelinga, rapport 1996-2, 112 sider.*

URDAL, K., B.A. HELLEN & H. SÆGROV. 1999. Undersøkingar av gytebestand og ungfiskettleik i Vetlefjordelva, Balestrand, i 1998. *Rådgivende Biologer AS, rapport 381, 28 sider, ISBN 82-7658-241-9.*

Veileder 01:2014. Sterkt modifiserte vannforekomster. Utpeking, fastsetting av miljømål og bruk av unntak. *Departementsgruppen for gjennomføringen av EUs vanndirektiv i Norge, 25 sider.*

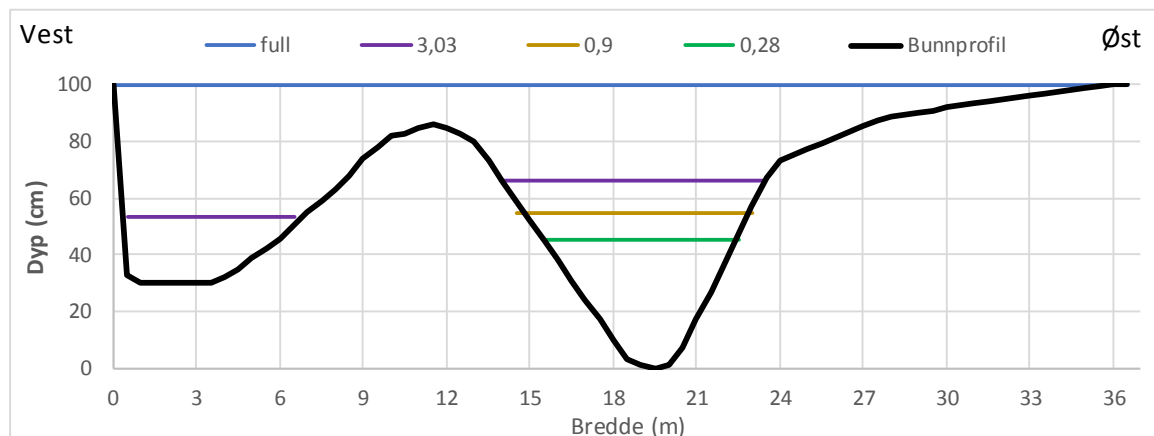
Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. *Direktoratsgruppa vanndirektivet, 263 sider.*

VF 2006. Forskrift om rammer for vannforvaltningen. Miljøverndepartementet. *Tilgjengelig fra <http://www.lovdata.no>.*

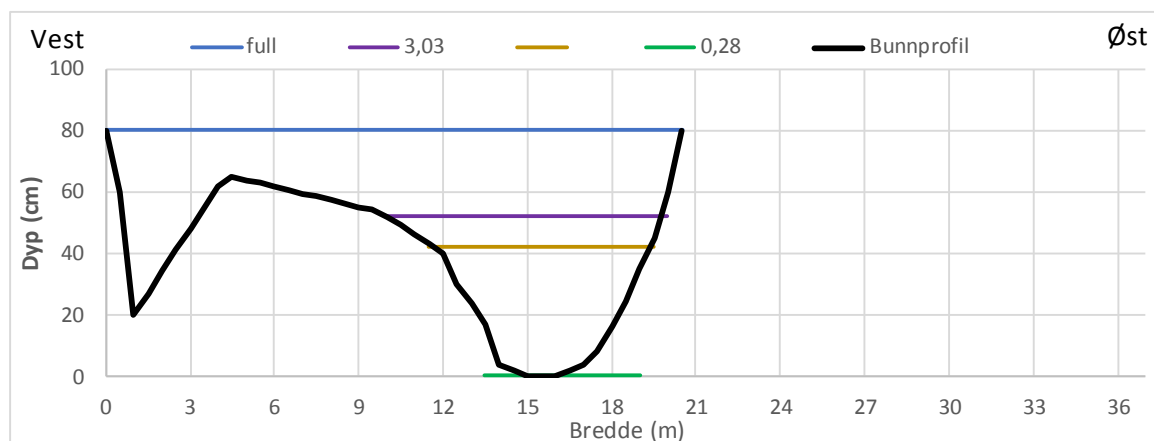
VEDLEGG

VEDLEGG A. Bunnprofil med vannhøyde ved 0,28 m²/s, 0,9 m³/s og 3,0 m³/s høsten 2015 i Fortunvassdraget ovenfor Skagen.

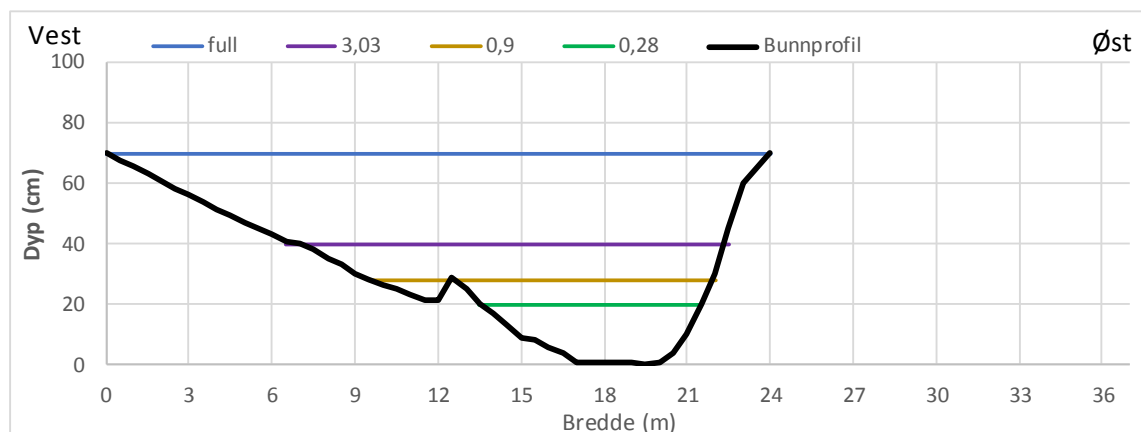
Profil A



Profil B

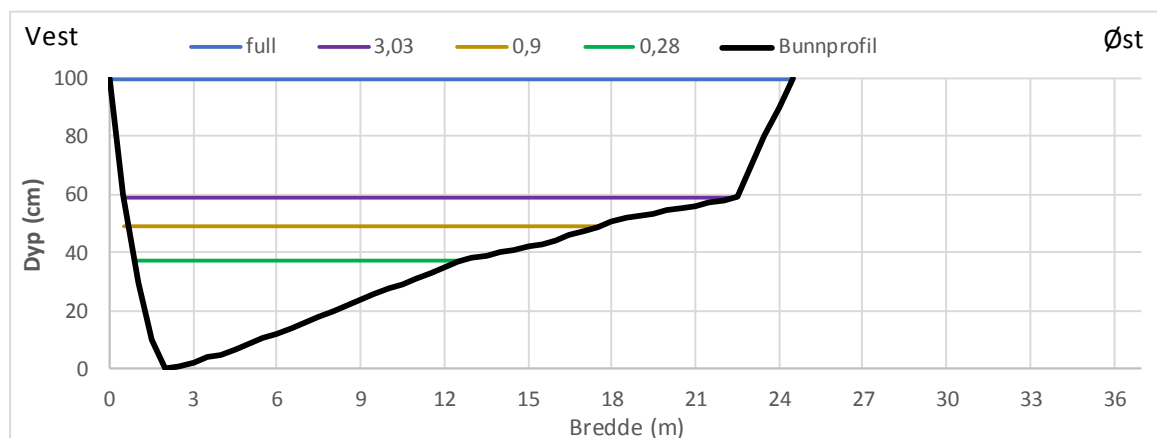


Profil C

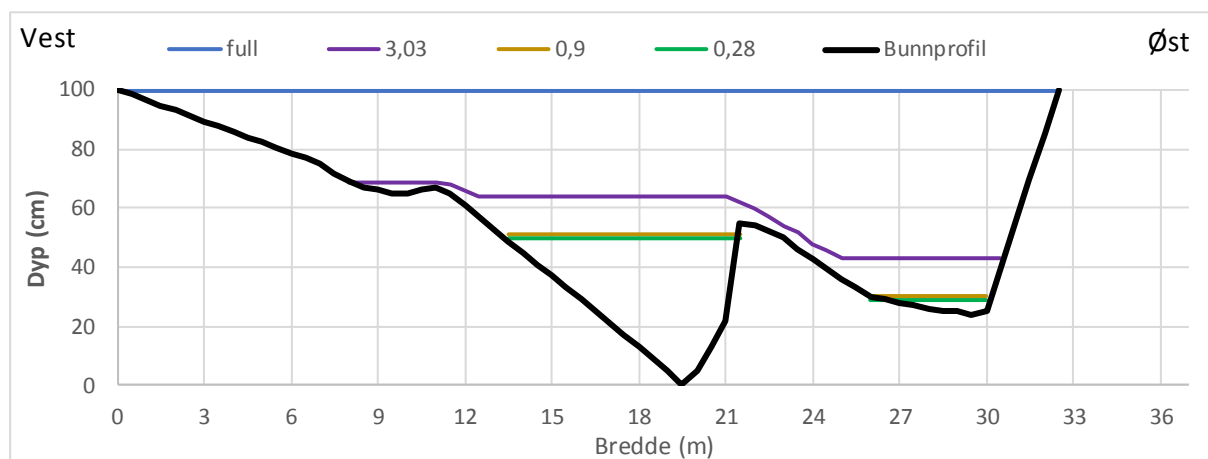


VEDLEGG A. fortsetter

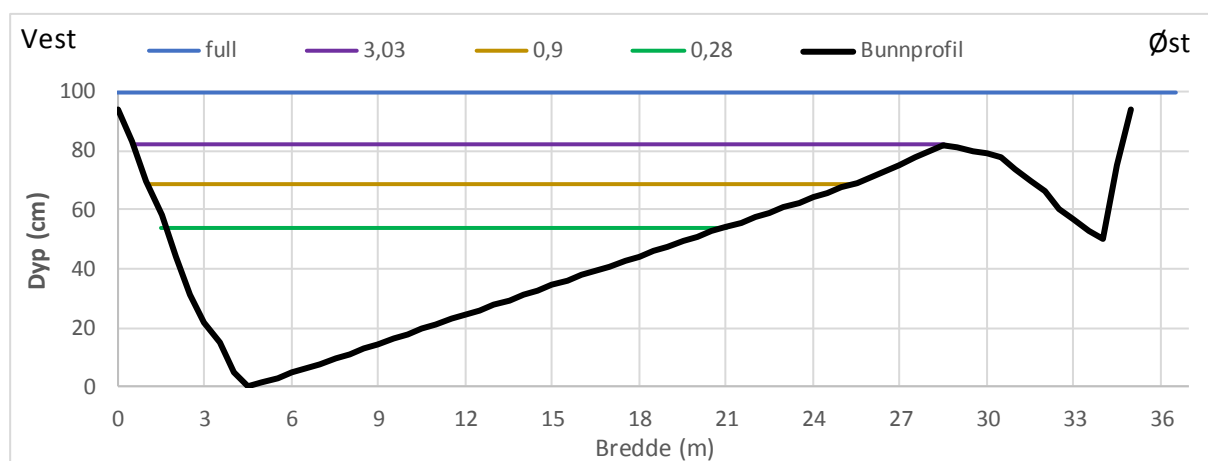
Profil D



Profil E

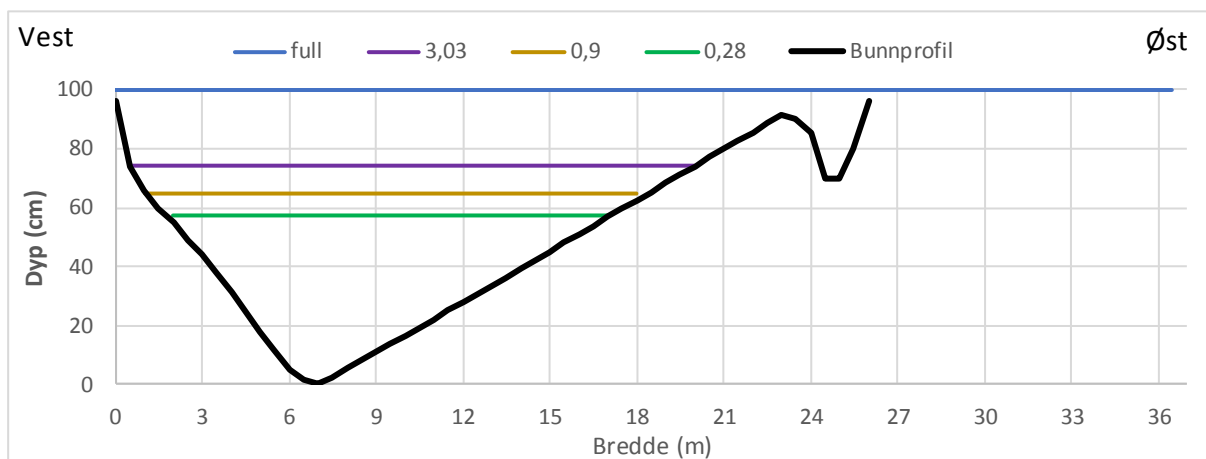


Profil H

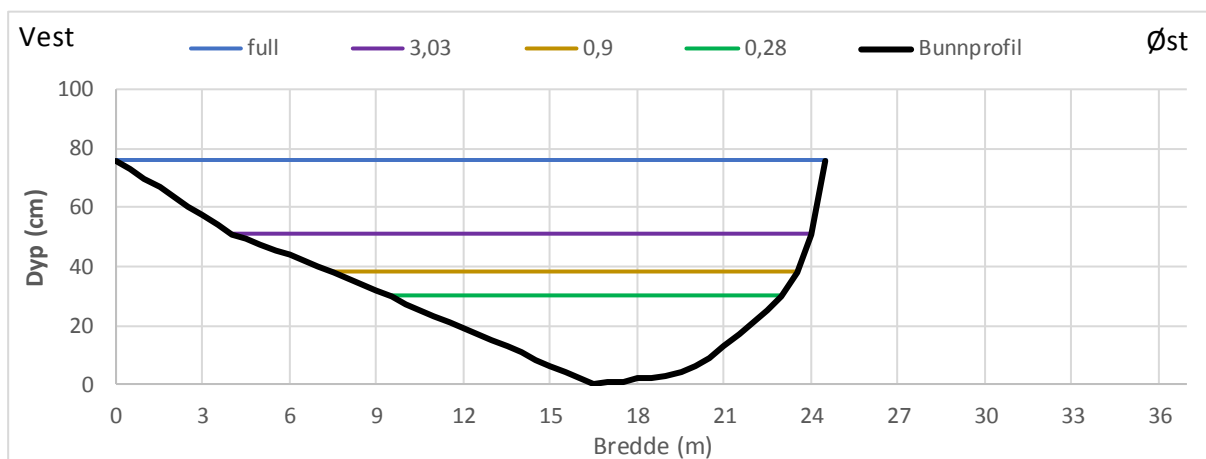


VEDLEGG A. fortsetter

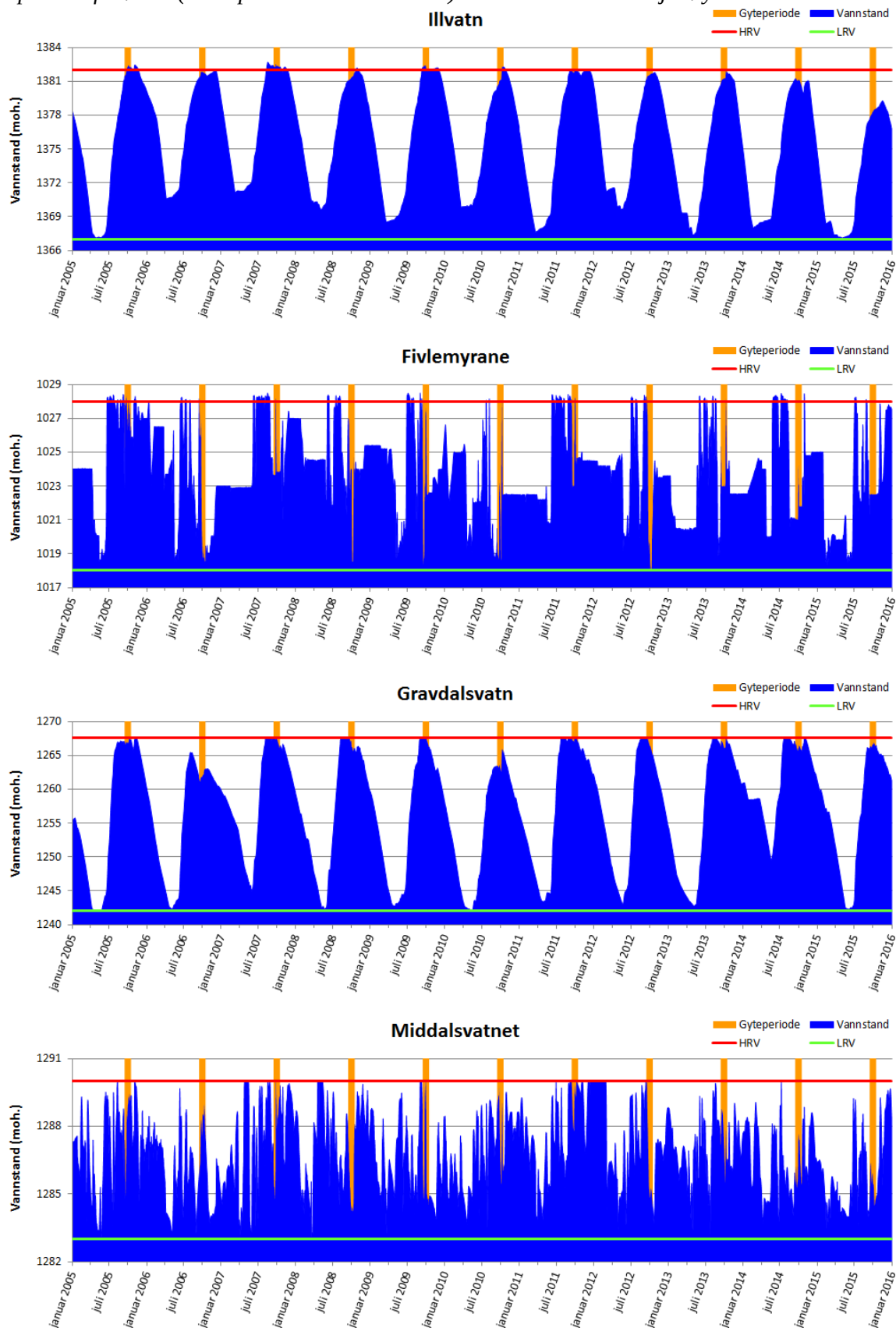
Profil I



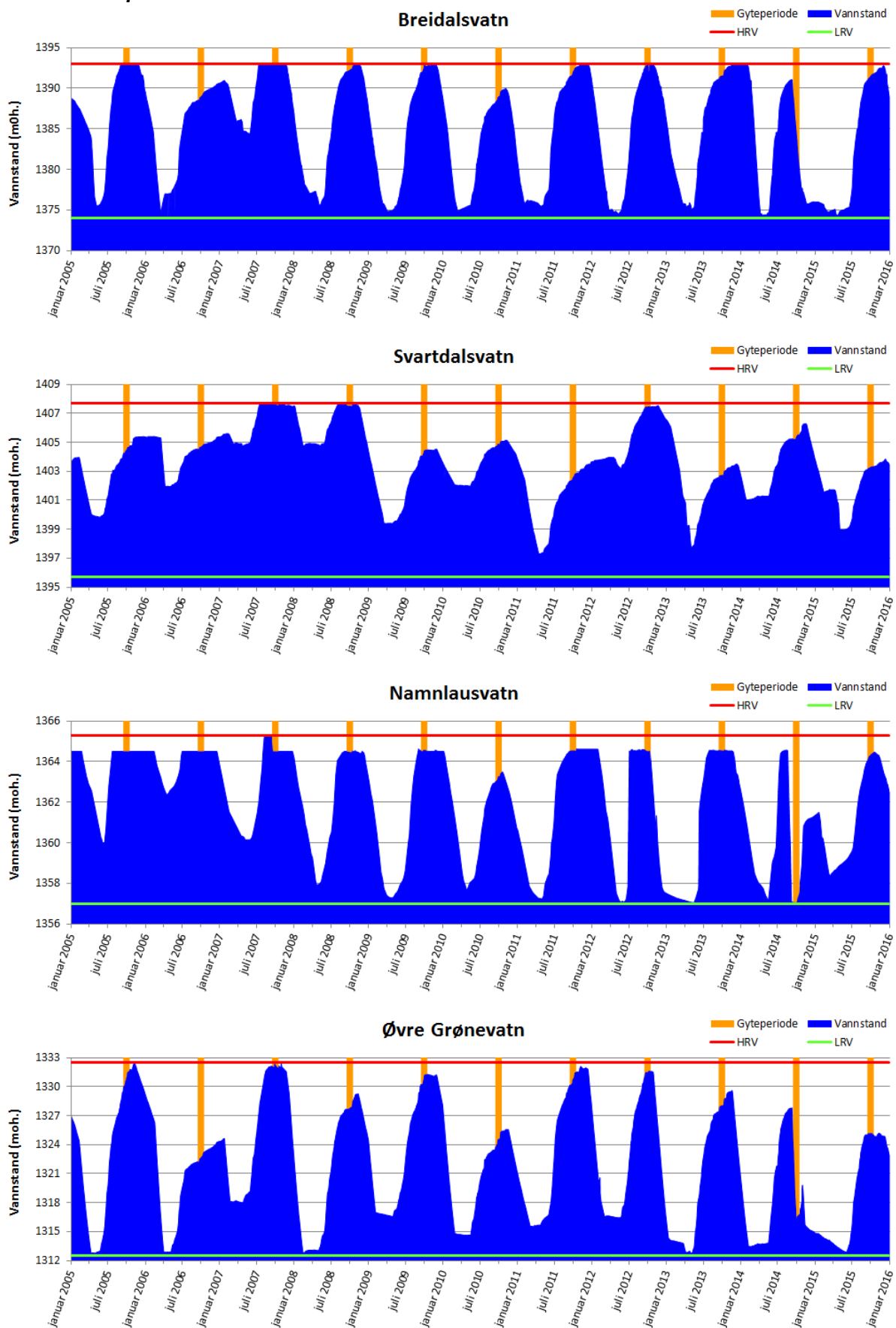
Profil J



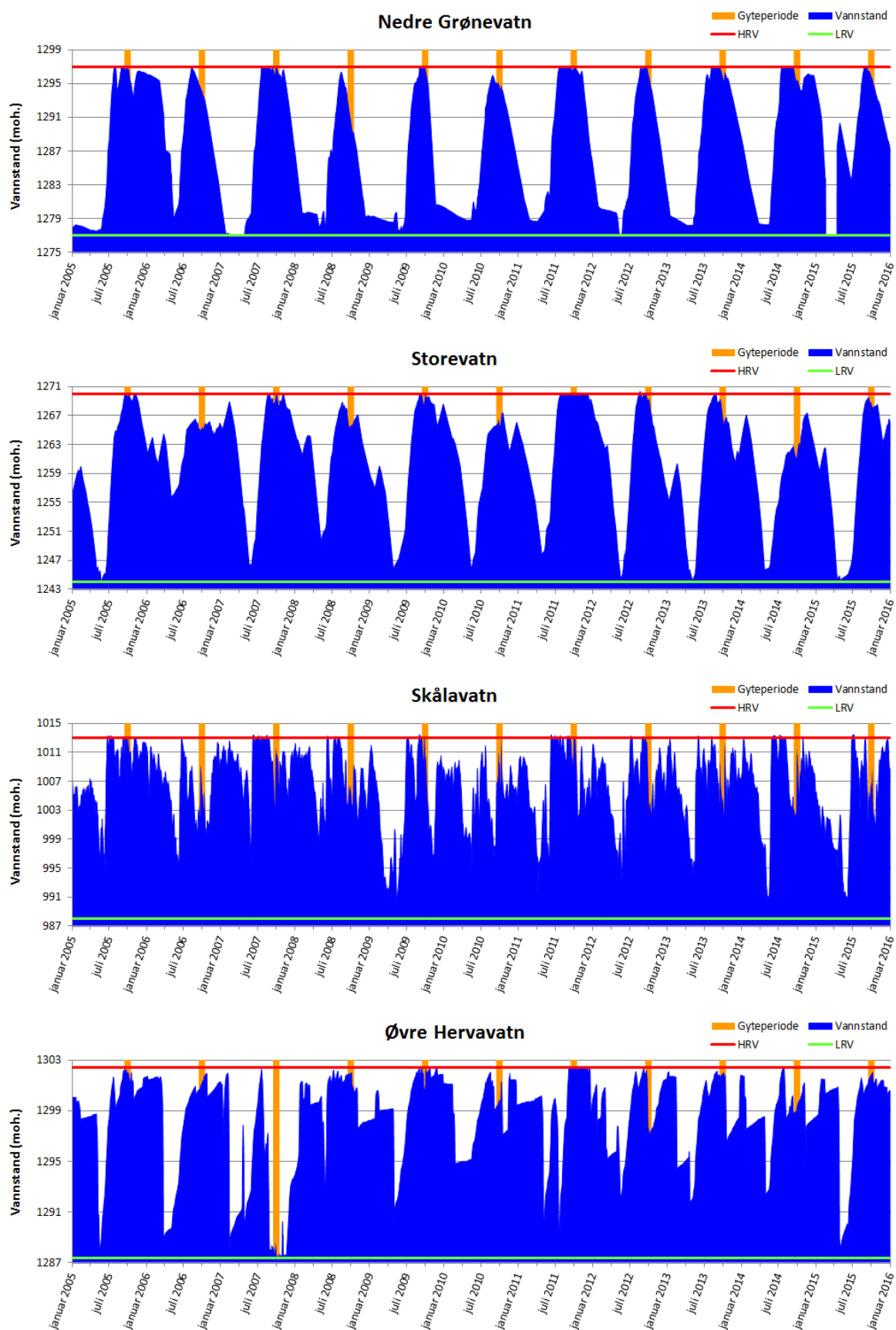
VEDLEGG B. Vannstand i de 13 reguleringsmagasinene i perioden 2005 - 2015. Sannsynlig gyteperiode for ørret (15. september til 15. oktober) er markert med oransje søyler.



VEDLEGG B fortsetter.



VEDLEGG B fortsetter.



VEDLEGG B fortsetter.

