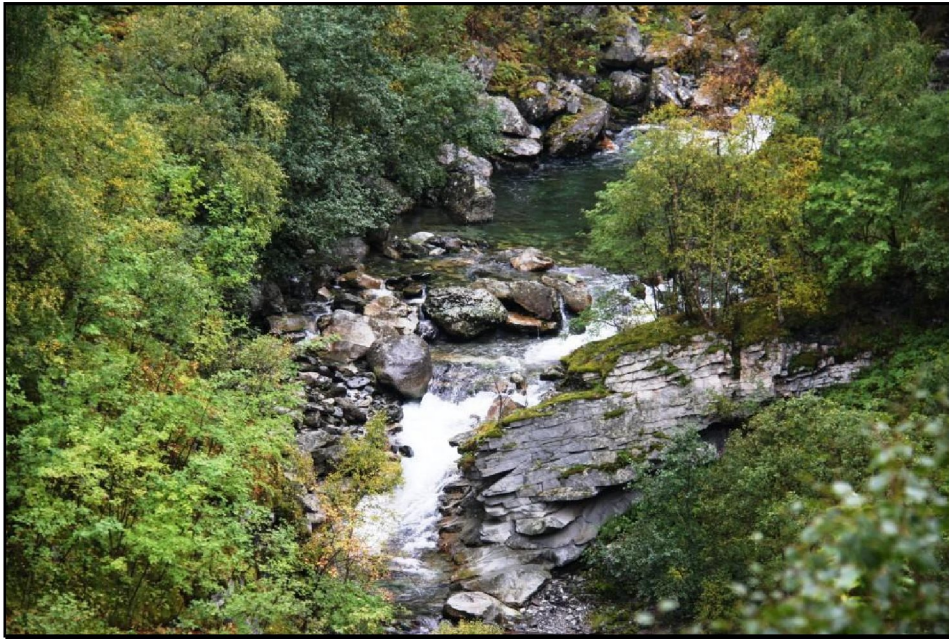


Fardalen kraftverk,  
Årdal kommune,  
Sogn og Fjordane



Konsekvensutredning for  
Ferskvannøkologi

R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

**Rådgivende Biologer AS**





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

Fardalen kraftverk, Årdal kommune, Sogn og Fjordane.  
Konsekvensutredning for ferskvannøkologi

**FORFATTERE:**

Bjart Are Hellen & Geir Helge Johnsen

**OPPDRAGSGIVER:**

Fardalen Kraftverk, ved Einar Sofienlund, Postboks 14, 5729 MODALEN

**OPPDRAGET GITT:**

April 2011

**ARBEIDET UTFØRT:**

2009-2012

**RAPPORT DATO:**

22. mai 2012

**RAPPORT NR:****SIDETALL:****ISBN NR:**

37

**EMNEORD:****SUBJECT ITEMS:**

- Vassdragsregulering
- Vannkvalitet
- Vanntemperatur
- Fisk og ferskvannsbiologi

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843 667 082-MVA  
www.radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78

Telefaks: 55 31 62 75

e-post: post@radgivende-biologer.no

***Forsidefoto:** Sentralt på den planlagt regulerte strekningen av Fardalselva, ved moderat vannføring 22. september 2010. Typisk elvehabitat for Fardalselva med kulp og lite stryk.*

## FORORD

Fardalen kraftverk ønsker å utnytte nedre deler av fallet i Fardalsvassdraget i Årdal kommune i Sogn og Fjordane fylke, til kraftproduksjon. Rådgivende Biologer AS har gjennomført en konsekvensutredning med hensyn på fagtema ”Ferskvannøkologi”, som omfatter ”vanntemperatur”, ”vannkvalitet” og ”fisk og ferskvannsbiologi” i forbindelse med den planlagte utbyggingen.

Utbygging av vannkraftverk med en årlig produksjon på over 40 GWh skal etter plan- og bygningslovens kap. VII-a og tilhørende forskrift av 1.4.2005 alltid konsekvensutredes. Hensikten med en slik utredning er å sørge for at hensynet til miljø, naturressurser og samfunn blir tatt i betraktning under forberedelsene av tiltaket, og eventuelt på hvilke vilkår tiltaket kan gjennomføres.

Denne rapporten skal dekke de krav som fremgår av utredningsprogrammet fra NVE, og skal sammen med de øvrige fagrapportene tjene som grunnlag for forvaltningsmyndighet når de skal fatte et vedtak om det kan gis konsesjon, og eventuelt på hvilke betingelser. Rapportene skal også bidra til en best mulig utforming og lokalisering av anlegget dersom prosjektet blir realisert.

Bjart Are Hellen er cand.scient., og Geir Helge Johnsen er dr.philos. i ferskvannøkologi fra Universitetet i Bergen og begge med lang erfaring fra denne type arbeid og utredninger. Rådgivende Biologer AS har de siste årene utarbeidet mer enn 300 ulike konsekvensutredninger for store og små vasskraftprosjekt og andre vassdragstilknnyttede aktiviteter.

Vi vil takke medlemmer i Årdal jeger- og fiskarlag som har bidratt med opplysninger om vassdraget.

Rådgivende Biologer AS takker Fardalen Kraftverk ved Einar Sofienlund for oppdraget.

Bergen, 22. mai 2012

## INNHold

Forord .....	4
Innhold.....	4
Sammendrag .....	5
Fardalen kraftverk .....	10
Utredningsprogram.....	14
Metode og datagrunnlag .....	15
Tiltaks- og influensområdet .....	18
Områdebeskrivelse og verdivurdering .....	19
EUs vannrammedirektiv .....	29
Virkning og konsekvensvurderinger .....	30
Avbøtende tiltak .....	35
Behov for oppfølgende undersøkelser.....	36
Referanseliste .....	37

## SAMMENDRAG

*Hellen, B.A. & G.H. Johnsen 2012.*

*Konsekvensutredning for Fardalen kraftverk, Årdal kommune i Sogn og Fjordane.  
Ferskvannøkologi. Rådgivende Biologer AS, rapport, 37 sider.*

Fardalen kraftverk ønsker å utnytte nedre deler av fallet i Fardalsvassdraget i Årdal kommune i Sogn og Fjordane fylke, til kraftproduksjon. Rådgivende Biologer AS har gjennomført en konsekvensutredning med omsyn på fagtema "Ferskvannøkologi", som omfatter "vanntemperatur", "vannkvalitet" og "fisk og ferskvannsbologi" forurensning i forbindelse med den planlagte utbyggingen. Datagrunnlaget for vurderingene er "godt".

### FARDALEN KRAFTVERK

Fardalen kraftverk planlegger å utnytte Fardalselva (Fardøla) i Årdal kommune, Sogn og Fjordane til et elvekraftverk. Det foreligger to utbyggingsalternativer, begge med inntak på kote 485 ved Haug og med vannvei og kraftstasjon i fjell på østsiden av vassdraget. Hovedalternativet, alternativ 1, har avløp på kote 8 nedenfor fossestrekningen i Fardalselva, mens alternativ 2 har avløp på kote 38, som er oppstrøms det nedre fossepartiet. Ellers er de to alternativene i hovedtrekk like. Hovedalternativet vil gi en årlig ytelse på 53 GWh pr. og ha 25 MW effekt. Fardalen kraftverk planlegges med største slukevne på 6,1 m<sup>3</sup>/s og laveste driftsvannføring på 0,1 m<sup>3</sup>/s. Foreslått minstevannføring forbi inntaket er for begge alternativene satt til 300 l/s i sommerhalvåret og 100 l/s i vinterhalvåret, tilsvarende 5-persentil for årstidene. Det er ikke planlagt reguleringer eller overføringer

### OMRÅDEBESKRIVING OG VERDIVURDERING FERSKVANNØKOLOGI

Fardalsvassdraget (074.BZ) er 95 km<sup>2</sup> stort, elvelengden er 22 km. To delfelt øverst i vassdraget er overført ved kote 1055 til Fortun kraftverk, det er ikke pålegg om minstevannføring i forbindelse med denne overføringen. De 350 nederste meterne av Fardalselva er anadrom. Restfeltet etter overføringene til Fortun strekker seg opp til 1567 moh., det er ingen breer i nedbørfeltet. Innsjøandelen er under 1 %.

Ved planlagt inntak har Fardalselva nå et nedbørfelt på 49,6 km<sup>2</sup>, som med en spesifikk avrenning på 39,9 l/s/km<sup>2</sup> har en gjennomsnittlig vannføring på 1,98 m<sup>3</sup>/s. Alminnelig lavvannføring er 130 l/s, mens 5-persentil for sommer og vinter er henholdsvis 300 og 100 l/s. Fardalselva er 4,1 km lang mellom planlagt inntak og avløp, og har et restfelt på 8,2 km<sup>2</sup> med en gjennomsnittlig tilrenning på 0,25 m<sup>3</sup>/s.

Samlet tilrenning fra feltet er 80,6 mill. m<sup>3</sup>/år, som gir en gjennomsnittlig vannføring ved utløpet til Årdalsvatnet på 2,55 m<sup>3</sup>/s (NVE-Atlas). Store flommer forekommer som oftest om våren og forsommeren i perioden mai til juni, som følge av snøsmelting. Middelflom i vassdraget er beregnet å være 17,6 m<sup>3</sup>/s ved planlagt inntak til kraftverket.

### VANNKVALITET

Vannkvalitet er undersøkt vår, sommer og høst 2011 oppe og nede i elva. Fardalselva var da næringsfattig og tilsvarte tilstand I = "meget god" oppe og "god" nede. Med hensyn på innhold av TOC og farge var tilstanden "god" oppe og nede. pH-verdiene er mellom "god" og "meget god" med pH mellom 6,5 og 6,9, innholdet av aluminium er lavt og syrenøytraliserende kapasitet er mellom 19 og 44 µekv/l. Dette tilsier at det ikke var noe omfattende forurensningsproblem i vassdraget.

## **VIKTIGE LOKALITETER, GYTE-, OPPVEKST- OG VANDRINGSTILFORHOLD**

Den nederste strekningen på 350 m før utløp i Årdalsvatnet har gyte- og oppvekstområder for sjøaure beregnet til 3800 m<sup>2</sup> når tørrfall er holdt utenfor produktivt areal. Hele strekningen er bonitert. Teoretisk vil en slik elv kunne produsere mellom 20 og 25 smolt pr 100 m<sup>3</sup>, dvs. ca. 1000 sjøauresmolt.

## **FISK OG FERSKVANNSBIOLOGI**

Bunndyrprøver oppe og nede i juni 2011 påviste vanlig forekommende arter. Det var generelt lav tetthet av bunndyr, men forekomst av *Baëtis rhodani* både oppe og nede gav forsuringsindeks I = 1,0. Det var lav forekomst av forsuringsstolerante steinfluer, slik at forsuringsindeks II også var 1,0, noe som viser lite forsuringspåvirkning. Med hensyn på organisk belastning fikk prøvene lav ASTP-verdi, men prøvene er tatt i en næringsfattig elv og på et tidspunkt der denne indeksen er dårlig utviklet, og kun basert på ett tidspunkt er det ikke grunn til å vektlegge dette.

To områder på strekningen som vil få fraført vann ved en eventuell utbygging er undersøkt med hensyn på fisk. Begge steder var det lav tetthet av aure. Ingen andre fiskearter ble påvist ved fisket. Aure finnes i noen av innsjøene oppe i nedbørsfeltet.

Anadrom strekning ble undersøkt ved kvantitativt elektrofiske ett sted den 22. oktober 2010. Totalt ble 57 aure fanget, det ble ikke fanget laks. Resultatene er sammenholdt med tilsvarende elfiske i 2007. Resultatene indikerer en noe lavere smoltproduksjon enn det som er forventet. Ved gytefisktellinger på anadrom strekning i 2007 og 2011 ble det observert hhv. 2 og 7 sjøaure, de største mellom 2 og 4 kg.

## **RØDLISTEDE ARTER**

Det er ikke observert rødlistearter av bunndyr eller elvemusling i Fardalselva. Det er heller ikke observert ål ved de foretatte undersøkelser, men ål har anledning til å vandre opp i vassdraget og utnytte den anadrome strekningen. Ål er sporadisk observert ved utløpet av Årdalselva. Høy vannføring og lav vanntemperatur og bratt terreng gjør det lite sannsynlig at ål kan vandre forbi anadromt hinder. Ål er vurdert til å sporadisk kunne forekomme i på anadrom del av Fardalselva.

## **EUS VANNRAMMEDIREKTIV**

Fardalselva består av tre ”typer” vurdert i forhold til EUs Vannrammedirektiv, delt opp i forhold til klimasonene ”lavland” under omtrent 200 moh., ”skog” under skoggrensen på omtrent 900 moh., og ”fjell” over skoggrensen. For øvrig ligger vannforekomster til økoregion Vestlandet, og er av type ”middels stor”, ”klar” og ”svært kalkfattig”. Siden de øvre deler av nedbørsfeltet til Fardalselva fra før er overført til kraftverket i Fortun, er vassdraget vurdert som kandidat for SMVF. På bakgrunn av de her foretatte undersøkelser, er økologisk status i Fardalselva vurdert til mellom ”god” og ”moderat”.

## **VIRKNING OG KONSEKVENSNERSKOVANNSØKOLOGI**

### **VIRKNINGER AV 0-ALTERNATIV; INGEN UTBYGGING**

Klimatiske modeller tilsier at temperaturen i området vil øke med inntil 3,5 grader de neste 60 år. Nedbørsmengden vil endre seg lite i restfeltet, men vil kunne øke opp til 100 % i øvre del av nedbørsfeltet, noe som særlig vil gi økt vinteravrenning. Tiden med snødekke vil kunne bli omtrent 1,5–2 måneder kortere enn i dag, noe som vil føre til kortere og tidligere snøsmeltingsperiode, mindre sommeravrenning og lengre vekstsesong. Temperaturen i vannet vil sannsynligvis øke, og dette vil påvirke organismene i elven. Produksjon og biomasse på lavere trofiske nivåer vil øke, og dette vil i sin tur påvirke organismer på høyere trofiske nivåer.

Reduserte utslipp av svovel i Europa har medført at konsentrasjonene av sulfat i nedbør i Norge har avtatt med 63-87 % fra 1980 til 2010. Følgen av dette er bedret vannkvalitet, med mindre surhet, bedret syrenøytraliserende kapasitet, og nedgang i giftig aluminium. Dette har resultert i en generell bedring i det akvatiske miljøet med gjenhenting av bunndyr- og krepsdyrsamfunn og bedret rekruttering hos fisk. For Fardalsvassdraget, som i dag har en relativt god vannkvalitet, vil dette trolig få liten betydning.

### **VIRKNINGER I ANLEGGSPHASEN**

I forbindelse med arbeidet med inntaksdammen vil det bli noe avrenning fra graving, sprengning og støping. Ved sprengning av avløpstunnelen kan det påventes en del avrenning av steinstøv og sprengstoffrester. Det er planlagt ulike plasseringer for massedeponi langs Årdalsvatnet, og dette kan også gi tilførsler av steinstøv til innsjøen og vassdraget. Her vil imidlertid fisk kunne vike unna perioder med dårlig vannkvalitet, mens i vassdraget har de ikke samme mulighet.

### **VIRKNINGER I DRIFTSFASEN**

Fardalen kraftverk vil være et elvekraftverk, uten særlig magasin ved inntaket, der vannet slippes ut igjen på elvestrekningen nedstrøms kraftverket. Virkninger er her vurdert for fisk og ferskvannsbiologi på de ulike berørte strekningene.

Ved redusert vannføring i elven, vil vintertemperaturen i elven kunne bli lavere og det vil kunne bli hyppigere islegging på fraført strekning vinterstid. Når lufttemperaturen er høyere enn vanntemperaturen vil det tilsvarende være en betydelig større oppvarming av elvevannet på den fraførte strekningen. Det er allerede i dag en betydelig oppvarming av vannet nedover i vassdraget, og når det meste av vannet ved en regulering vil gå i tunnel, vil det ikke bli varmet opp og det er forventet at vanntemperaturen på den anadrome strekningen nedstrøms utslippet da vil bli tilsvarende 1 og 1,5 °C lavere i sommerhalvåret.

Det er noen tilførsler av næringsstoff fra landbruk og bebyggelse på elvestrekningen i Fardalen, og redusert resipientkapasitet vil føre til et noe høyere trofinivå på strekningen i perioder med redusert vannføring på sommeren.

Redusert vannføring vil kunne påvirke produksjonsvilkårene på elvestrekningene, og særlig vil perioder med lav vannføring kunne innebære en begrensning og reduksjon av bærenivået fordi det totale vanndekte arealet blir redusert. Dette gjelder i hovedsak periodene med slipp av minstevannføring når kraftverket kjører. Ved de aller laveste vannføringene, som vanligvis inntreffer vinterstid, vil kraftverket stå og vannføringen i elven være normal. Det gjelder vannføringer lavere enn 0,2 m<sup>3</sup>/s om vinteren og 0,4 m<sup>3</sup>/s og sommeren. Dette gjør at forholdene ved de mest marginale situasjonene i vassdraget, særlig vinterstid, blir som tidligere.

Elvens utforming medvirker imidlertid til at vanndekningen bare blir litt redusert ved lave vannføringer, siden det veksler mellom strykparti og fosser, med mange små kulper på mye av den berørte strekningen. I disse kulpene vil det være vanndekning selv ved lav vannføring. Siden flaskehalsperiodene er de aller laveste vannføringene, og disse vil være som før, er det ikke ventet å bli merkbare endringer for produksjon av bunndyr i elven. Periodevis relativt store flommer vil forhindre tilgroing i elveløpet.

Redusert vanntemperatur på anadrom strekning om sommeren er ikke ventet å ha vesentlig betydning for rekrutteringen av aureyngel, men kan gi marginalt dårligere tilvekst. Hvordan eventuell klimaendring med forhøyete temperaturer vil kunne avdempe dette, er vanskelig å vurdere.

Redusert vanndekning, men trolig mer optimal strømforhold for fiskeproduksjon, er antatt å samlet sett kunne føre til en liten økning i produksjonen av fisk i vassdraget. Tiltaket vil ikke påvirke rødlistede arter, siden verken ål eller elvemusling er påvist i vassdraget.

I forbindelse med eventuelle utfall i kraftstasjonen ved brå driftsstans, vil vannføringen nedstrøms utløpet kunne endres brått. Samlet virkning på produksjonen i elven er forventet å være mindre enn 5 %. Dette kan avbøtes ved teknisk installasjon som forbislippingsventil i kraftverk.

## SAMLET OVERSIKT OVER VERDI, VIRKNING OG KONSEKVENNS

En kraftutbygging vil først og fremst føre til betydelige reduksjoner i vannføring, noe som kan få betydning for vanntemperaturene. Det vil også redusere resipientkapasiteten litt, og dermed kunne få virkning for vannkvalitet, spesielt med hensyn på tilførte næringsstoffer. I hovedsak vil det påvirke vanndekningen i elven, og det ventes at produksjonsarealet vil bli noe redusert, men samtidig vil vannhastigheten og forholdene for fiskeproduksjon bli gunstigere. Fardalen kraftverk er vurdert å ha små negative virkninger for fisk og ferskvannøkologi, og med små verdier oppom anadrom strekning, blir det små negative til ubetydelige (0) konsekvenser. På anadrom strekning vil det bli små negative virkninger og liten negativ (-) konsekvens (**tabell 1**), hovedsakelig knyttet til brå driftsutfall i kraftverket. Tiltak som forbislippingsventil i kraftstasjonen vil i hovedsak avbøte dette.

**Tabell 1.** Oppsummering av verdier, virkninger og konsekvenser for Fardalen kraftverk.

Tema/Område	Verdi			Virkning				Konsekvens
	Liten	Middels	Stor	Stor neg.	Middels	Liten / ingen	Middels	
<b>Verdifulle lokaliteter</b>								
Ikke-anadrom	----- -----	----- -----	----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- -----	Ubetydelig (0)
Anadrom strekning	----- -----	----- -----	----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- -----	Liten negativ (-)
<b>Fisk og ferskvannsorganismer</b>								
Ikke-anadrom	----- -----	----- -----	----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- -----	Liten negativ (-)
Anadrom strekning	----- -----	----- -----	----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- -----	Liten negativ (-)
<b>Rødlistearter</b>								
Ikke-anadrom	----- -----	----- -----	----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- -----	Ubetydelig (0)
Anadrom strekning	----- -----	----- -----	----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- -----	Ubetydelig (0)

## SAMLET VIRKNING

Det er ikke kjent at det foreligger andre planer for utbygging som vil påvirke Fardalselva. Allerede utførte overføringer i øvre deler av Fardalsvassdraget til Fortun, gjør at en ny utbygging nederst vil endre forholdene ytterligere fra den opprinnelige naturtilstanden. De foreslåtte nivåer for slipp av minstevannføring, tilsvarende som dagens 5-persentil, vil avbøte dette noe. En utbygging vil i hovedsak ha virkning på strekningen mellom inntak og utløp.

## VIRKNING VED ALTERNATIV UTBYGGING

Alternativ 2 vil ha sitt utslipp et stykke ovenfor vandringshinderet for anadrom strekning nederst i elva, og forskjell i virkninger er da i hovedsak knyttet til forholdene for anadrom fisk, som vil bli minimale ved dette alternativet. For hovedalternativet er det antatt små negative virkninger og liten negativ (-) konsekvens, hovedsakelig knyttet til brå driftsutfall i kraftverket. Men siden tiltak som forbislippingsventil i kraftstasjonen vil kunne avbøte dette, blir det egentlig ingen særlig forskjell mellom de to alternativene med hensyn på anadrom strekning.



## AVBØTENDE TILTAK

Planlagt tunnelutdriving er like oppstrøms anadrom strekning, det må det etableres avskjærende grøfter for å hindre tilrenning fra anleggsområdet med potensiale for avrenning av olje og drivstoff, og tunneldriving med potensiale for avrenning av sprengsteinstøv og sprengstoffrester til vassdraget i anleggsfasen. Vaskevann fra tunnelarbeider og avrenningsvann fra anleggsområdet generelt må sedimenteres før det går til vassdraget. Siltgardin må etableres utenfor utfyllingsområdet i Årdalsvatnet for å sedimentere tilførte partikler lokalt.

I forbindelse med denne utbyggingen er det skissert et slipp av minstevannføring fra inntaket på henholdsvis 300 og 100 l/s for sommer og vinterhalvåret. Denne minstevannføringen vil avbøte de negative virkningen fisk og ferskvannsbiologi i elven og er hensyntatt i konsekvensvurderingen.

For å hindre brå vannstandsvariasjoner nedenfor kraftverket ved eventuelt utfall i stasjonen, kan det etableres forbislippingsventil i kraftverket, slik at en demper eventuelle brå endringer i vannføring og vannstand like nedstrøms kraftstasjonen når kraftverket får brå driftsstans.

## BEHOV FOR NYE ELLER OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER

For fagtema "Ferskvannøkologi" ansees det ikke å være behov for ytterligere undersøkelser for å kunne ta stilling til søknaden om utbygging som beskrevet i denne rapport.

Ved arbeid i og ved vassdrag, samt etablering av massedeponi, bør det etableres et program for overvåking av vannkvaliteten, med fokus på turbiditet og nitrogenforbindelser.

Det vil være av interesse å overvåke vannkjemiske forhold oppe og nede i vassdraget for å overvåke virkningen av redusert resipientkapasitet. De er ikke behov for overvåking av biologiske forhold på den fraførte strekningen mellom inntak og avløp, men overvåking av fisk på anadrom strekning bør skje jevnlig. Sammen med fortsatt overvåking av temperatur vil dette kunne gi svar på om en eventuell regulering vil få konsekvenser på den anadrome fisken.

## VURDERING I FORHOLD TIL NATURMANGFOLDLOVEN

Denne utredningen tar utgangspunkt i forvaltningsmålet nedfestet i naturmangfoldloven; som er at artene skal forekomme i livskraftige bestander i sine naturlige utbredelsesområder, at mangfoldet av naturtyper skal ivaretas og at økosystemene sine funksjoner, struktur og produktivitet blir ivaretatt så langt det er rimelig (§§ 4-5).

Kunnskapsgrunnlaget blir vurdert som "godt" for temaene som er omhandlet i denne konsekvensutredningen (§ 8). Vassdraget er undersøkt spesifikt på berørte strekninger, og vurderingene bygger i tillegg på eksisterende kunnskap. Naturmangfoldet knyttet til de ferskvannøkologiske elementene ansees således tilstrekkelig dokumentert innenfor tiltaksområdet, slik at føre var prinsippet ikke behøver komme til anvendelse i denne sammenhengen (§ 9).

Denne utredningen har vurdert det nye tiltaket i forhold til de samlede belastningene på økosystemene og naturmiljøet i tiltaksområdet (§ 10). I dette tilfellet omfatter det i hovedsak de eksisterende påvirkninger fra tidligere reguleringer oppe i nedbørfeltet.

Det er foreslått en rekke konkrete og generelle avbøtende tiltak, som tiltakshaver kan gjennomføre for å hindre eller avgrense skade på naturmangfoldet (§ 11). Ved bygging og drifting av tiltaket skal skader på naturmangfoldet så langt mulig unngås eller avgrenses, og en skal ta utgangspunkt i driftsmetoder, teknikk og lokalisering som gir de beste samfunnsmessige resultat ut fra en samlet vurdering både naturmiljø og økonomiske forhold (§ 12).

## FARDALEN KRAFTVERK

Fardalen kraftverk planlegger å utnytte Fardalselva (Fardøla) i Årdal kommune, Sogn og Fjordane til et elvekraftverk. Det foreligger to utbyggingsalternativer, begge med inntak på kote 485 ved Haug og med vannvei og kraftstasjon i fjell på østsiden av vassdraget. Hovedalternativet, alternativ 1, har avløp på kote 8 nedenfor fossestrekningen i Fardalselva, mens alternativ 2 har avløp på kote 38, som er oppstrøms det nedre fossepartiet. Ellers er de to alternativene i hovedtrekk like (**figur 1 og 2**).

Den øvre delen av Fardalselva over ca. kote 1 000 (36,8 km<sup>2</sup>) er allerede overført til Skagen kraftverk i Skjolden. Ved planlagt inntak har Fardalselva nå et nedbørfelt på 49,6 km<sup>2</sup>. Spesifikk avrenning på 39,9 l/s/km<sup>2</sup> i feltet gir en gjennomsnittlig vannføring ved inntak på 1,98 m<sup>3</sup>/s. Alminnelig lavvannføring er 130 l/s, mens 5-persentil for sommer og vinter er henholdsvis 300 og 100 l/s. Fardalselva er 4,1 km lang mellom planlagt inntak og avløp, og har et restfelt på 8,2 km<sup>2</sup> med en gjennomsnittlig tilrenning på 0,25 m<sup>3</sup>/s. Fardalen kraftverk planlegges med **største slukevne** på 6,1 m<sup>3</sup>/s og laveste driftsvannføring på 0,1 m<sup>3</sup>/s. Kraftverkets gjennomsnittlige årlige brukstid er beregnet å være 2.100 timer.

Foreslått **minstevannføring** forbi inntaket er for begge alternativene satt til 300 l/s i sommerhalvåret og 100 l/s i vinterhalvåret. Det er ikke planlagt reguleringer eller overføringer

**Alternativ 1** er hovedalternativet for søknaden, der en utnytter et 474 m bruttofall i Fardalselva mellom inntak 485 moh., og turbinsenter på 11 moh. Avløp blir på kote 8 like oppom anadrom strekning. Kraftverket vil ikke få noe reguleringsmagasin. Vannveien, på totalt 4030 m, vil i sin helhet legges i fjell, og vil bestå av frispeilstunnel, boret sjakt, tunnel med rør og frispeil utløpstunnel. Kraftstasjonen legges i fjell med påhugg atkomsttunnel fra eksisterende vei. Installert effekt vil være 25,0 MW, og midlere årlig produksjon vil være 53,0 GWh, hvorav 42,3 GWh i sommerhalvåret fra 1. mai til 30. september og 10,7 GWh i vinterhalvåret 1. oktober til 30. april.

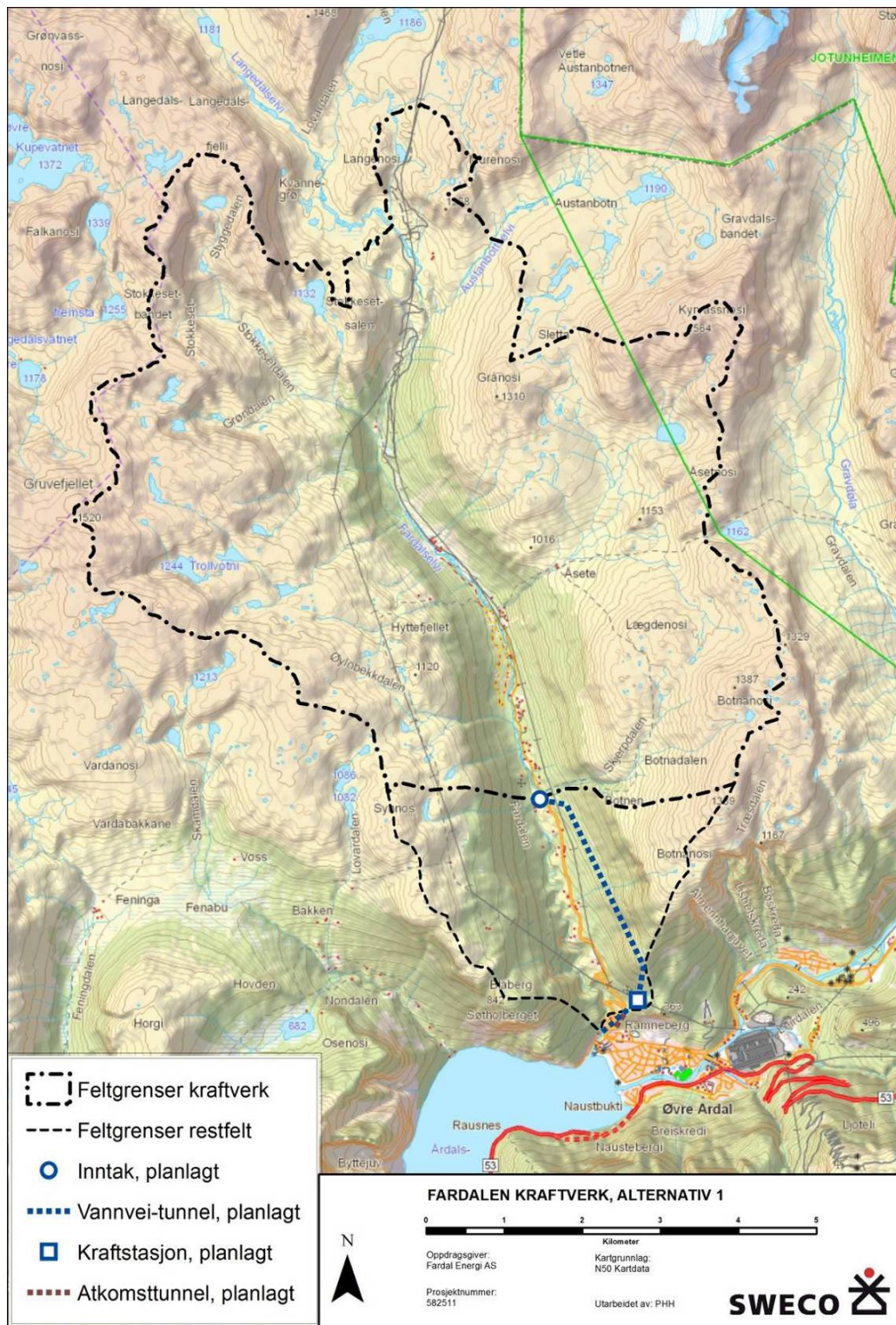
**Alternativ 2** utnytter det 444 m høye fallet mellom samme inntak i Fardalselva på kote 485 og turbinsenter på kote 41. Avløp til elva blir på kote 38 (**figur 2**). Dette gir en vannvei på 4 km, og som for alternativ 1 ligger både vannvei og kraftstasjon i sin helhet i fjell. Dette alternativet vil ha en installert effekt på 23,4 MW, og vil få en midlere årlig produksjon på 49,6 GWh.

**Inntaksdammen** er planlagt omtrent ved høydekote 485 ved Haug, og vil bli en 5-6 m høy og omtrent 25 m lang betongdemning. Inntaksdammen får et volum på omtrent 15.000 m<sup>3</sup>, inkludert volum i frispeil inntakstunnel, og dette kan teoretisk tappes på 40 minutter ved maksimal kjøring av kraftverket. En enkel tappeluke støpes i dammen i tillegg til arrangement for slipp av minstevannføring. Inntakskonstruksjonen blir i betong på østsiden av elveleiet, og vil bestå av bjelkestengsel, grovvaregrind og en 3 m<sup>2</sup> stor luke eventuelt med lukehus. Vannet ledes til inntaket via en kort nedsprenget kanal. Eksisterende privat gårdsvei fram til inntaket oppgraderes, likeså en bru som går over Fardalselva i samme område.

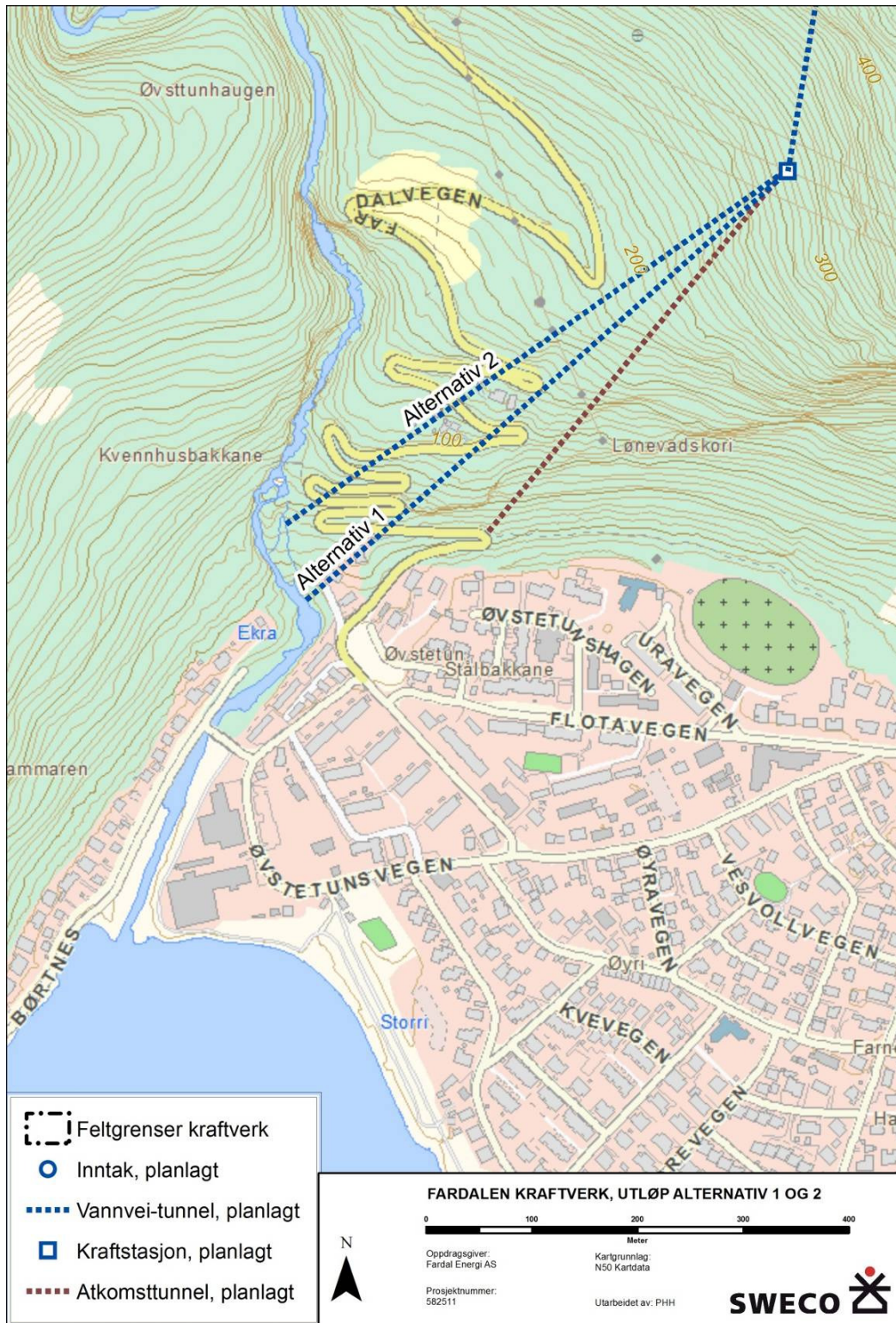
**Vannveien** legges i sin helhet i fjell, og vil fra inntaket bestå av frispeilstunnel, boret sjakt, trykktunnel, rør i tunnel og frispeiltunnel. Mens den øvre frispeilstunnelen drives fra inntaket, vil de resterende tunnelene drives via atkomsttunnelen til kraftverket. Denne løsningen er foreslått for å redusere mengden av tunnelmassene som må plasseres sentralt i Øvre Årdal. De sprengete tunnelene vil ha et tverrsnitt på omtrent 16 m<sup>2</sup>, og samlet lengde på vannvei vil for alternativ 1 være på 4030 m, og litt kortere for alternativ 2.

**Kraftstasjonen** planlegges i utsprengt fjellhall med atkomst via en 480 m lang atkomsttunnel, som starter i nederste og første sving på veien over til Turtagrø. Noe planering og sprengning forutsettes utført for å få en akseptabel arbeidsplass. Det planlegges installert ett vertikalt, flerstrålers Pelton aggregat med turbinsenter på alternativt kote 11 eller 41.

For begge alternativer forutsettes **tilkobling** til eksisterende 22 kV nett via en 1,4 km lang luftlinje østover og 1,0 km lang nedgravd kabel på siste del av strekningen (**figur 3**).



**Figur 1.** Oversikt over alternativ 1 for Fardalen kraftverk, med planlagt inntak med tilhørende nedbørfelt, vannvei, kraftstasjon med atkomst.



**Figur 2.** De to alternativene for plassering av avløp til vassdraget ved henholdsvis kote 8 og kote 38. Ellers blir inntak på kote 485, atkomst til kraftverk og nettilknytning det samme for alternativene,

**Figur 3.** Inntaket i Fardalselva er planlagt ca. kote 480 moh. I dette området kommer Botnaelvi inn fra øst (foto: Ole Kristian Spikkeland).



**Figur 4.** Utløpet fra kraftstasjonen i Fardalselva vil ved alternativ 1 ligge nedenfor fossefallet omtrent ved kote 8 moh., som er vandringshinder for anadrom fisk. Alternativ 2 vil ha utløp oppom denne strekningen (foto: Ole Kristian Spikkeland).



# UTREDNINGSPROGRAM

I utredningsprogrammet fra NVE datert 18. januar 2011 står følgende for denne fagrapporten:

## **Naturtyper og ferskvannslokaliteter**

Verdifulle naturtyper, inkludert ferskvannslokaliteter, skal kartlegges og fotodokumenteres etter metodikken i DN-håndbok 13 (Kartlegging av naturtyper - verdisetting av biologisk mangfold) og DN-Håndbok 15 (Kartlegging av ferskvannslokaliteter). Naturtypekartleggingen sammenholdes med "Truete vegetasjonstyper i Norge" (jf. Karplanter, moser, lav og sopp).

Konsekvenser av tiltaket for naturtyper eller ferskvannslokaliteter skal utredes for anleggs- og driftsfasen.

## **Fisk**

Undersøkelsene skal gi en oversikt over hvilke arter som finnes på berørte elvestrekninger og i aktuelle innsjøer. Rødlistede arter, arters om omfattes av DN's handlingsplaner (for eksempel ål), anadrome fiskearter, storørretstammer og arter av betydning for yrkes- og rekreasjonsfiske skal gis en nærmere beskrivelse.

Det skal gis en vurdering av gyte-, oppvekst og vandringsforhold på alle relevante elve- og innsjøarealer. Viktige gyte- og oppvekstområder skal avmerkes på kart. Fiskebestandene skal beskrives med hensyn på artssammensetning, alderssammensetning, rekruttering, ernæring, vekstforhold og kvalitet.

Eksisterende data kan benyttes dersom de er gjennomført med relevant metodikk, og er av nyere dato.

Lokalkunnskap og resultater fra tidligere undersøkelser skal inngå i kunnskapsgrunnlaget.

Konsekvensene av utbyggingen for fisk på de berørte elvearealene skal utredes for anleggs- og driftsfasen med vekt på eventuelle rødlistede arter, arter som omfattes av DN's handlingsplaner (for eksempel ål), arter av betydning for yrkes- og rekreasjonsfiske og storørretstammer. Fare forgassovermetning og fiskedød på strekninger nedstrøms kraftverket skal vurderes.

## **Ferskvannsbiologi**

Det skal gis en enkel beskrivelse av bunndyrsamfunnet i den berørte elvestrekningen med fokus på mengde, artsfordeling og dominansforhold. Forekomst av eventuelle rødlistede arter, dyregrupper/arter som er viktige næringsdyr for fisk og arter som omfattes av DN's handlingsplaner skal vektlegges. Det skal undersøkes om elvemusling forekommer i noen av de vassdragsavsnittene som inngår i prosjektområdet.

Tiltakets konsekvenser for bunndyr skal utredes for anleggs- og driftsfasen. Det skal gis et anslag på størrelsen av produksjonsarealene som ventes å gå tapt og hvor mye som eventuelt forblir intakt eller mindre påvirket.

Aktuell metodikk for innsamling av bunndyr og dyreplankton skal hovedsakelig følge gjeldende norske standarder, men kan til en viss grad tilpasses prosjektets størrelse og omfang.

Utredningene for ferskvannsbiologi skal ses i sammenheng med fagtemaet fisk.

## **Forurensning**

### *Vannkvalitet /utslipp til vann og grunn*

Det skal gis en beskrivelse av dagens miljøtilstand for vannforekomstene som blir berørt. Eksisterende kilder til forurensning skal omtales. Dersom det eksisterer vedtatte miljømål for vannforekomstene, f.eks. i forvaltningsplaner etter EUs vanddirektiv, skal dette gjøres rede for. Eventuelle overvåkningsundersøkelser i nærområdene skal beskrives.

Utslipp til vann og grunn som tiltaket kan medføre skal beskrives. Det skal gjøres rede for konsekvenser av tiltaket i alle berørte vannforekomster i anleggs- og driftsfasen. Konsekvensene av endrete vannføringsforhold i berørte vassdrag skal vurderes med vekt på resipientkapasitet, vannkvalitet og mulige endringer i belastning. Eventuelle konsekvenser for vassdragenes betydning som drikkevannskilde/vannforsyning og for jordvanning skal vurderes.

Potensiell avrenning fra planlagte massedeponier i eller nær vann/vassdrag skal spesielt vurderes i forhold til mulige effekter på fisk og ferskvannsorganismer.

Mulige avbøtende tiltak i forhold til de eventuelle negative konsekvensene som kommer fram skal vurderes, herunder eventuelle justeringer av tiltaket. Dette omfatter eventuelle renseanlegg, utslippsreducerende tiltak eller planlagte program for utslippskontroll og overvåkning. Utredningen skal baseres på prøvetaking, analyse og databearbeiding etter standardiserte eller anerkjente metoder og eksisterende informasjon.

# METODE OG DATAGRUNNLAG

## DATAINNSAMLING / DATAGRUNNLAG

Konsekvensvurderingen baserer seg på undersøkelser av elvens morfologi, fiskebestander og bunndyr, vannkvalitet i vassdraget, temperaturmålinger og analyser av det innsamlede materialet. Det er tidligere foretatt en enkel undersøkelse av fiskebestanden på den berørte elvestrekningen. På den anadrome strekningen av Fardalselva er det utført kvantitativt elektrofiske og det er gjennomført gytefisktelinger i perioden.

### **DATAKVALITET**

Datagrunnlagets kvalitet gir også et mål på usikkerheten i vurderingene. For denne rapporten vurderes datagrunnlaget som 4 = ”godt”, på en skala fra 1 = ”mangelfullt” til 4 = ”godt datagrunnlag”.

### **VANNTEMPERATUR**

Det er utført logging av temperatur ved planlagt inntak og på lakseførende strekning i Fardalselva fra 11. mai 2011, med temperaturlogger av type Dickson HT 200. Temperaturen ble logget med 1 times mellomrom. Loggeren ved inntaksområdet ble ødelagt av flom og ble erstattet 24. august 2011, og her er bare registreringer etter denne datoen.

### **VANNKVALITET**

Undersøkellesprogrammet omfatter analyser av vannprøver oppe og nede i Fardalselva. Det er samlet inn vannprøve i juni, august og oktober 2011. Vannkvalitetens beskaffenhet med tanke på forsurening er også vurdert med basis i bunndyrssamfunnet. Vannprøvene fra vassdragene er analysert for forsurningsparametre og næringsrikhet. Vannprøven fra august ble også analysert med hensyn på bakterier. Dette danner grunnlag for vurdering av mulige endringer i forsurningsvannkvaliteter ved flytting/fraføring av vann, det vil kunne beskrive vassdragenes resipientforhold og virkning av fraføring, samt beskrive brukskvaliteter.

### **BUNNDYR**

Det ble samlet inn roteprøver som ble analysert for forekomster av ulike bunndyr 25. juni 2011, etter snøsmeltingen. Prøvene ble samlet inn ved planlagt inntak og i nedre del av elven med bunndyrhov, konservert på etanol og sendt til det akkrediterte biologiske laboratoriet Pelagia Miljökonsult AB, Umeå, Sverige, for videre analyser. Her ble prøven sortert og artsbestemt med hensyn på vårfluer, steinfluer og døgnfluer, mens resten ble gjort opp til hovedgruppe. Dette danner grunnlag for vurdering av biologisk mangfold i elven og for en fastsetting av forsurningsindeks I & II og ASTP – indeks. For detaljer om indeksering av vannkvalitet basert på bunndyr vises til Vanddirektivets klassifiseringsveileder.

### **FISKEUNDERSØKELSER**

Tetthetsestimering ble utført med elektrisk fiskeapparat ved tre gangers overfiske på en stasjon, med et areal på 100 m<sup>2</sup>, på den lakseførende strekningen den 22. oktober 2010, tilsvarende undersøkelse er utført i 2007 (Sægrov og Urdal 2008). Ovenfor det anadrome strekningen ble det elektrofisket på et område nede på den planlagt fraførte strekningen den 29. juni 2011, oppe ved planlagt inntak ble det elektrofisket den 29. juni og den 14. august 2011. Ved begge tidspunktene var det moderat vannføring i elven, vanntemperaturen var hhv. 8 og 14 °C (**tabell 2**). En standardisert metode som gir tetthetsestimat for fisk ble brukt på lakseførende del av elven (Bohlin mfl. 1989). Stasjonen var plassert ca 150 m nedstrøms nederste bro. Det var pent, kaldt vær, lav vannføring og gode forhold for undersøkelsen. Vanntemperaturen var ca 1 °C.

Fisk fanget på den anadrome strekningen ble tatt med og artsbestemt, lengdemålt og veid, og alderen ble bestemt ved analyser av otolitter (øresteiner) og/eller skjell. Kjønn og kjønnsmodning ble bestemt.

Fisk som ble fanget ovenfor den anadrome strekningen ble dels tatt med til laboratoriet for videre analyser, dels lengdemålt og satt tilbake i elven.

Presmolttetthet er et mål på hvor mye fisk som går ut som smolt påfølgende vår. Smoltstørrelse, og dermed også presmolttørrelse, er korrelert til vekst. Ved raskere vekst vil fiskens størrelse som smolt være mindre. Presmolt er definert som: Årsgammel fisk (0+) som er 9 cm eller større, ett år gammel fisk (1+) som er 10 cm og større; to år gammel fisk (2+) som er 11 cm og større; fisk som er tre år og eldre og som er 12 cm og større. Aure som er større enn 16 cm blir regnet som elveaure og blir ikke inkludert. Presmolttetthet blir regnet ut som estimat etter standard metode ved elektrofiske (Bohlin mfl. 1989), og relatert til en generell sammenheng mellom tetthet av presmolt og gjennomsnittlig vannføring for året, eller i perioden mai - juli dersom det finnes vannføringsmålinger fra denne perioden (Sægvog mfl. 2001, Sægvog & Hellen 2004).

I vedleggstabellene er det beregnet tetthet av enkelte årsklasser og totaltettheter. Her er ikke alltid summen av tettheten lik totaltetthet. Grunnen til dette er at tettheten er estimert ved en modell som gir gjennomsnittlig tetthet og feilgrenser for hver enkelt årsklasse. Summen av gjennomsnittene til disse estimatene trenger ikke være lik gjennomsnittlig totalestimat. Dersom konfidensintervallet overstiger 75 % av tetthetsestimatet, regner vi at fangsten utgjør 87,5 % av antallet fisk på det overfisket området.

På den anadrome strekningen ble det talt gytefisk 28. oktober 2011, det var da lav vannføring sikten i vannet var større enn 15 m og vanntemperaturen var 5 °C, tilsvarende undersøkelse er ble også utført 25. oktober 2007 (pers. obs.)

**Tabell 2.** Oversikt over stasjonsnettet for prøvetaking.

Plassering (UTM WGS 84)	Beskrivelse	Parametre
32 V 433912 6800986	Ved inntak	Elfiske, juni og august 2011, bunndyr, vannprøver – oppe
32 V 434940 6798612	Nedre del fraført strekning	Elfiske, juni 2011, bunndyr - nede
32 V 434967 6798141	Øverst på anadrom strekning	Vannprøver - nede
32 V 434870 6797932	På anadrom strekning	Kvantitativt elektrofiske, 22. okt 2010
32 V 434967 6798141 - 32 V 434848 6797817	Anadrom strekning	Gytefisketelling, 28. okt 2011

## BONITERING AV ANADROM DEL

Den anadrome strekningen ble bonitert med henblikk på fysiske forhold med spesiell vekt på vannhastighet, vanndybde, bunnssubstrat og gyteområder 14. august 2011. Basert på skjønsmessige vurderinger av ble vannhastigheten plassert i en av de fem kategoriene:

- 1) Stritt stryk - vannhastighet > 1 m/s, betydelig fallgradient
- 2) Moderat stryk - liten fallgradient, hastighet 0,5 - 1 m/s
- 3) Sakteflytende/rolig - lav vannhastighet 0,2 - 0,5 m/s
- 4) Stillestående - vannhastighet 0 - 0,2 m/s

Vanddypet ble skjønsmessig vurdert og delt i grunnere enn 50 cm, 50-150 cm og dypere enn 150 cm. Større områder som ikke var vanndekt (tørrfallsområder) ble også registrert.

Bunnssubstratet ble delt inn i fem kategorier og ble basert på en modifisert Wentworth skala:

- 1) Finsubstrat - fin grus, sand, silt, leire med partikkelstørrelse < 2 cm
- 2) Grus - Partikkelstørrelse 2-16 cm
- 3) Stein - Partikkelstørrelse 16-35 cm
- 4) Stor stein og blokk - Partikkelstørrelse > 35 cm
- 5) Bart fjell

Større potensielle gyteområder ble markert.



## VURDERING AV VERDIER OG KONSEKVENSER

Denne konsekvensutredningen er basert på en standardisert og systematisk tretrinns prosedyre for å gjøre analyser, konklusjoner og anbefalinger mer objektive, lettere å forstå og lettere å etterprøve, og følger metoden i "Håndbok 140 Konsekvensanalyser" (Statens vegvesen 2006).

### TRINN 1: REGISTRERING OG VURDERING AV VERDI

Her beskrives og vurderes områdets karaktertrekk og verdier innenfor hvert enkelt fagområde så objektivt som mulig. I **tabell 3** er det gitt en oversikt over hvordan verdisettingen for de ulike temaene er utført. 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):

Verdi		
Liten	Middels	Stor
▲ Eksempel		

Tabell 3. Kriterier for verdisetting av de ulike fagtemaene.

Tema	Liten verdi	Middels verdi	Stor verdi
<b>AKVATISK MILJØ</b>			
<b>Verdifulle lokaliteter</b> Kilde: DN-håndbok 15	▪ Andre områder	▪ Ferskvannlokaliteter med verdi B (viktig)	▪ Ferskvannlokaliteter med verdi A (svært viktig)
<b>Fisk og ferskvannsorganismer</b> Kilde: DN-håndbok 15	DN-håndbok 15 ligger til grunn, men i praksis er det nesten utelukkende verdien for fisk som blir vurdert her.		
<b>Rødlistearter</b> Kilde: NVE-veileder 3-2009	▪ Andre leveområder ▪ Leveområder for arter i kategorien NT på den nasjonale rødlisten, men som fremdeles er vanlige	▪ Leveområder for arter i de laveste kategoriene på nasjonal rødliste: Sårbar (VU), nær truet, (NT) og datamangel (DD)	▪ Leveområder for arter i de tre strengeste kategoriene på nasjonal rødliste: Kritisk truet (CR) og sterkt truet (EN) ▪ Områder med forekomst av flere rødlistearter ▪ Arter på Bern liste II og Bonn liste I
<b>VANNKVALITET</b>	▪ Vannkvalitet vurderes etter vanddirektivet og/eller SFT veileder 97:04 og vanddirektivets klassifisering		

### TRINN 2: TILTAKETS VIRKNING

Med virkning menes en vurdering av hvilke endringer tiltaket antas å medføre for de ulike tema, og graden av denne endringen. Her beskrives og vurderes type og virkning av mulige endringer hvis tiltaket gjennomføres. Virkningen blir vurdert langs en skala fra *stor negativ* til *stort positiv virkning* (se eksempel under).

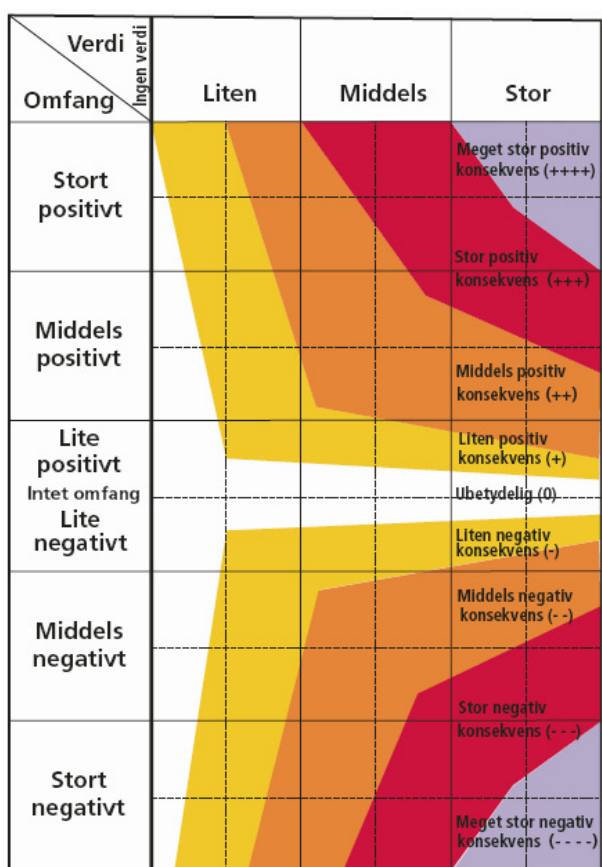
Virkning				
Stor neg.	Middels neg.	Liten / ingen	Middels pos.	Stor pos.
▲ Eksempel				

### TRINN 3: SAMLET KONSEKVENSVURDERING

Her kombineres trinn 1 (områdets verdi) og trinn 2 (tiltakets virkning) for å få frem den samlede konsekvensen av tiltaket. Sammenstillingen skal vises på en nidelt skala fra *svært stor negativ konsekvens* til *svært stor positiv konsekvens*, og finnes ved hjelp av **figur 4**.

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 i forhold til avbøtende tiltak og videre miljøovervåkning.

**Figur 5. "Konsekvensviften".** Konsekvensen for et tema framkommer ved å sammenholde området verdi for det aktuelle tema og tiltakets virkning (omfang). Konsekvensen vises til høyre, på en skala fra meget stor positiv konsekvens (+ + + +) til meget stor negativ konsekvens (- - - -). En linje midt på figuren angir null virkning og ubetydelig konsekvens. Over linja vises positive konsekvenser og under linja negative konsekvenser (etter Statens vegvesen 2006).



## TILTAKS- OG INFLUENSOMRÅDET

*Tiltaksområdet* består av alle områder som blir direkte fysisk påvirket ved gjennomføring av det planlagte tiltaket og tilhørende virksomhet (jfr. § 3 i vannressursloven), mens *influensområdet* også omfatter de tilstøtende områder der tiltaket vil kunne ha direkte og indirekte effekter.

*Tiltaksområdet* er vist i **figur 1** og inkluderer inntaksområdet med planlagt inntaksdam, området for utløp fra kraftverket, massedeponi, tilkomstveier og traseer for kraftlinjer.

*Influensområdet* inkluderer elvestrekningene med redusert vannføring mellom kraftverkets inntak og utløp. Også strekningen nedstrøms kraftverket vil kunne bli påvirket ved brå driftsstans og utfall i kraftstasjonen. Området som blir påvirket av avrenning fra massedeponi.

## OMRÅDEBESKRIVELSE OG VERDIVURDERING

Fardalsvassdraget drenerer til det 7,4 km<sup>2</sup> store Årdalsvatnet, som gjennom Hæreidselva renner ut i Årdalsfjorden ved Årdalstangen. Vassdraget ligger i Årdal kommune i Sogn og Fjordane. Fjellovergangen ”Tindevegen” følger elven fra utløpet i Årdalsvatnet og nesten helt opp til toppen av vassdraget.

### VASSDRAGET

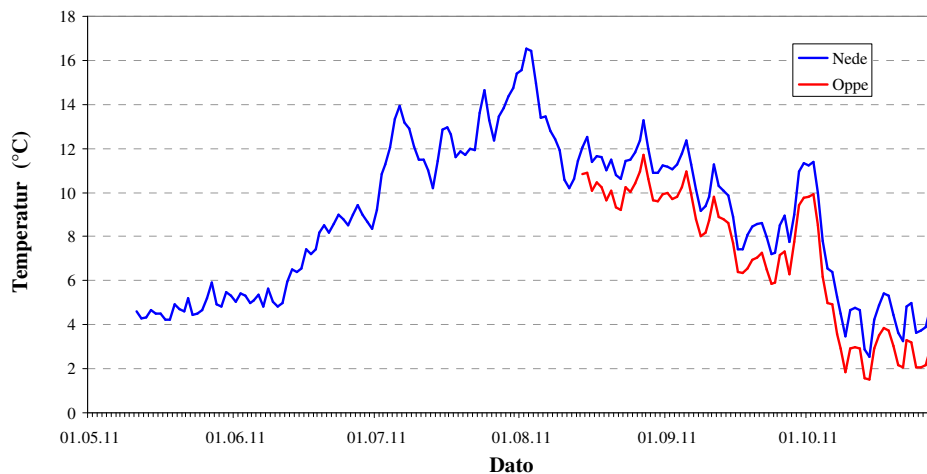
Fardalselvassdraget (074.BZ) er 95 km<sup>2</sup> stort, elvelengden er 22 km (NVE Atlas). De to delfeltene 074.BC og 074.BAB øverst i vassdraget er overført ved kote 1055 i Langdalen og Austabotn. De to feltene føres inn i driftstunnelen til Fortun kraftverk, og det er ikke pålegg om slipp av minstevannføring i forbindelse med denne overføringen. På de 350 nederste meterne er Fardalselva anadrom.

Restfeltet etter overføringene til Fortun strekker seg opp til 1567 moh. ved Kyrvassnosi i nordvest, det er ingen breer i nedbørfeltet. Innsjøandelen er under 1 % og de tre største innsjøene er Svartavatnet, Kyrevatnet og Trollvatni på hhv 0,095, 0,074 og 0,073 km<sup>2</sup>. Samlet tilrenning fra feltet er 80,6 mill. m<sup>3</sup>/ år, som gir en gjennomsnittlig vannføring ved utløpet til Fardalsvatnet på 2,55 m<sup>3</sup>/s (NVE-Atlas).

Store flommer forekommer som oftest perioden mai-juni som følge av snøsmelting. Middelflom i vassdraget er beregnet å være 17,6 m<sup>3</sup>/s ved planlagt inntak til kraftverket (Fjelstad 2012).

### VANNTEMPERATUR

Temperaturen er så langt bare logget fra mai og fram til slutten av oktober 2011, sannsynligvis følger temperaturutviklingen om vinteren det som er normalt for Vestlandselver og ligger ned mot frysepunktet fra november til mars. Deretter er det en gradvis temperaturøkning fram mot den store snøsmeltingen begynner i april, det ser da ut til at temperaturen holder seg relativt stabil rundt 4 °C fram til midten av juni, da snøsmeltingen avtar. Deretter er det en markert temperaturøkning fram til juli. I 2011 svingte deretter temperaturen mellom 10 og 16 °C fram til september. Sommeren 2011 var relativt kjølig og det er sannsynlig at temperaturen enkelte år kan komme opp i over 18 °C i nedre del av vassdraget, kanskje også enda høyre. Fra september faller temperaturen igjen markert (**figur 4**).



**Figur 6.** Temperaturmålinger ved planlagt inntak og på lakseførende strekning i Fardalselva for perioden mai til oktober 2011, vist som døgngjennomsnitt.

I perioden 14. august til slutten av oktober har det i gjennomsnitt vært en temperaturøkning på 1,4 °C fra det øverste målepunktet ved planlagt inntak og ned til anadrom strekning. For alle døgnene har det vært mer enn 1,0 °C oppvarming, og den største oppvarmingen på denne strekningen som ble registrert var 1,9 °C den 27. oktober. Det er sannsynlig at temperaturforskjellene mellom de to stasjonene er mindre om vinteren og i snøsmeltingsperioden da vannføringen er høy. Temperaturendringer gjennom vinteren kan slå begge veier, med enten nedkjøling nedover vassdraget som følge av lave lufttemperaturer, eller oppvarming som følge av tilsig fra varmere grunnvann. Videre logginger vil avdekke dette.

## VANNKVALITET

Næringssaltinnholdet, uttrykt ved konsentrasjoner av fosfor og nitrogen, viser at elven har tilførsler av næringsstoffer på den berørte strekningen i sommerhalvåret. I snøsmeltingsperioden er fosforinnholdet lavt oppe og nede, mens det er moderat både oppe og nede om sommeren. Om høsten ble det målt lave verdier oppe og moderate verdier av fosfor nede. I hht. Vanddirektivets klassifisering av vannkvalitet (Veileder 1:2009), kommer elven i tilstandsklasse ”referanseverdi” ved de laveste målingene av næringsalter, men tilstandsklasse ”god” med hensyn på gjennomsnittsverdiene. Det er da benyttet for målepunkt ”nede”: type lavland, kalkfattig og klar og for målepunkt ”oppe” type skog, kalkfattig og klar. Vannkvaliteten var ”meget god” med hensyn på organiske stoff uttrykt ved TOC og fargetall både oppe og nede (**tabell 4**).

**Tabell 4.** Vannkvalitetsmålinger oppe og nede i Fardalselva. Prøvene er samlet inn i forbindelse med denne undersøkelsen, og analysene er utført ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norsk Miljøanalyse AS i Bergen.

DATO	Lokalitet	Surhet pH	Farge mg Pt/l	P µg P/l	Si mg/l	Alkal. mmol/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	N µg/l
07.06.2011	Oppe	6,59	6	4	0,76	0,03	0,46	0,11	0,29	0,12	0,71	0,38	38
	Nede	6,62	9	5	0,91	0,019	0,49	0,12	0,31	0,13	0,84	0,38	42
15.08.2011	Oppe	6,49	4	11	1,2	0,004	0,95	0,17	0,56	0,18	2,3	0,3	55
	Nede	6,45	6	12	1,41	0,031	0,97	0,2	0,55	0,22	2,3	0,3	46
29.10.2011	Oppe	6,88	9	<2	1,59	0,027	0,95	0,24	0,42	0,12	1,52	0,3	60
	Nede	6,6	9	13	1,75	0,034	1,23	0,19	0,58	0,18	1,72	0,5	90

DATO	Lokalitet	TOC mg C/l	ANC µekv/l	ANC TOC just	Tot. Al µg/l	Reaktiv µg Al/l	Illabil µg Al/l	Labil µg Al/l	E.coli pr. 100 ml
07.06.2011	Oppe	1	19,4	19,6	16,2	43	18	13	
	Nede	1,2	19,9	20,0	15,9	91	24	21	
15.08.2011	Oppe	2	30,0	30,2	23,4	43	11	7	0
	Nede	2,4	34,7	34,9	26,7	55	7	4	1
29.10.2011	Oppe	1,1	44,0	44,2	40,5	36	19	5	
	Nede	1,6	50,4	50,7	45,2	36	18	12	

I forhold til forsurening var vannkvaliteten i vassdraget ved tidspunktet for prøvetaking ”god” og ”meget god” uttrykt ved pH. Med hensyn på alkalitet var tilstandsklassen fra ”mindre god” til ”god”. Kalsiuminnholdet i vannprøvene varierte fra 0,46 til 1,23 mg/l, som er lavt, men normalt for området. Syrenøytraliserende kapasitet var fra 19 til 44 µekv/l ved de tre prøvetakingstidspunktene, det var relativt liten forskjell oppe og nede. ANC-verdiene blir klassifisert som ”moderat” til ”god” for både smolt og parr av laks (Veileder 01:2009). Den høyeste målingen av labil aluminium kommer i klassen ”moderat”, mens de andre verdiene er fra ”god” til ”svært god”.

Registreringer av vannkjemiske data fra oktober 1970, juni 1993 og mai 2007 hadde pH på hhv 6.3, 5.8 og 6.2. I 2007 var ANC 19 og kalsiumkonsentrasjonen 0,7 mg/l (vannmiljø). Resultatene viser at det har vært en økning i pH de siste 20 årene.

## VERDIFULLE LOKALITETER

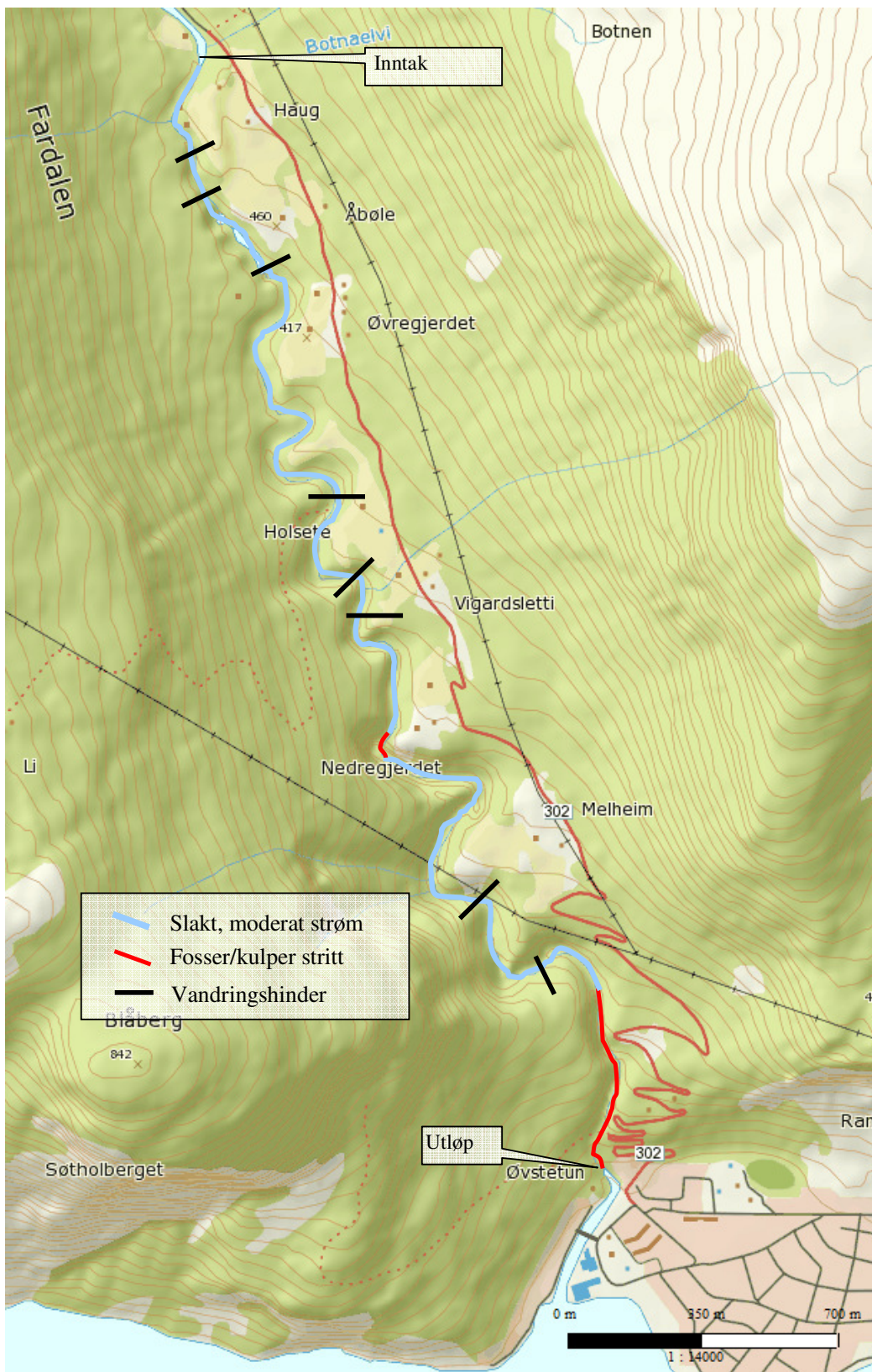
### IKKE-ANADROM STREKNING

Elvestrekningen fra planlagt inntak og ned til vandringshinder for anadrom laksefisk, er ca 4,1 km. Substratet i elven er generelt grovt og det er lite begroing. Hele den berørte elvestrekningen er oppdelt av en rekke vandringshindre og fosser, og det er ikke areal som er tilstrekkelige for å opprettholde egne bestander.

Inntaket er ved kote 480. Herfra og ned til Nedregjerdet ved ca kote 280, totalt 2,3 km renner elven jevnt bratt, med flere mindre vandringshindre. Gjennomsnittlig gradient på denne strekningen er nesten 9 %. Substratet er relativt grovt og dominert av stein og blokk. Elven renner med ujevne mellomrom utfor mindre fosser som danner oppvandringshinder, under disse fallene er det ofte små hølør med noe finere substrat. Ved Nedregjerdet er det en større foss, der elven faller ca 50 meter. Herfra renner elven igjen noe slakere med et gjennomsnittlig fall på ca 9 % de neste 1,4 km. De neste 450 meterne, ned til kote 5, renner elven bratt. Samlet fall på denne strekningen er ca 30 %, og her er det bart fjell som dominerer som substrat (**figur 6**). Strekningen har ingen verdifulle lokaliteter.



*Figur 7. Over: Parti av elven fra like nedstrøms planlagt inntak og nedover den 2. juni 2011 ved relativt høy vannføring. Under: Nedre parti av elven før den renner bratt ned mot anadrom strekning den 14. august 2011 ved lav vannføring. Her ble det også elektrofisket 25. juni.*



**Figur 8.** Kartlegging med inndeling av Fardalselva i ulike habitatsoner. Vandringshinder fra sjø er ved planlagt utløp fra kraftverket.

## LAKSEFØRENDE DEL

Strekningen som er tilgjengelig for anadrom laksefisk i vassdraget (**figur 8 & 9**) er 350 m lang, omtrent 20 m bred i gjennomsnitt og har da et anadromt areal beregnet til 7.500 m<sup>2</sup>, betydelige deler av dette arealet ligger også tørt når vannføringen er lavere enn gjennomsnittlig. Tørrfallsområdene er beregnet til 3.700 m<sup>2</sup>, og produktivt areal er estimert til 3.800 m<sup>2</sup>. Anadrom strekning har et samlet fall på 5 m, som gir en gradient på under 2 %.

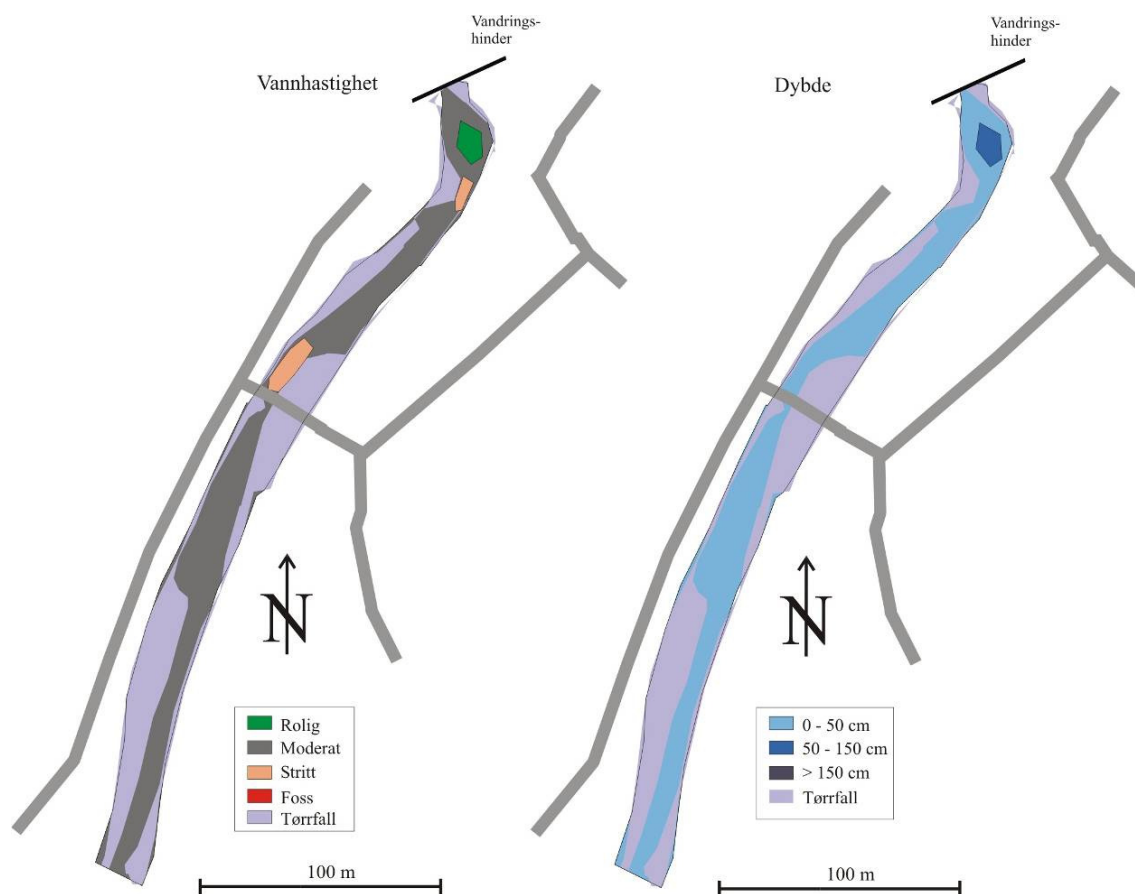


*Figur 9. Øvre (oppe) og nedre (nede) del av lakseførende del av Fardalselva 14. august 2011. relativt store pari har ikke vanddekning når det er under normal vannføring i elven.*

En sammenstilling av produksjonspotensialet i Vestlandsvassdrag har vist at det er god sammenheng mellom vannføring og smoltproduksjon (Sægrov mfl. 2001). Teoretisk vil Fardalselva kunne produsere mellom 20 og 25 smolt pr 100 m<sup>3</sup>, lave temperaturer og lav minstevannføring gjør at det er forventet at aure vil være totalt dominerende. Det betyr at Fardalseelva på anadrom strekning årlig har et maksimalt potensial for å produsere 1 000 smolt.

Vanddypet i elven var ved befaringen den 14. august 2011 stort sett grunnere enn 50 cm. Mindre partier med dypere vann ble registrert i hølén øverst i elven (**figur 9**).

Vannhastigheten var stort sett moderat, men små partier med rolig og stri vannføring ble registrert (**figur 9**). Substratet bestod av stein i ulike størrelser på hele den anadrome strekningen. Selv om stein er den dominerende substrattypen sett fra overflaten, finnes det hele veien lommer med grus mellom steinene, disse danner mange små usammenhengende områder der fisk kan gyte. Det er derfor sannsynlig at fisken gyter relativt spredt i elven, på små områder med egnet gytesubstrat. Det er forbygginger på et lite parti på østsiden av elven helt øverst på den anadrome strekningen, og på en strekning på vestsiden av elven nedstrøms veibroen. Det er kantvegetasjon med løvskog på det meste av østsiden av elven og oppstrøms veibroen på vestsiden av elven på den anadrome strekningen.



**Figur 10.** Boniteringskart for vannhastighet og vanddyb på lakseførende strekning av Fardalselva. Boniteringen ble utført på lav vannføring 14. august 2011. Substratet var ensartet, og besto av stein på hele strekningen.

## FISK OG FERSKVANNSBIOLOGI

### BUNNDYR

Det ble samlet inn en bunndyrprøve oppe og nede på lakseførende strekning i Fardalselva den 26. juni 2011 (**tabell 5**). Innsamlingen av prøvene fulgte veileder for "Klassifisering av miljøtilstand i vann" (Veileder 01:2009). Metodene for indeksering av prøven i forhold til eutrofiering (ASPT) og forsuring (Raddums forsuringindekser) fulgte også metoder beskrevet i denne veilederen. Elven har periodisk stor vannføring og ustabil bunnsstrukt, dette gir ofte lav bunndyrproduksjon, noe også bunndyrprøvene indikerer, med svært få arter og lave tettheter av dyr. Prøven samlet inn oppe hadde for få arter til å tilfredsstille kravene for klassifisering av forsuringindeks.



Den forsuringfølsomme døgnfluearten *Baëtis rhodani* var godt representert i prøvene. Forekomsten av *Baëtis rhodani* gir forsuringindeks I = 1. I prøven oppe ble det ikke påvist forsuringstolerante steinfluer, og forsuringindeks II kunne ikke beregnes. Nede ble den beregnet til 13. Denne enkeltmålingen gir lokaliteten økologisk tilstandsklassen ”svært god” med hensyn på forsuring. Med hensyn på organisk belastning fikk prøvene ASTP-verdi lik 2,3 oppe og 4,5 nede, som tilsvarer den økologiske tilstandsklassen ”svært dårlig” og ”dårlig”, det er imidlertid grunn til å være forsiktig med bruken av denne indeksen, siden prøven er tatt på sommeren og i en svært næringsfattig elv, og for slike system er denne indeksen dårlig tilpasset.

**Tabell 5.** Oversikt over grupper/arter og antal individ i bunndyrprøvene samlet inn i øverste del av lakseførende strekning i Fardalselva den 25. juni 2011. Sortering og artsbestemming er utført av Pelagia Miljökonsult AB, Umeå, Sverige v/Mats Uppmann.

Art/Gruppe	Forsuringindeks	Oppe	Nede
Vannmidd (Hydracarian)			1
<b>Fåbørstemark</b>			
Oligochaeta		10	
<b>Døgnfluer</b>			
<i>Baëtis rhodani</i>	1	17	25
<b>Steinfluer</b>			
<i>Nemoura flexuosa</i>	-		5
<i>Protonemura meyeri</i>	0		2
<b>Tovinger</b>			
<i>Dicranota</i> sp.		5	
Simuliidae			6
Chironomidae		228	144
Empididae		5	12
<b>Totalt</b>		<b>265</b>	<b>195</b>
Forsuringindeks I		1	1
Forsuringindeks II		-	13
ASTP indeks		2,33	4,5

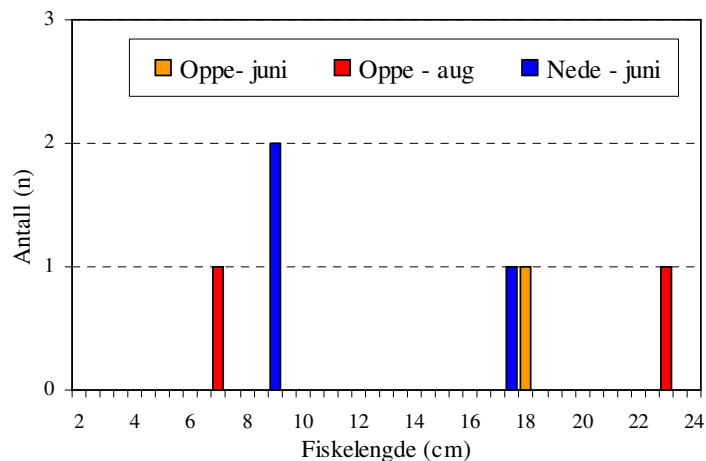
I bunnprøver fra anadrom del av Fardalselva i april, mai og august 2007 ble det ved alle anledninger påvist *Baëtis rhodani*, som gir forsuringindeks I lik 1 (Vannmiljø).

## FISK OVENFOR ANADROM STREKNING

To områder i Fardalselva ovenfor vandringshinderet for anadrom fisk ble undersøkt ved elektrofiske 25. juni 2011, det var da normal vannføring, det øverste området ble undersøkt igjen den 14. august 2011 ved lav vannføring.

Det nederste området ligger ca 500 meter ovenfor anadrom strekning, mens det øverste området ligger i området ved inntaket. I juni 2011 ble et område på 40 m<sup>2</sup> elektrofisket nede i elven, elven var relativt stri og det var noe vanskelige forhold for elektrofiske, substratet i området besto av relativt stor stein. Substratet var lite begrodd og vanddypet var 10 til 80 cm langs kanten der det ble elektrofisket. Det ble fanget tre aure på dette området, disse var hhv. 91, 94 og 175 mm lange. Det ble ikke observert flere aure enn de som ble fanget.

I området ved inntaket ble to områder på til sammen 150 m<sup>2</sup> elektrofisket i juni 2011, det var normalvannføring og noe stri elv som gjorde forholdene for elektrofisk noe vanskelig. Substratet i området er dominert av stein, men små lommer med grus finnes innimellom. Området som ble fisket var langs elvebredden, delvis bak steiner som stakk ut i elveløpet der vannføringen var relativt rolig. Det ble totalt fanget en aure på 182 mm. I samme område ble det elektrofisket igjen den 14. august under lav vannføring. Totalt ble 100 m<sup>2</sup> elektrofisket og det ble fanget 2 aure på hhv 74 og 232 mm, i tillegg ble det observert tre aure på ca 10 cm lengde.



**Figur 11.** Lengdefordeling på aure fanget ved elektrofiske ovenfor den anadrome strekningen i Fardalselva 25. juni og 14. august 2011.

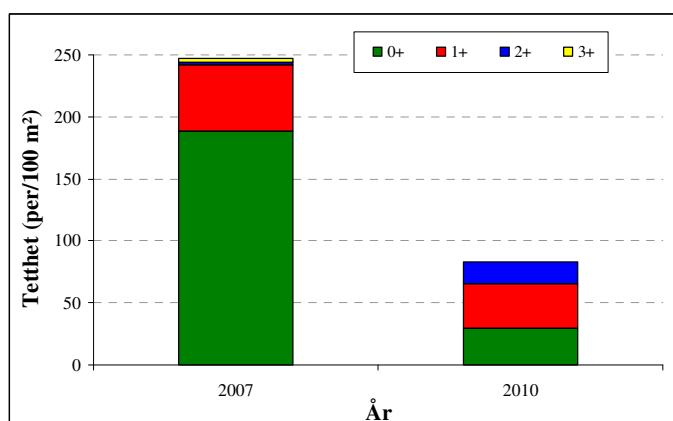
## FISK PÅ ANADROM STREKNING

Fardalselva har en lakseførende strekning på ca 350 m og et produktivt anadromt areal på ca 3.800 m<sup>2</sup>. Den ble elektrofisket på en stasjon høsten 2010, samme område ble også elektrofisket i 2007 (Sægrov & Urdal 2008).

### Ungfisktetthet

Det ble samlet inn totalt 57 ungfisk av aure ved ungfiskundersøkelsen 22. oktober 2010. Det ble ikke observert andre fiskearter under elektrofisket. Dette gir en tetthet på 76 aure per 100 m<sup>2</sup>. For årsyngel (0+), ettåringer og toåringer var tetthetene hhv. 29.4, 36.0 og 7.2 (**figur 11**, vedleggstabell C).

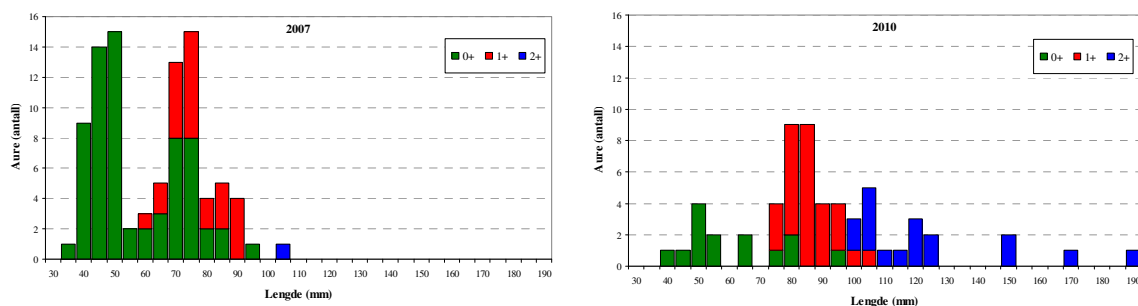
Total tetthet av aure var omtrent som i 2007, men det var en betydelig høyere tetthet av toåringer i 2010, mens tettheten av årsyngel var markert lavere i 2010. I 2007 utgjorde over halvparten av fangsten utsatt aure, spesielt av årsyngel, noe som viser igjen på den totoppede lengdefordelingen av årsyngel i (**figur 12**). Det ble fanget to utsatte aure i Fardalselva i 2010, dette var de to største årsynglene. En markert økning i større aure gav også en betydelig høyere presmolttetthet i 2010 enn i 2007. I 2007 var tettheten av presmolt 2,3 mens den var 14,5 i 2010. Presmolttettheten var dermed 60 - 70 % av forventet i 2010, mens den var bare ca 10 % av forventet tetthet i 2007 (Sægrov & Urdal 2008).



**Figur 12.** Estimert tetthet av ulike aldersgrupper av ungfisk (aure) ved elektrofiske på 1 stasjon i Fardalselva 22. oktober 2010, og 25. oktober 2007 (Sægrov og Urdal 2008).

## Vekst, kjønnsmodning og biomasse hos ungfisk

Det var overlapp i lengder mellom påfølgende årsklasser av aure både i 2007 og 2010 (**figur 12, vedleggstabell A & B**).



**Figur 13.** Lengdefordelingen av aure i 2007 (venstre) og 2010 (høyre).

Gjennomsnittlige lengder til de ulike årsklassene,- årsyngel, ettåringer, toåringer og toåringer av aure var henholdsvis 64, 88 og 119 mm (**figur 12, vedleggstabell A & B**).

## Fangst og gytebestand av laks og sjøaure i Fardalselva

Det ble foretatt gytefisktellinger i Fardalselva både høsten 2007 og 2011. I 2007 ble det observert to sjøaure, en mellom 1 og 2 kg, og en mellom 2 og 4 kg (pers. obs). I 2011 ble det observert 7 sjøaure, fem under 1 kg, en mellom 1 og 2 kg, og en mellom 2 og 4 kg. Dette viser at det går opp sjøaure for å gyte i elven. Tellingene ble utført på lav vannføring, det er sannsynlig at en del fisk som gyter i elven går opp på noe høyere vannføring og bare blir i elven en relativt kort periode før de vandrer ut igjen. Det er derfor sannsynlig at det kan være en del flere sjøaure som gyter i elven enn det som ble observert.

I enkelte år er det tatt ut mellom 5 og 8 sjøaure i Fardalselva til produksjon av settefisk, men dette er ikke gjort de to siste årene. Tidligere ble det fisket noe sjøaure i elven, men ikke de siste årene, det er ikke kjent at det har blitt fanget laks i elven (pers. medd. Vidar Moen).

Elfiskeresultatet fra 2007 indikerer at det enkeltår er satt ut ungfisk fra klekkeriet på den anadrome strekningen i Fardalselva, men det er ikke registrert slike utsetninger hos Årdal Jeger- og fiskeforening de siste 10 årene (pers. medd. Vidar Moen).

## Årdalsvatnet

Årdalsvatnet ble prøvofisket i 2005 og i 2008 (Sægrov mfl 2006, Sægrov & Urdal 2009). Resultatene viser at Årdøla og Fardalselva i nord og Hæreidselva i sør er de viktigste gyteområder for auren i Årdalsvatnet. Det er beregnet at det er en utvandring på ca 10 000 auresmolt årlig fra Årdalsvatnet.

## RØDLISTEDE ARTER

### Ål

Det ble ikke funnet ål i vassdraget ved elektrofisket høsten 2011. Det er heller ikke registrert ål i nabovassdraget ved årlig elektrofiske på 7-8 stasjoner fordelt på den anadrome delen av Årdalsvassdraget (se referanser i Urdal & Sægrov 2011). Medlemmer av Årdal Jeger- og Fiskarlag vi har vært i kontakt med, bekrefter imidlertid at det er observert ål i gresset ved utløpet av Årdøla til Årdalsvatnet, men at det er få observasjoner (Vidar Moen, pers. medd). Vi kan derfor ikke utelukke at ål kan forekomme i

nedre deler av Fardalselva opp til vandringshinderet for laks. Ved høy vannføring er elva stri og miljøet i denne elva er trolig ikke attraktivt for ål. Vår- og sommertemperaturene i er relativt lave, noe som vanskeliggjør forholdene for oppvandring av ålefaringer. Det virker derfor svært lite sannsynlig at det er ål i elven på den strekningen som får redusert vannføring.

### Elvemusling

Kunnskapen om utbredelsen av elvemusling i Sogn & Fjordane er god (Kålås 2012). Historisk informasjon som ligger samlet hos Fylkesmannen i Sogn & Fjordane viser at det er forekomster av elvemusling noen steder i Sunnfjord og Nordfjord, men ingen i Sogn. I mange elver i Sogn & Fjordane, også i Årdalsvassdraget, er det utført grundige undersøkelser, f.eks. ungfisktellinger, gytefisktellinger og bunndyrunderøkelser. Det er under disse undersøkelsene aldri blitt påvist elvemusling i Sogn.

Elvemuslingen er et stort skjell, som blir opp til ca 14 cm langt, og i bestander av arten ved normale tettheter er det vanskelig å unngå å oppdage arten når en arbeider i elven. Ved en undersøkelse i 2007 ble 28 vassdrag i Sogn & Fjordane undersøkt for forekomst av elvemusling (Kålås & Overvoll 2007). Dette var vassdrag i Sunnfjord og Nordfjord som var plukket ut av Fylkesmannens miljøvernavdeling, siden de var spesielt aktuelle ut fra morfologi, berggrunn og geografisk plassering som gjorde det sannsynlig at her kunne være bestander av elvemusling. I fire av fem lokaliteter der forekomster av elvemusling var kjent fra historisk informasjon ble det påvist elvemusling. Ingen andre eller nye steder ble elvemuslingen påvist.

Hele den anadrome delen av Fardalselva er synfart ved snorkling i 2007 og 2011, og det er ikke registrert elvemusling. Denne informasjonen er entydig og tilsier at elvemusling ikke er en art som forekommer i Sogn.

Bunndyrene som ble funnet er vanlig forekommende arter, og ingen er på rødlisten.

## VERDIVURDERING FISK OG FERSKVANNSBIOLOGI

Den anadrome delen av Fardalselva har gyteområder for sjøaure, som er ”viktig” fiskeart. Dermed blir denne delen av elven vurdert som ”verdifulle lokalitet”. Strekningen ovenfor anadromt hinder har ingen verdifulle lokaliteter.

Det er ikke registrert noen rødlistearter knyttet til ferskvann i influensområdet. Samlet vurdering av verdier er vist i **tabell 6**.

**Tabell 6.** Oppsummert verdivurdering av fagtema ”fisk og ferskvannsbiologi” for Fardalselva.

Tema / område		Verdi		
		Liten	Middels	Stor
<b>Verdifulle lokaliteter</b>				
Ikke-anadrom del	Gyteområder for resident aure, etablert ved utsettinger	▲		
Anadrom del	Gyteområde for av sjøaure		▲	
<b>Fisk og ferskvannsorganismer</b>				
Ikke-anadrom del	Innlandsaure	▲		
Anadrom del	Gyting og oppvekst av sjøaureunger		▲	
<b>Rødlistearter</b>				
Ikke-anadrom strekning	Ingen rødlistearter	▲		
Anadrom del	Ål kan forekomme sporadisk		▲	

## EUS VANNRAMMEDIREKTIV

EUs vannrammedirektiv gjelder fra 22. desember 2000, og gir et rammeverk for forvaltninga av alle vannforekomster. Direktivet har som et overordnet mål at alle vannforekomster skal ha minst "God Økologisk Status" (GØS) innen år 2015. Norge har fått utsetting, og for de vannforekomstene der en ikke har minst "god økologisk status", skal det utarbeides tiltaksplanar innen 2015 med gjennomføring av tiltak for å nå målet innen år 2021. Ved vurderingene av status, skal den økologiske status vurderes samlet fra både fysisk tilstand, kjemisk tilstand (vannkvalitet) og biologisk tilstand.

Det er en tilsvarende femdelte skala som tidligere ble benyttet for vannkvalitetsmål, som nå skal benyttes ved fastsetting av økologisk status. Men nå er det også tatt hensyn til naturtilstanden, slik at det ikke er noe direkte sammenheng mellom SFT sin tilstandsklassifisering og EU-direktivet sin statusklassifisering. Vurderingene av økologisk status følger denne skala:

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Høy status</b>	<b>God status</b>	<b>Moderat status</b>	<b>Dårlig status</b>	<b>Svært dårlig status</b>

1="Høy status" betyr at vannforekomsten har en økologisk status tilsvarende eller svært nær opp til naturtilstand, mens 2="god status" kan avvike noe fra naturtilstanden.

For de vannforekomstene der det er eller blir planlagt tekniske tiltak som i betydelig grad har eller vil endre enten hydrologi og/eller morfologi, slik at det er risiko for at økosystemene blir så endret at de ikke vil kunne oppnå "god økologisk status", er det innført en egen kategori "sterkt modifiserte vannforekomster" (SMVF). De skal ikke måles mot "god økologisk status", men skal ha "godt økologisk potensiale", som tilsvarer "god økologisk status" i et tilsvarende nærliggende naturlige system. Vassdragsreguleringer utgjør et slikt inngrep, og vassdrag med omfattende reguleringer av vannføring kan bli vurdert som SMVF.

Store deler av nedbørfeltet til Fardalen er allerede overført til kraftverket i Fortun, og det er ikke pålegg om slipp av minstevannføring i forbindelse med denne vannføringen, sannsynligvis fordi det er så stort restfelt nedstrøms fraføringene. Vannforekomsten Fardalselva er under vurdering som kandidat for SMVF (Vannett, 19.01.2012).

Fardalselva vil i forhold til EUs Vannrammedirektiv bli typifisert til to ulike typer siden den renner gjennom to ulike klimasoner: "Lavland" opp til ca 200 moh. og "skog" opp til skoggrensen. Ellers tilhører den følgende type:

- Økoregion: "Vestlandet"
- Størrelse: "middels" (10-1000 km<sup>2</sup>),
- Type: "rasktrenoende elv"
- Kalkinnhold: "svært kalkfattig" (< 1 mg Ca/l),
- Humusinnhold: "klar" (fargetall < 30 mg Pt/l)
- Turbiditet: "klar" (turbiditet < 10 mg/l)

Tilstandsvurdering gjøres ut fra et sett med økologiske kriterier, som oppsummeres som følger basert på foretatte målinger:

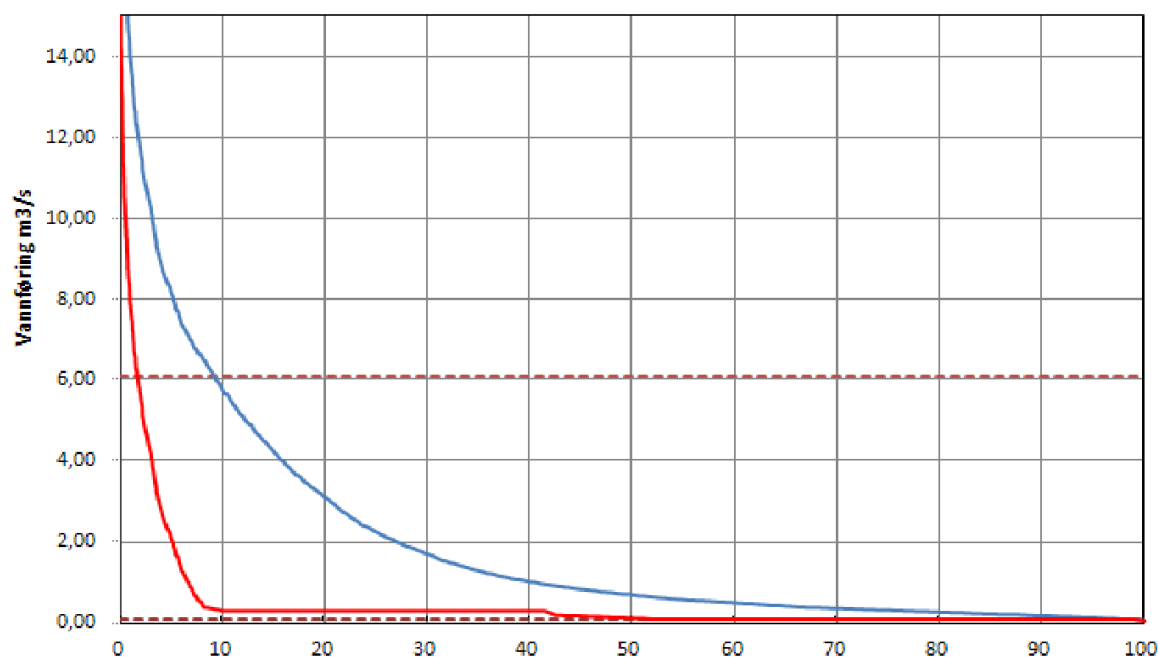
- Vannføring redusert ved overføring til Fortun, vurderes som kandidat for SMVF
- Vannkvalitet: mottar næringstilførsler, men innenfor tilstandsklasse II = "god"
- Forsuring ikke noe problem, Raddum inedks I = 1
- Bunndyr: få arter og "dårlige" ASTP indekser, som sannsynligvis er lite egnet i Fardalselva
- Sjøaure med betydelig redusert tetthet av ungfisk

Samlet vurdering av økologisk status tilsier da at Fardalselva ligger på grensen mellom "god" og "moderat" i 2011.

## VIRKNING OG KONSEKVENSVURDERINGER

Fardalen kraftverk er planlagt som et elvekraftverk med en liten inntaksdam, ved kote 480, og det vil dannes et basseng på ca 15 dekar. Fra inntaket føres vannet i tunnel til kote 8, der det slippes ut øverst på lakseførende strekning. På den 4,1 km lange elvestrekningen mellom inntak og avløp vil det bli en reduksjon i vannføringen. Gjennomsnittlig vannføring ved inntaket er etter fraføring til Fortun på 2,2 m<sup>3</sup>/s. Opprinnelig 5-persentil for sommer og vinter før overføring til Fortun var hhv. 720 og 240 l/s (NVE), men etter overføring er 5-persentilen på hhv. 360 og 120 l/s (Fjelstad 2012).

Foreslått slipp av minstevannføringen forbi inntaket er satt til 300 l/s i sommerhalvåret og 100 l/s, på nivå med dagens 5-persentil (Fjelstad 2012). Minsteslippet vil utgjøre 9,2 % av dagen middelvannføring. I tillegg til minsteslipp vil det være et flomoverløp forbi inntaket på 15,2 %, og naturlig lave vannføringer vil gå forbi inntaket når kraftverket står fordi vannføringen er under minste slukevne, noe som vil utgjøre 0,3 %. Samlet vil vannføringen like nedenfor inntaket da være 24,7 % av dagens middelvannføring, eller ca 13 % av det som naturlig rant i elven (se varighetskurve i **figur 13**). Restfeltet nedenfor inntaket er på 8,6 km<sup>2</sup>, det har noe mindre nedbør enn det regulerte feltet, og gjennomsnittlig vannføring fra restfeltet er beregnet til 0,3 m<sup>3</sup>/s nedenfor utløpet.



**Figur 14.** Varighetskurve i Fardalselva like nedenfor inntak. Blå linje markerer dagens situasjon basert på stasjon 074.18 Fornabu, mens rød linje viser vannføring ved en eventuell utbygging (figur fra Kai Fjelstad, Hydrateam).

Perioder med de laveste vannføringene inntreffer normalt vinterstid, og kraftverket vil stå når vannføringen er lavere enn 0,2 m<sup>3</sup>/s, som er summen av minste slukevne (0,1 m<sup>3</sup>/s) og minstevannføring (0,1 m<sup>3</sup>/s), i 144 dager i et tørt år vil, 93 dager i et middels år og ingen dager i et vått år. Tilsvarende vil kraftverket kunne gå for fullt og samtidig ha overløp over inntaksdammen i 10 dager i et tørt år, 35 dager i et middels år og 49 dager i et vått år (Fjelstad 2012).

Det er planlagt massedeponi direkte i Årdalsvatnet mellom utløpet av Fardalselva og Utløpet av Utle. Anleggsområder med nærhet og mulig avrenning til vassdraget vil bli plassert omtrent ved kote 60, like ovenfor bebyggelsen øst for Fardalselva.

# VIRKNINGER AV EN UTBYGGING

## 0-ALTERNATIV, INGEN UTBYGGING

Som ”kontroll” for konsekvensvurderingen for de ulike reguleringsalternativene, er det her presentert en sannsynlig utvikling for de ulike berørte vassdragsdeler dersom de forblir uregulerte.

### Vanntemperatur og snøforhold

Klimaendringer er gjenstand for diskusjon og vurderinger i mange sammenhenger, og eventuell økende ”global oppvarming” vil kunne føre til mildere vintre og heving av snøgrensen også på Vestlandet. Det diskuteres også om snømengdene vil øke i høyfjellet ved at det kan bli større nedbørmengder vinterstid.

Resultater basert på den globale klimamodellen ECHAM4/OPYC3, den regionale klimamodellen HIRHAM, IPCC SRES scenario B2 for økning i drivhusgasser i atmosfæren og den hydrologiske modellen HBV, tilsier at nedbørmengden vil øke med 5 til 20 % i restfeltet og med opp til over 100 % i det allerede regulerte feltet øverst. Det vil også kunne bli vesentlig høyere gjennomsnittstemperaturer, med mellom 3 og 3,5 graders økning i årsmiddelet. Mildere vintre vil føre til en betydelig høyre avrenning om vinteren, mens avrenningen vil bli redusert vår og sommer (**tabell 7**). Perioden med snødekke vil bli kunne bli redusert med 1,5 til 2 måneder i feltet.

**Tabell 7.** Endring i avrenning, temperatur og snøvarighet for ulike perioder og for året, fordelt på regulert nedbørfelt og restfeltet for perioden 2071 til 2100 (kilde: [www.Senorge.no](http://www.Senorge.no)).

Periode	Endring i avrenning (%)	Temperatur (°C)	Snøvarighet (dager)
Vinter	Økning 50 til 100 % nede og mer enn 100 % oppe		
Vår	Reduksjon 5 til 50 % nede. Økning 50 til 100 % oppe		
Sommer	Reduksjon 20 til 75 % nede og stor variasjon		
Høst	Økning 20 til 50 % nede og 50 til 100 % oppe		
År	Økning på 5 til 20 % nede og mellom 5 og 50 % oppe	3,0 til 3,5 økning	Red. på 40 til 65 dager

Et varmere klima vil kunne påvirke fysiske forhold i vassdrag ved at vanntemperaturen kan bli høyere, og dette vil påvirke organismer i vannet. Generelt vil produksjon og biomasse på lavere trofiske nivåer øke, også ved en forlenget vekstsesong. Dette vil i sin tur påvirke organismer på høyere trofiske nivå. Indirekte effekter via endringer på land kan være mange. Økt temperatur og nedbør kan gi økning av løst organisk materiale (humus) i avrenningsvann, og dette vil endre lysforhold i innsjøer (Framstad mfl. 2006).

Det er vanskelig å forutsi hvordan eventuelle klimaendringer vil påvirke temperatur i vassdragene. Basert på resultatene fra klimamodellene presentert her er det likevel rimelig å anta lenger sommersesong og noe høyere sommertemperaturer i vassdraget.

### Vannkvalitet

Reduserte utslipp av svovel i Europa har medført at konsentrasjonene av sulfat i nedbør i Norge har avtatt med 63-87 % fra 1980 til 2010. Nitrogenutslippene går også ned, i Sør-Norge har nitrat og ammoniumkonsentrasjon i nedbør blitt redusert med hhv. 23-46 % og 31-45 % i samme tidsperiode (SFT 2008). Følgen av dette er bedret vannkvalitet med mindre surhet (økt pH), bedret syrenøytraliserende kapasitet (ANC), og nedgang i uorganisk (giftig) aluminium. Videre er det observert en bedring i det akvatiske miljøet med gjenhenting av bunndyr- og krepsdyrsamfunn og bedret rekruttering hos fisk. Faunaen i rennende vann viser en klar positiv utvikling, mens endringene i innsjøfaunaen er mindre. Denne utviklingen ventes å fortsette de nærmeste årene, men i avtakende tempo. Størst utvikling ventes imidlertid i en stadig reduksjon i variasjonen i vannkvalitet, ved at risiko for særlig sure perioder med surstøt fra sjøsaltepisoder vil avta i årene som kommer.

### **Fisk og ferskvannsbiologi**

Redusert snømengde og lengde på snøsesongen og generelt økende temperaturer, vil føre til at forholdene for fisk endrer seg noe. Endringer i isleggingen av elver og bekker vil også påvirke hvordan dyr på land kan utnytte vassdragene. Bestander av fossekall vil kunne nyte godt av mildere vintrer med lettere tilgang til næringsdyr i vannet dersom isleggingen reduseres. Milde vintrer vil således kunne føre til bedre vinteroverlevelse og større hekkebestand for denne arten.

Artssammensetningen av bunndyr vil endre seg noe mot mer varmekjære arter, en del arter vil få kortere generasjonstid.

## **VIRKNING OG KONSEKVENNS I ANLEGGSPHASE**

I anleggsfasen vil avrenning fra tunneldrift med anleggsområder kunne vaskes ut og føres til vassdraget. Massetippen med rester fra tunneldriften er planlagt plassert langs og ut i Årdalsvatnet. Ved utfylling i Årdalsvatnet kan det påventes en del avrenning av steinstøv og sprengstoffrester. Leir- og siltpartikler tilføres i dag i store mengder fra Utlå og tilførselene i forbindelse med anleggsarbeidet vil utgjøre en liten fraksjon av den samlede massetransporten i sommerhalvåret. I vinterhalvåret fram til juni vil derimot tilførselen fra anleggsarbeidet dominere tilførselene i perioder med lav vannføring. Partikler som er større enn leire vil sedimentere lokalt i Årdalsvatnet, og fraksjonen av leire er lav i tunnelmasser. Det er derfor ikke sannsynlig at anleggsarbeidet vil påvirke ferskvassorganismer i Årdalsvatnet, der fisk også kan søke vekk fra området i den perioden dette står på.

I forbindelse med arbeidet med inntaksdammen vil det bli noe avrenning fra graving, sprengning og støping, og dette må begrenses, selv om det er av kort varighet.

## **VIRKNING OG KONSEKVENNS I DRIFTSFASE**

### **VANNTEMPERATUR**

Fraføring av vann som istedenfor føres i tunnel fra inntaket, gir redusert vannføring på elvestrekningen. I perioder med lav lufttemperatur vil vanntemperaturen i elven kunne falle raskere enn tidligere og det kan ventes hyppigere islegging på fraført strekning vinterstid. Når lufttemperaturen er høyere enn vanntemperaturen vil det kunne være en tilsvarende større oppvarming av elvevannet på den fraførte strekningen. Samtidig vil grunnvannstilførsler utgjøre en større del av vannmassene i elven og vil føre til høyere temperaturer vinterstid og lavere temperaturer sommerstid, sammenlignet med uregulert situasjon. Sannsynligvis vil lufttemperaturen være overstyrende på vanntemperaturen, men en del grunnvannsreserver er det trolig i vassdragene. Det er i dag en betydelig oppvarming av vannet fra planlagt inntak og ned til planlagt avløp om sommeren. Når det meste av vannet ved en regulering vil gå i tunnel, vil vannet ikke bli varmet opp og det er forventet at vanntemperaturen på den anadrome strekningen nedenfor utslippet vil bli mellom 1 og 1,5 °C lavere i sommerhalvåret sammenlignet med en naturlig situasjon.

### **VANNKVALITET**

Vannkvaliteten på de regulerte elvestrekningene kan bli mindre utsatt for variasjon i surhetsnivå, siden de høyestliggende delene av nedbørfeltene ofte har mindre bufferkapasitet og derfor noe surere vannkvaliteter. Det er imidlertid ventet at vannkvaliteten blir lite endret, men i tørre perioder vil den nedre delen av den regulerte strekningen bli noe mer påvirket av grunnvannskvaliteter. Reduserte vårflokker i forbindelse med snøsmeltingen vil sannsynligvis innebære at pH ikke når så lave verdier som i uregulert tilstand på den regulerte strekningen. Nedenfor kraftverksutløpet er det ikke ventet endringer i vannkvaliteten som en følge av reguleringen.



Det er sannsynligvis en del tilførsler fra landbruk og bebyggelse på den planlagt utbygde elvestrekningen, og redusert vannføring gir redusert resipientkapasitet, og noe høyere konsentrasjoner av næringsstoffer. Vassdraget har "god" tilstand i dag, og vil sannsynligvis i perioder få noe redusert vannkvalitet med hensyn på kjemiske kvalitetselementer etter en utbygging.

## **FISK OG FERSKVANNSBIOLOGI**

Redusert vannføring vil påvirke produksjonsvilkårene på elvestrekningene, og særlig vil perioder med lav vannføring kunne innebære en begrensning og reduksjon av bærenivået fordi det totale vanndekte arealet blir redusert. Dette gjelder i hovedsak periodene med slipp av minstevannføring når kraftverket kjører. Ved de aller laveste vannføringene, som vanligvis inntreffer vinterstid, vil kraftverket stå og vannføringen i elven være normal. Det gjelder vannføringene lavere enn 0,2 m<sup>3</sup>/s om vinteren og 0,4 m<sup>3</sup>/s og sommeren, som er summen av minste slukevne (0,1 m<sup>3</sup>/s) og minstevannføring (0,1 og 0,3 m<sup>3</sup>/s).

Elvenes utforming gjør at vanndekningen bare blir noe redusert ved lav vannføring, siden det er mange små kulper på mye av den berørte strekningen. I disse vil det være vanndekning selv ved lav vannføring, og redusert vannføring vil trolig gi noe økt produksjon av bunndyr på vanndekt areal, men noe redusert vanndekning kan gi mindre produksjonsareal (Bremnes mfl. 2010). Siden flaskehalsperiodene er de lave vannføringene, og disse vil være som før, er det ikke ventet å bli merkbare endring for produksjon av i bunndyr i elven. Periodevis relativt store flommer vil forhindre tilgroing i elveløpet.

Undersøkelser i en rekke Vestlandsvassdrag har vist at bærenivået for smoltproduksjon er omvendt korrelert med vannføring (Sægrov mfl. 2001). Sannsynligvis vil en også i stasjonære bestander kunne få en noe økt fiskeproduksjon dersom produksjonsarealet opprettholdes ved en moderat reduksjon i vannføring.

Redusert vanntemperatur på anadrom strekning om sommeren er ikke ventet å ha vesentlig betydning for rekrutteringen av aureyngel, men kan gi marginalt dårligere tilvekst for sjøaureunger. Hvordan eventuell klimaendring med forhøyete temperaturer vil kunne avdempe dette, er vanskelig å vurdere. Redusert vanndekning, men trolig mer optimal strømforhold for fiskeproduksjon er det antatt at det samlet sett vil være en liten endring i produksjonen av fisk i vassdraget. Artssammensetningen og frekvensen av bunndyr og andre ferskvannsorganismer vil trolig bli noe endret. Det er forventet at vassdragene vil ha god økologisk tilstand for biologiske kvalitetselementer etter en eventuell utbygging. Tiltakene vil ikke påvirke rødlistede arter, siden slike ikke er påvist i vassdragene.

Risiko for innfrysing av rogn på vinteren er knyttet til perioder med særlig liten vannføring og streng kulde. I disse periodene vil vannføringen på fraført strekning være som før eventuell utbygging, fordi kraftverket står ved vannføringer under 0,2 m<sup>3</sup>/s. Minstevannføring på 0,1 m<sup>3</sup>/s slippes da i perioder kraftverket kan operere og vannføringen i ved inntaket er større enn 0,2 m<sup>3</sup>/s, som ikke er typiske vannføringer for kuldeperioder midtvinters. Planlagte nivå for slipp av minstevannføring vil derfor ikke medføre økt risiko for innfrysing av rogn.

Etablering av inntaksdam vil skape en vandringsbarriere for fisk i elven, men siden elvestrekningen allerede er sterkt fragmentert og er det ikke ventet noen særlig negativ virkning av ett enkelt nytt vandringshinder.

## **GASSOVERMETNING**

En gassovermetning i utløpsvann kan føre til fiskedød. En gassovermetning forutsetter at det suges inn luft i inntaket. Dersom inntaket er tilstrekkelig neddykket vil en unngå faren for luftinnsug og dermed unngå fare for gassovermetning i utløpsvannet. Slike tekniske løsninger er velkjente og utprøvd, og det forventes derfor ikke at situasjoner med gassovermetning vil oppstå.

## UTFALL/DRIFTSSTANS

I forbindelse med eventuelle utfall i kraftstasjonen ved brå driftsstans, vil vannføringen nedstrøms utløpet kunne endres brått. Dette vil i ekstreme tilfeller kunne endre vannføringen fra 6,2 til 0,3 m<sup>3</sup>/s, og gi en rask tørrelegging av strandsonen i elven som er utsatt for tørrfall nedstrøms avløpet. Det må forventes at de fleste fiskene vil klare å følge etter vannet i forbindelse med slike episoder, men at enkelte fisker kan strande og ikke utelukkes. Hyppigheten av slike episoder er antatt å være relativt sjelden og samlet effekt på produksjonen i elven er forventet å være mindre enn 5 %.

## SAMLET VURDERING AV KONSEKVENNS

En kraftutbygging vil føre til betydelige reduksjoner i vannføring. Redusert vannføring på elvestrekningen i driftsfasen vil kunne få noe betydning for vanntemperaturene, vil redusere resipientkapasiteten litt og dermed kunne få virkning for vannkvalitet, spesielt med hensyn på tilførte næringsstoffer. I hovedsak vil det påvirke vanndekningen i elven, og det ventes at produksjonsarealet vil bli noe redusert, men samtidig vil vannhastigheten og forholdene for fiskeproduksjon bli gunstigere. Artssammensetningen og forekomsten av bunndyr og andre ferskvannsorganismer vil trolig bli noe endret, men sannsynligvis mest grunnet framtidige temperaturøkning fra mulige klimaendringer.

Fardalen kraftverk er vurdert å ha små negative virkninger for fisk og ferskvannøkologi, og med små verdier oppom anadrom strekning, blir det liten negativ konsekvens. På anadrom strekning vil det bli små negative virkninger og liten negativ (-) konsekvens (**tabell 8**), hovedsakelig knyttet til brå driftsutfall i kraftverket. Tiltak som forblippingsventil i kraftstasjonen vil i hovedsak avbøte dette.

*Tabell 8. Oppsummering av verdi, virkning og konsekvens av en utbygging av Fardalen kraftverk*

Tema/Område	Verdi			Virkning				Konsekvens
	Liten	Middels	Stor	Stor neg.	Middels	Liten / ingen	Middels	
<b>Verdifulle lokaliteter</b>								
Ikke-anadrom	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	Ubetydelig (0)
Anadrom strekning	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	Liten negativ (-)
<b>Fisk og ferskvannsorganismer</b>								
Ikke-anadrom	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	Liten negativ (-)
Anadrom strekning	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	Liten negativ (-)
<b>Rødlistearter</b>								
Ikke-anadrom	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	Ubetydelig (0)
Anadrom strekning	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	Ubetydelig (0)

## KONSEKVENNS AV ALTERNATIV UTBYGGING

Alternativ 2 vil ha sitt utslipp et stykke ovenfor vandringshinderet for anadrom strekning nederst i elva, og forskjell i virkninger er da i hovedsak knyttet til forholdene for anadrom fisk, som vil bli minimale ved dette alternativet. For hovedalternativet er det antatt små negative virkninger og liten negativ (-) konsekvens, hovedsakelig knyttet til brå driftsutfall i kraftverket. Men siden tiltak som forblippingsventil i kraftstasjonen vil kunne avbøte dette, blir det egentlig ingen særlig forskjell mellom de to alternativene med hensyn på anadrom strekning.

## AVBØTENDE TILTAK

### MILJØHENSYN OG MILJØTILTAK

Planlagt tunnelutdrivning er like oppstrøms anadrom strekning, det må det etableres avskjærende grøfter for å hindre tilrenning av tilførsler fra anleggsområdet med potensiale for avrenning av olje og drivstoff, og tunneldriving med potensiale for avrenning av sprengsteinstøv og sprengstoffrester til vassdraget i anleggsfasen. Vaskevann fra tunnelarbeider og avrenningsvann fra anleggsområdet generelt må sedimenteres før det går til vassdraget.

### SILTGARDIN VED UTFYLLING I ÅRDALSVATNET

For å sikre at det meste av de tilførte steinstøvparklene som kommer fra en utfylling av sprengstein i Årdalsvatnet i hovedsak sedimenteres lokalt nær utfyllingsområdet og ikke spres unødig, bør det etableres en siltgardin inntil området.

### MINSTEVANNFØRING

Minstevannføring er et tiltak som ofte kan bidra til å redusere de negative konsekvensene av en utbygging. Behovet for minstevannføring vil variere fra sted til sted, og alt etter hvilke temaer/fagområder man vurderer. Vannressurslovens § 10 sier bl.a. følgende om minstevannføring:

*“I konsesjon til uttak, bortledning eller oppdemming skal fastsetting av vilkår om minstevannføring i elver og bekker avgjøres etter en konkret vurdering. Ved avgjørelsen skal det blant annet legges vekt på å sikre a) vannspeil, b) vassdragets betydning for plante- og dyreliv, c) vannkvalitet, d) grunnvannsføremster. Vassdragsmyndigheten kan gi tillatelse til at vilkårene etter første og annet ledd fravikes over en kortere periode for enkelttilfelle uten miljømessige konsekvenser.”*

I forbindelse med denne utbyggingen er det skissert et slipp av minstevannføring fra inntaket på henholdsvis 300 og 100 l/s for sommer og vinterhalvåret. Denne minstevannføringen vil langt på vei sikre fisk og ferskvannsbiologi i elven. For sikker vannføring på anadrom strekning vises til neste avsnitt om dimensjonering av forbislippingsventil.

### DIMENSJONERING AV FORBISLIPPINGSVENTIL

For å hindre brå vannstandsvariasjoner nedenfor kraftverket ved eventuelt utfall i stasjonen, kan det etableres forbislippingsventil i kraftverket, slik at en demper eventuelle brå endringer i vannføring og vannstand like nedstrøms kraftstasjonen når kraftverket får brå driftsstans.

Behov for forbislipp antas å ha en varighet på inntil en time etter utfall / stans i kjøringen, og bør være i størrelsesorden 2 m<sup>3</sup>/s (ca 30 % av driftsvannføringen) den første halve timen og 0,8 m<sup>3</sup>/s (10-15 %) den siste halve timen. Etter dette vil endringen være avdempet og minstevannføringen tilstrekkelig nedover i vassdraget, til det igjen blir overløp ved inntak eller kjøring ved kraftverket. For egg i gytegrøper er en forbislippingsventil av mindre betydning. Dette fordi egg som ligger i elvegrusen kan klare seg relativt lenge uten direkte vanndekning så lenge omgivelsen er fuktig og eggene ikke fryser.

## BEHOV FOR OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER

For fagtema "Ferskvannøkologi" ansees det ikke å være behov for ytterligere undersøkelser for å kunne ta stilling til søknaden om utbygging som beskrevet i denne rapport.

Ved arbeid i og ved vassdrag, samt etablering av massedeponi, bør det etableres et program for overvåking av vannkvaliteten, med fokus på turbiditet og nitrogenforbindelser.

Etter en eventuell utbygging vil det kunne være av interesse å overvåke bakteriologiske og vannkjemiske forhold nedenfor inntak og ovenfor utløp for å vurdere virkningen av redusert resipientkapasitet. De er ikke behov for overvåking av biologiske forhold på den fraførte strekningen mellom inntak og avløp, men overvåking av fisk på anadrom strekning bør skje jevnlig. Sammen med fortsatt overvåking av temperatur vil dette kunne gi svar på om en eventuell regulering vil få konsekvenser på den anadrome fisken.

## REFERANSELISTE

- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Bremnes, T, S. J. Saltveit & J. E. Brittain 2010. I Frilund, G. E.(red) 2010. Etterundersøkelser ved små kraftverk. Sumvirkninger på landskap, Botaniske verdier og småkraft, Bunndyr og småkraft, Kongsesjonsfrie mikro- og minikraftverk. NVE rapport 2-2010.
- Direktoratet for naturforvaltning (DN) 2000. Kartlegging av ferskvannlokaliteter. DN-håndbok 15-2000.
- Framstad, E., Hanssen-Bauer, I., Hofgaard, A., Kvamme, M., Ottesen, P., Toresen, R. Wright, R. Ådlandsvik, B., Løbersli, E. & Dalen, L. 2006. Effekter av klimaendringer på økosystem og biologisk mangfold. DN-utredning 2006-2, ISBN 82-7072-674-5, 62 sider.
- Fjelstad, K. 2012. Hydrologiske beregninger for Fardalen kraftverk, Årdal kommune, Sogn og Fjordane. Rapport utarbeidet av HydraTeam, 15 sider.
- Kålås, S. 2012. Status for bestandar av elvemusling i Sogn & Fjordane 2010. Rådgivende Biologer AS rapport 1493, 36 sider, ISBN 978-82-7658-881-1.
- SFT 1997, Veiledning 97:04 klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.
- SFT 2008. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007. Rapport 1036/2008 Statlig program for forurensningsovervåking. Statens forurensningstilsyn.
- Sægrov, H. & B. A. Hellen 2004. Bestandsutvikling og produksjonspotensiale for laks i Suldalslågen. Sluttrapport for undersøkingar i perioden 1995 – 2004. Suldalslågen – Miljørapport nr. 13, 55 sider.
- Sægrov, H., Urdal, K., Hellen, B.A., Kålås, S. & Saltveit, S.J. 2001. Estimating carrying capacity and presmolt production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and anadromous brown trout (*Salmo trutta*) in West Norwegian rivers. *Nordic Journal of Freshwater Research*. 75: 99-108.
- Sægrov, H., Urdal, K., Hellen, B.A., & Kålås, S. 2006. Fiskeundersøkingar i Årdalsvassdraget i Sogn og Fjordane hausten 2005. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 908, 46 sider.
- Sægrov, H. & K. Urdal 2008. Fiskeundersøkingar i Årdalsvassdraget i Sogn og Fjordane hausten 2007. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 1094, 38 sider.
- Sægrov, H. & K. Urdal 2009. Fiskeundersøkingar i Årdalsvassdraget i Sogn og Fjordane hausten 2008. Rådgivende Biologer AS, rapport 1201, 40 sider.
- Statens vegvesen 2006. Konsekvensanalyser – veiledning. Håndbok 140, 3. utg
- Urdal, K. & H. Sægrov 2011. Fiskeundersøkingar i Årdalsvassdraget i Sogn og Fjordane hausten 2010. Rådgivende Biologer AS, rapport 1454, 38 sider.
- Vannmiljø: <http://vannmiljo.klif.no/>
- Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften.