

RAPPORT

Fiskevandring i nedre del av Skiensvassdraget

Kunnskapsinnhenting og vurdering av tiltak og undersøkelsesprogram i forbindelse med konsesjonssøknad for Skotfoss kraftverk og Eidet-kraftverkene

OPPDAGSGIVER

Skien kraftproduksjon AS

EMNE

Fiskevandring og konsesjonsbehandling

DATO / REVISJON: 5. mars 2018 / 03

DOKUMENTKODE: 10202312-RIM-RAP-002



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Fiskevandring i nedre del av Skiensvassdraget. <i>Kunnskapsinnhenting og vurdering av tiltak og undersøkelserprogram i forbindelse med konsesjonssøknad for Skotfoss kraftverk og Eidet-kraftverkene</i>	DOKUMENTKODE	10202312-RIM-RAP-002
EMNE	Fiskevandring og konsesjonsbehandling	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Skien Kraftproduksjon AS	OPPDRAAGSLEDER	Gaute Thomassen
KONTAKTPERSON	Trond Taugbøl	UTARBEIDET AV	Morten Kraabøl
KOORDINATER	-	ANSVARLIG ENHET	Multiconsult Norge AS
GNR./BNR./SNR.	-		

03	5. mars 2018	Fiskevandring i nedre del av Skiensvassdraget	MKr		
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

SAMMENDRAG

NVE vedtok i 2017 at Skotfoss, Eidet, Eidet I og Eidet II kraftverk i Skien kommune skal kalles inn til konsesjonsbehandling. De tre kraftverkene Eidet, Eidet I og Eidet II utnytter fallet i Møllefossen, som er en del av Skiensfallene. Skotfoss kraftverk berører også Norsjø. Skien Kraftproduksjon AS og Skagerak Kraft AS skal utarbeide konsesjonssøknader for Skotfoss kraftverk og Eidetverkene der løsninger som ivaretar toveis fiskepassasje for fisk er hovedtema.

Oppvandrende fisk (laks, sjøørret, ål, havniøye og muligens sik) fra fjordsystemet og opp gjennom Skienselva vil ankomme Bryggevatnet ved Skien sentrum. Ved Klosterfoss er det bygd ei Denil fisketrapp, og det er kun laks og sjøørret som passerer opp gjennom trappa og inn i Hjellevannet. Ei ny vertikalspaltet fisketrapp er nå under oppføring ved Møllefossen, og vil kunne gi vesentlig bedre oppvandringsforhold enn Deniltrappa i Klosterfoss. Laks og sjøørret som klarer å passere disse fisketrappene vil enten vandre videre opp til Skotfoss, eller søke oppover i sidegrenen Falkumelva og Bliva. Det foreligger indikasjoner på vandrende røye på anadrom strekning, og dette bør avklares nærmere.

Fisk som kommer seg opp forbi Skotfoss antas å være oppvokst i de anadrome tilløpselvene til Norsjø. Det understrekes at iverksetting av tiltak uten forankring i stedsspesifikk kunnskap, eller som ikke evalueres fortløpende, kan medføre unødig forbruk av vann og liten miljøgevinst. Det anbefales derfor at slike tiltak ledsages av kunnskap og evaluering. Det foreligger ingen kjente muligheter for å bedre fiskeoppgangen gjennom Deniltrappa ved Klosterfoss. Etablering av en ålerenne vil forbedre oppvandringen av ål forbi Klosterfoss. Det antas at ingen åleyngel klarer å passere gjennom fisketrappa.

Forsøk med ulik lukemanøvrering ved Skotfoss for å øke attraktiviteten til standplasser og oppholdssteder ved øvre innhopp bør utprøves. Turbinutløpene fra Eidet-verkene fungerer som attraksjonsvannføring for den nye fisketrappa, og det bør gjennomføres forsøk med ulike driftsvannføringer og vannføringsfordeling mellom de ulike kraftverkene.

Overlevelsen langs vandringsrutene for laksefisk og ål må kartlegges med vekt på å identifisere områder med forhøyet dødelighet og årsaken til dette. Overlevelsen i området nedenfor Klosterfoss og ut i havet kan kartlegges etter at to nye vandringsruter er ferdigstilt ved Klosterfoss og funksjonaliteten til disse skal evalueres. Langs vandringsrutene må vandringshastighet beregnes og områder som forsinker vandringen identifiseres, og hvis nødvendig forbedres. Ved passering av kraftverk må den totale dødeligheten beregnes. Modellering av turbindødelighet ved passasje av fisk kan være tilstrekkelig når modellert dødelighet er svært høy, men viktigheten avtar kraftig når den modellerte dødeligheten er lav. En samlet plan for å etablere gode vandringsløsninger forbi alle kraftverk i nedre del av Skiensvassdraget skal utarbeides, i henhold til krav i forbindelse med innkallingene til konsesjonsbehandling.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Forord	7
2	Bakgrunn	8
3	Områdebeskrivelse	9
3.1	Overordnet vassdragsbeskrivelse	9
3.2	Anadrom strekning	10
3.2.1	Bøelva	11
3.2.2	Heddøla	11
3.2.3	Tinnåa	12
3.2.4	Bliva og Falkumselva	12
3.2.5	Estimat på samlet produksjon av laksesmolt i Bøelva, Tinnåa og Bliva	12
3.3	Eidet-kraftverkene	12
3.4	Skotfoss kraftverk	12
4	Kunnskap om fiskevandring i nedre del av Skiensvassdraget	14
4.1	Generelt	14
4.2	Vandrende fiskearter	14
4.3	Oppvandringsmuligheter fra Bryggevanntet til Hjellevannet	15
4.4	Videre oppvandring fra Hjellevannet til Skotfoss kraftverk og Falkumelva/Bliva	16
4.5	Oppvandring gjennom Norsjø og opp i tilløpselvene	17
4.6	Nedvandring til Skotfoss	17
4.7	Nedstrøms passering forbi Skotfoss, Eidet og Klosterfoss	17
4.7.1	Tidsperioder	17
4.7.2	Vandringsveier	18
4.8	Spesifikk lokal kunnskap om laksevandring gjennom de enkelte fisketrappene	18
4.8.1	Klosterfoss	18
4.8.2	Møllefoss	19
4.8.3	Skotfoss	20
5	Tiltak som forbedrer toveis fiskepassasje	23
5.1	Generelt	23
5.2	Klosterfoss	23
5.2.1	Bakgrunn	23
5.2.2	Om tiltakene	23
5.2.3	Forslag til strakstiltak	26
5.3	Eidet-verkene og Møllefossen fisketrapp	27
5.3.1	Oppvandring	27
5.3.2	Nedvandring	31
5.3.3	Forslag til strakstiltak	32
5.4	Skotfoss kraftverk og dam	32
6	Forslag til undersøkelsesprogram	34
6.1	Generelt	34
6.2	Forslag til studiedesign	34
6.2.1	Definisjon av problemstillinger, målsetninger og metodevalg	34
6.2.2	Utarbeidelse av samlet plan for vandringsløsninger	36
7	Referanser	37

1 Forord

Denne rapporten utgjør andre og siste leveranse til et felles forprosjekt mellom Skien Kraftproduksjon AS, Skagerak Kraft AS og Fylkesmannen i Telemark. I prosjektets oppstart ble det enighet om at det ville være hensiktsmessig å slå sammen to forprosjekter utviklet fra begge instanser, som følge av innkallingen til konsesjonsbehandling av Skotfoss kraftverk og Eidet-kraftverkene i Skiensvassdraget. Dette ble gjort fordi prosjektskissene var tematisk overlappende. Det foreligger derfor to oppdragsbeskrivelser med vesentlig overlapp med hensyn til innhold.

Denne rapporten gir en overordnet besvarelse på de enkelte punktene som er satt opp fra kraftselskapene. Norsk institutt for naturforskning (NINA) ved forsker Finn Økland har bidratt med tekst og faglige innspill til rapporten på oppdrag fra Multiconsult. Det er imidlertid valgt å publisere rapporten som en selvstendig leveranse fra Multiconsult, slik at berørte parter kan forholde seg uforpliktende til innholdet og dets videre bruk og relevans i denne revisjonssaken.

Forprosjektet har mottatt økonomisk støtte fra Miljødirektoratet tilsagnsbrev datert 23. mai 2017 – avtalenummer 17010724 – ref. 2017/629, og kraftselskapene ga tilsagn under et felles møte den 5.-6. desember 2017 om likelydende sum som ble bevilget av Miljødirektoratet tidligere i år. Finansieringen er derfor likt fordelt mellom kraftprodusenter og forvaltning.

Dag Natedal i Grenland Sportsfiskere takkes for fyldig informasjon om de enkelte fisketrappene, deling av detaljert lokalbasert kunnskap og utlån av bilder.

2 Bakgrunn

NVE vedtok i 2017 at Skotfoss, Eidet, Eidet I og Eidet II kraftverk i Skien kommune skal kalles inn til konsesjonsbehandling med hjemmel i vannressursloven § 66 (NVE 2017, to vedtak). Løsninger som ivaretar toveis fiskevandring forbi kraftverkene skal være et hovedtema for søknadene. Berørte kraftselskap er bedt om å utarbeide søknad om konsesjon etter vannressursloven § 8, og denne rapporten danner ett av flere kunnskapsgrunnlag for både regulant og forvaltningsmyndighet.

Skienselva er ikke gitt utsatt frist med tanke på måloppnåelse etter vannforskriftens arbeid. Dette betyr at vannforekomstene skal oppnå fastsatte miljømål innen 2021, og det er godkjent tiltak som kan medføre krafttap for vannkraftsektoren jf. brev fra Klima- og miljødepartementet til Vest-Viken vannregion av 04.07.2016. Miljømålet er hovedsakelig knyttet til å sikre vandringsforhold for fisk. Skienselva fra Skotfoss til Klosterfoss (VF 016-769-R) er definert som sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) og i risiko for ikke å oppnå miljømål i 2021. Økologisk potensial er vurdert som dårlig (DØP) og miljømålet er godt økologisk potensial (GØP) 2021, med konkret miljømål om å sikre tilstrekkelig vandringsforhold for fisk. Skienselva fra Klosterfoss til sjøen (VF 016-770-R) er sterkt modifisert og i risiko for ikke å oppnå miljømålet innen 2021. Økologisk potensial i denne vannforekomsten er moderat (MØP) og miljømålet er GØP 2021. Det konkrete miljømålet er å sikre tilstrekkelig vandringsforhold for fisk.

Skiensfallene er delt i flere løp og omfatter flere vannveier som inneholder reguleringsinngrep og styrt vannføring. Det nordligste fallet omfatter Møllefossen, med kraftverkene Eidet, Eidet I og Eidet II som er eid av Skagerak Kraft AS, mens det søndre delen av fallet, Klosterfossen, utnyttes i Klosterfoss kraftverk, som er eid av Skien Kraftproduksjon AS. Dette kraftverket har konsesjon etter både vannressursloven og ervervsloven. Eidet-kraftverkene har ingen konsesjon etter vassdragslovgivningen, men Eidet II har en ervervskonsesjon fra 1975. Det er Skiens Brugseierforening som forestår reguleringen i nedre deler av vassdraget, og fordelingen av vannet mellom de ulike kraftverkene i Skienvassdragene er angitt i brukseierforeningens vedtekter.

3 Områdebeskrivelse

3.1 Overordnet vassdragsbeskrivelse

Skienstvassdraget er det tredje største vassdraget i Sør-Norge med et nedslagsfelt på 10 772 km² som dekker store områder fra Frierfjorden opp til Hardangervidda. Reguleringsgraden er høy i nasjonal målestokk. Årlig gjennomsnittlig vannføring ved Skotfoss er 263 m³/s. Elven munner ut i Frierfjorden. Fiskefaunaen består av laks, ørret (både sjøørret og elvelevende bestander), røye, sik, gjedde, abbor, krøkle, karuss, elveniøye, bekkeniøye, havniøye, ål og trepigget stingsild.

Historisk har vassdraget vært viktig for transport av folk og varer, og senere for utnyttelse av vannkraft til tømmerfløting, møller, sagbruk og for produksjon av elektrisitet. Bygging av sluser har effektivisert transporten langs vannveiene og ført til at båter kan kjøre opp Telemarkskanalen, først til Notodden, men sist på 1800-tallet helt opp til Dalen. Nederst renner elva gjennom tettbygde områder med byer som Skien og Porsgrunn. Ønsket om å forbedre den økologiske statusen i vassdraget, samt å forbedre forholdene for vandrende fiskearter, er derfor viktig for en stor befolkning som bor nær eller har direkte tilgang til vassdraget.

Skienstvassdraget har fire hovedgrener med atskilte nedbørfelt (figur 1). De berørte parter vurderes derfor å være vannkraftregulantene som har pågående virksomhet som har innflytelse på den anadrome strekningen (som er overlappende med utbredelsesområdet til storørret). Det er Tinnvassdraget som drenerer det største nedbørfeltet på 4119 km², og vannet har utløp til Norsjø via Heddalsvatnet. Det ligger til sammen 11 kraftverk i denne grenen, og til sammen produseres ca. 4,7 TWh per år. Regulanten i denne grenen av vassdraget er Øst-Telemark Brukseierforening (ØTB).

Det nest største nedbørfeltet drenerer til Tokke- Vinje vassdraget, og omfatter til sammen et areal på 3640 km². Det ligger til sammen 7 kraftverk i denne grenen, og til sammen produseres ca. 4,5 TWh pr år. I reguleringene inngår 32 magasiner og vannet fra denne grenen faller ut i Norsjø gjennom Ulefoss. Regulanten innenfor dette vassdragsavsnittet er Statkraft Energi AS.

Det nest minste nedbørfeltet er Bø- og Seljordsvassdraget som faller ut i Norsjø gjennom Bøelva. Arealet i denne grenen omfatter om lag 1056 km², og er berørt av Sundsbarm reguleringen (utløp til Vallaråi). Sundsbarm kraftverk produserer i gjennomsnitt ca. 430 GWh pr år. Regulanten er Sundsbarm kraftverk, v/Skagerak Kraft AS.

Hjartdals- og Tuddalsvassdraget er det minste av nedbørfeltene (1000 km²), og vannet drenerer ut i Heddalsvatnet. Reguleringen av denne grenen består av 5 reguleringsmagasin og 3 kraftverk med en samlet produksjon på 540 GWh pr år. Skagerak Kraft AS er regulant. .

Kraftverkene Skotfoss og Klosterfoss eies av Skien kraftproduksjon AS. Hjellevannet reguleres av Skien Brukseierforening. Eidet-kraftverkene eies av Skagerak Kraft AS. Kraftverkene nedstrøms Norsjø har en samlet årlig produksjon på ca. 250 GWh.



Figur 1: Kart over Skiensvassdraget med de enkelte nedbørfeltene. Kilde: Øst-Telemark Brukseierforening.

3.2 Anadrom strekning

Den anadrome strekningen omfatter til sammen opp mot 150 km elvestrekninger av variert karakter. Øvre deler av anadrom strekning fordeler seg på følgende måte i de ulike avgreningene i øvre del av vassdraget: Omnesfossen i Heddøla, Tinfoss kraftverk i Tinnåa, Oterholtfossen i Bøelva, Svartufs i Falkumelva/Bliva og til Ulefoss i Eidselva. Figur 2 viser et oversiktskart over anadrom strekning med de angitte stedsangivelsene.

Heddøla og Tinnåa drenerer ned i Heddalsvatnet, og de utgjør dermed de øvre delene av den anadrome strekningen i vassdraget. Bøelva munner ut i Norsjø, som er ernærings- og oppvekstområde for storørret. Bliva-vassdraget, som drenerer til Skienselva mellom Skotfoss og Klosterfoss nederst i vassdraget, er antatt å gi størst produksjon av ungfish (Hvidsten et al 2010).

Forekomsten av flere målarter med betydelige brukerinteresser (laks, sjøørret og storørret) innen samme vassdrag kan by på problemer. Det er grunn til å tro at de har betydelig overlappende gyte- og oppvekstområder i de ulike elvestrekningene. Interpesifikk

konkurranse mellom laks og ørret, samt intraspesifikk konkurranse mellom sjøørret og storørret (samme art, men ulike bestander) medfører antakeligvis en begrensning på hver av artene/bestandene.

3.2.1 Bøelva

Elva er i enkelte områder bratt og stri, men store deler er flate grunne partier med homogene grus og steinmasser. Elva er rettet i forbindelse med tømmerfløting og det er kanalisert, forbygd, fjernet stor stein og foretatt grusuttak. Det fins laks, ørret, stingsild, elveniøye, gjedde, ål og ørekyt, i tillegg fins krøkle, sik og abbor nederst i vassdraget. Elva har en lakseførende strekning på 18,2 km opp til Oterholtfossen. Ørekyta er introdusert trolig en gang etter 1992, den ble påvist med stor bestand i 2005 (Halari et al. 2005).

Vannføringa har fluktuert gjennom året, med en tydelig vårflo. Gjennomsnittlig vannføring gjennom hele året 2008 var 19,2 m³/s målt ved Hagadrag. Vintervannføringa karakteriseres som god, og det forekommer ikke kritiske lavvannsføringer under 4-5 m³/s.

Det totale vanndekte elvearealet i Bøelva var på 958 645 m². Et stort område nederst i elva mot utløpet i Norsjø er antatt å være lavproduktivt og holdt utafor antatt oppvekstareal for laksunger. Det antatt egne totale arealet i Bøelva ovenfor båthavna er 65 3160 m² (se Hvidsten 2010).

Elfiske i den øvre del av anadrom strekning (like nedstrøms Oterholtfossen i Bø) viste i september 2009 at tettheten av årsyngel av laks varierte mellom 6,1 og 52,7 individer per 100 m², mens tettheten av eldre laksunger varierte mellom 4,1 og 16,6 individer per 100 m². Årsyngel av ørret varierte mellom 7,4 og 25,0 per 100 m², antall eldre ørret enn årsyngel var 2,3 stk og mindre (Hvidsten 2010).

3.2.2 Heddøla

Heddøla starter der Hjartdøla og Skogsåi møtes vest for Åmnes. Den renner gjennom Notodden kommune og munner ut i Heddalsvannet. Heddøla har blitt benyttet til tømmerfløting. Elva renner relativt rolig og bunnen er flatet ut og består av småfallen stein og grusmasser. Det er svært få kulper eller store steiner i vassdraget. Det er bygd forbygninger av masse fra elvebunnen.

Gjennomsnittlig vannføring gjennom hele året 2008 var 26,3 m³/s målt ved Omnesfossen.

Heddøla har laks, ørret, ål, trepigget stingsild, elveniøye, gjedde, abbor, ørekyt og sik. Fra Omnesfossen hvor laksen stopper, og ned til Heddalsvannet er det 17,9 km. Det totale elvearealet i Heddøla ble beregnet til 990 359 m² (se Hvidsten 2010).

Tetthet av vill årsyngel av laks varierte fra 0 til 44,4 per 100 m², mens tettheten av ville og utsatte eldre laksunger varierte fra 1,5 til 14,7 fisk per 100 m². Det var dobbelt så mange settefisk som ville laksunger (hhv 18 og 9 stk) av større laksunger enn årsyngel. Tettheten av ørretysyngel varierte mellom 30,4 og 41,3 per 100 m², mens tettheten av eldre ørretunger varierte fra ingen til 23,9 per 100 m² (Hvidsten 2010).

3.2.3 Tinnåa

Tinnåas kilder ligger i søndre del av Hardangervidda. Vassdraget drenerer gjennom Møsvann, Rjukanfossen og Tinnsjøen, før Tinnåa renner ut i Heddalsvatnet. Tinnåa har en anadrom og storørretførende strekning på om lag 0,5 km opp til Tinnfossen. Tinnfossen hindrer videre oppvandring for laks og ørret. Elva er relativt stri med gode skjulmuligheter for ungfisk av laks og ørret. Tinnåa er kjent for flere storvokste ørreter fra Heddalsvatnet, og den største som er tatt på stang var 12 kg (Jensen 1968).

Under elfiske i 2009 ble det funnet kun to laksunger, noe som viser at det kun er sporadisk gyting av laks i Tinnåa. Tettheten av årsyngel og eldre ørret var henholdsvis 50 og 10 per 100 m² (Hvidsten 2010).

3.2.4 Bliva og Falkumselva

Bliva utgjør den øvre delen av dette vassdraget, og utgjør en elvestrekning på om lag 7,5 km fra Svartufsfoss ovenfor Røyevannet til Fossum. Nedstrøms Fossum heter elva Falkumselva, som er om lag 6 km lang og munner ut i Skiensvassdraget like nedenfor Skotfoss kraftverk i Skien. Det totale nedbørområdet er 211 km² ved innløpet til Skienselva. Elva har bunn som er dominert av stein og sand, med til dels gode skjulmuligheter for ungfisk hos både laks og ørret.

Elfiske i 2009 viste at tettheten av årsyngel varierte mellom i 18,3 og over 100 per 100 m². Av eldre laksunger varierte tettheten mellom 31,8 og 78,6 fisk per 100 m². Av årsyngel av ørret var det en variasjon mellom 1,7 og 13,9 per 100 m². Eldre ørretunger ble det kun fisket en av på alle de 4 stasjonene til sammen (Hvidsten 2010).

3.2.5 Estimat på samlet produksjon av laksesmolt i Bøelva, Tinnåa og Bliva

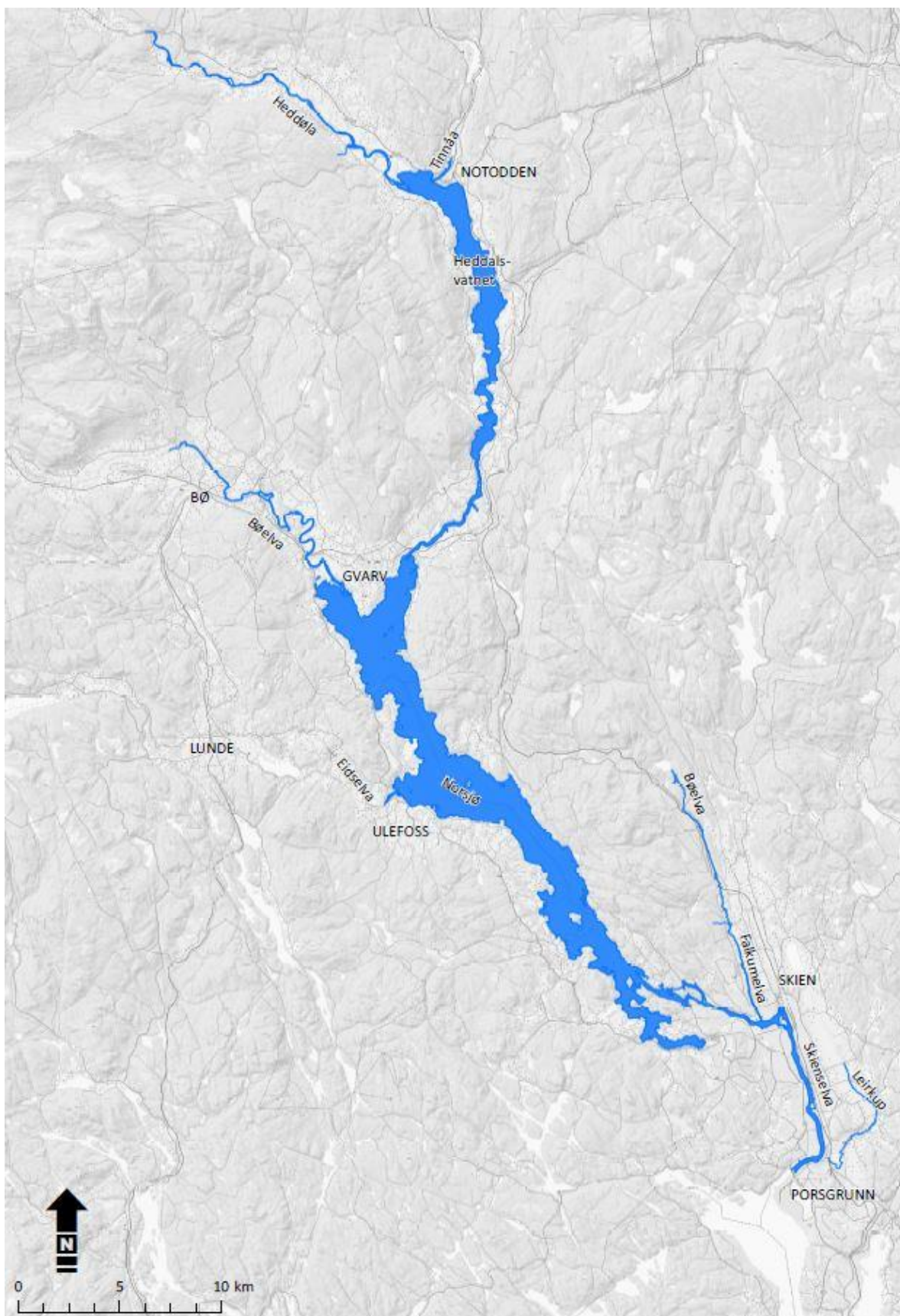
Hvidsten (2010) anslo en samlet smoltproduksjon omkring 81 000 stk laksesmolt fra disse elvestrekningene. I tillegg kommer flere områder som kan ha smoltproduksjon, elva nedenfor Bliva (Falkumelva), Skienselva nedenfor Skotfoss og andre ikke undersøkte områder. Ut i fra disse vurderingene (se nærmere beregningsgrunnlag i Hvidsten 2010), kan den samlede smoltproduksjonen av laks ligge omkring 100 000 stk pr år.

3.3 Eidet-kraftverkene

De tre kraftverkene Eidet, Eidet I og Eidet II utnytter fallet i Møllefossen, som er en del av Skiensfallene. Kraftverkene er lokalisert nært inntil Skien sentrum, og utgjør en del av bybildet. Kraftverkene er plassert i samme stasjonsbygning. De har tidligere hatt ulike eiere, men Skagerak Kraft AS overtar nå som eier av alle tre.

3.4 Skotfoss kraftverk

Skotfoss kraftverk berører også Norsjø (VF 016-6-L). Vannforekomsten er ikke i risiko for ikke å nå miljømålet, da den i dag har god økologisk tilstand (GØT), men det er likevel i Vann-nett oppført at morfologiske endringer påvirker vannforekomsten i stor grad og at det er en laksetrapp i Skotfoss, som fungerer dårlig.



Figur 2: Oversiktskart over anadrom strekning i Skiensvassdraget (utarbeidet av Multiconsult).

4 Kunnskap om fiskevandring i nedre del av Skiensvassdraget

4.1 Generelt

I Skiensvassdraget ligger det kraftverk i to områder nær munningen. Oppvandrende fisk møter den første hindringen ved Klosterfoss der det er flere kraftverk som benytter fallet til kraftproduksjon. I tillegg til Klosterfoss er det tre turbiner i Møllefoss kalt Eidet, Eidet I og Eidet II. Det er bygget to fiskepassasjer for oppvandrende fisk her, en er bygget ved Klosterfoss og en passasje er under konstruksjon ved Møllefoss, nær Eidet II. For nedvandrende fisk er det ikke konstruert noen passasjer, men i tillegg til å vandre gjennom kraftturbinene kan fisken vandre ned flomluker i to områder når disse er senket ved høy vannføring. Vandring opp og ned gjennom slusene er fysisk mulig, men denne vandringsruten er trolig lite viktig og har et begrenset omfang. I forbindelse med oppgraderingen av Klosterfoss kraftverk, skal det bygges to nye fiskerør for utvandrende fisk.

De nederste kraftverkene i Skiensvassdraget påvirker derfor fiskenes vandringsmuligheter i nedre deler av vassdraget. Dette har strategisk stor betydning for å nå miljømålene for Skiensvassdraget. I tillegg er det etablert kunstige vannveier mellom Hjellevannet og Bryggevatnet gjennom sluseanlegg for Telemarkskanalen og flomsluser mellom Skien og Klosterøya. Dette fører til en rekke utfordringer når forholdene skal legges til rette for å reetablere bestander av langtvandrende arter i de delene av vassdraget der de levde tidligere. De senere årene er det også introdusert en ny art som ikke fantes i dette vassdraget tidligere, gjedde. I andre vassdrag er det godt dokumentert at gjedde i betydelig grad spiser laksesmolt. Med en ny rovfisk som gjedde i vassdraget må vi forvente økt dødelighet, spesielt på utvandrende små fisk som ørret og laksesmolt.

Plasseringen av kraftverk i et vassdrag er viktig for hvor stor effekten vil forventes å bli på fiskebestandene i systemet. Elvekraftverk med liten eller begrenset mulighet for magasinering av vann har potensielt størst negativ effekt på vandrende fiskebestander hvis de er lokalisert nær munningsområdet, slik tilfellet er i Skiensvassdraget. Årsaken til dette er at all fisk som er avhengig av åpne vandringsruter mellom oppvekstområder i elva og havet må passere kraftverkene. Stenges vandringsrutene nær munningsområdet vil slike bestander kunne dø ut.

Følgende beskrivelser av fiskevandring er basert på generell fagkunnskap fra tilsvarende problemområder og lokalbasert kunnskap.

4.2 Vandrende fiskearter

Det er registrert fire vandrende fiskearter i Skiensvassdraget nedstrøms Skotfoss; laks, sjørørret, havnøye og ål. Øvrige fiskearter som kan gjennomføre vandring er røye, krøkle, karuss og tre-pigget stingsild.

Ved vanninntaket til industritappingen fra Norsjø ble det i årene 1979 og 1980 funnet 3212 sik og 2448 røye på inntaksristene. Dette indikerer at disse artene foretar vandring i nedre del av Norsjø, og at de muligens har destinasjoner som ligger nedstrøms Skotfoss. Det anbefales at dette avklares nærmere. Det ble ikke funnet krøkle på inntaksristene. Årsaken var antakelig at de er for små til å bli sittende fast i silristene (Borgstrøm & Saltveit 1981).

Det foreligger også opplysninger om sik både i Hjellevannet og Bryggevannet, noe som indikerer at det kan være anadrom sik som benytter de nedre deler av Skiensvassdraget.

Det foreligger pr i dag ingen sikker dokumentasjon på utstrekningen til det naturlige leveområdet til havniøye.

4.3 Oppvandringsmuligheter fra Bryggevannet til Hjellevannet

Oppvandrende fisk (laks, sjøørret, ål, havniøye og muligens sik) fra fjordsystemet og opp gjennom Skienselva vil ankomme Bryggevannet ved Skien sentrum. Dette er et brakkvannsområde med stor tilførsel av ferskvann som flyter oppå et bunnlag med brakk- og til dels salt vann. Ved Klosterøya møter de sitt første veivalg under oppvandringen. Fra Klosterfoss kraftverk strømmer det ferskvann fra både drifts- og forbitapping, og dette er den største tilførselen av ferskvann fra Skiensvassdraget. Fra Bryggevannet strømmer det ferskvann fra Eidet-kraftverkene, og vannføringen derfra er vesentlig mindre enn fra Klosterfoss. Fordelingen mellom kraftverkene er ca. 75% til Klosterfoss og 25% til Eidet-verkene. Det antas derfor at de fleste oppvandrende fiskene søker opp mot undervannet fra Klosterfoss, mens en mindre andel søker opp mot avløpene fra de tre Eidet-verkene.

Ved Klosterfoss er det bygd ei Denil fisketrapp, og det er kun laks og sjøørret som passerer opp gjennom trappa og inn i Hjellevannet. Stigningen er 5 m, og trappa er såpass bratt at det er kjent at laks har problemer med oppstrøms passasje når vanntemperaturen er lavere enn 9 grader (ref. til Dag Natedal m.fl i Grenland Sportsfiskere). Det antas derfor at sjøørreten, som har lavere svømmekapasitet enn laks, har større passasjeproblemer enn laks.

Den andre oppvandringsmuligheten er fisketrappa ved Eidet-verkene. Ei ny vertikalspaltet kulpetrapp er nå under oppføring, og vil kunne gi vesentlig bedre oppvandringsforhold enn Deniltrappa i Klosterfoss. Den vurderes å kunne gi en betydelig bedring i oppvandringsforholdene for sik, niøye og åleyngel.

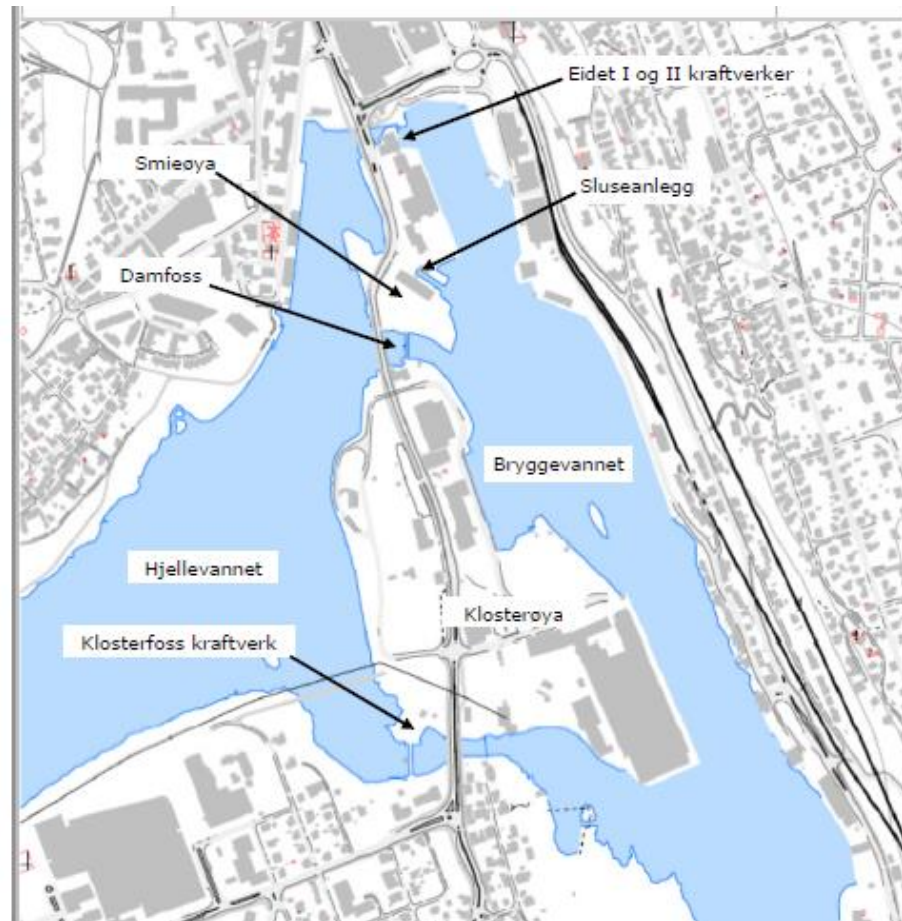
Innhoppet er lokalisert nært inntil vannstrømmen ut fra turbinene, noe som vurderes som en strategisk god plassering for alle målartene. Som følge av den lavere vannføringen som kommer ut fra Eidet-verkene vil det i utgangspunktet være færre fisk av alle målarter som søker seg inn mot denne trappa.

Fisketrappas bunn er i sin helhet steinsatt med rundet elvestein, slik at det dannes et bunnsjikt som har lavere vannhastighet enn hovedstrømmen mellom kulpene. Dette vil gi forbedrede oppvandringsmuligheter for de mindre svømmesterke artene (ålelarver, niøye og sik, samt ungfisk av ørret). Med hensyn til de definerte målartene så vil denne trappa etter all sannsynlighet gi bedre oppvandringsmuligheter.

Fisk som ikke kommer opp forbi Klosterfoss vil etter hvert søke seg inn mot vannstrømmen fra Eidet-verkene og den nye fisketrappa. På denne måten vil fisketrappa ved Møllefossen med stor sannsynlighet avhjelpe oppvandringsproblemene som oppstår ved Klosterfoss, spesielt for de strømsvake artene. Det kan derfor være grunn til å tro at oppvandring av fisk i Mølletrappa vil foregå noe senere på året sammenlignet med Klosterfoss.

Det er også en viss mulighet for at laks, og til dels sjøørret kan vandre opp gjennom Damfoss-lukene ved Smieøya når de ligger helt nede med full åpning. Tilsvarende er det en viss mulighet for oppvandring gjennom sluseanlegget på nordsiden av Smieøya, men det er

grunn til å tro at dette kun vil gjelde for marginale mengder med fisk. Foreløpig er ikke dette undersøkt eller vurdert. Det bemerkes at Damfoss vil bidra til økt mengde attraksjonsvann i perioder hvor de står åpne.



Figur 3: Kart over vannveier som forbinder Bryggevatnet med Hjellevatnet. Kilde: Fylkesmannen i Telemark.

4.4 Videre oppvandring fra Hjellevatnet til Skotfoss kraftverk og Falkumelva/Bliva

Laks og sjørret som klarer å passere disse fisketrappene vil enten vandre videre opp til Skotfoss, eller søke oppover i sidegrenen Falkumelva/Bliva. Fisk som kommer seg opp forbi Skotfoss antas å være oppvokst i de anadrome tilløpselvene til Norsjø. Fisk som søker Falkumelva/Bliva er enten hjemmehørende i sideelva, eller er fisk som ikke finner fisketrappa ved Skotfoss og søker alternative gyteområder. Det er ikke mulig å angi antall gytefisk som søker opp i dette vassdraget, men det antas å være noen hundre individer, hvorav majoriteten er laks.

Fisketrappa ved Skotfoss er ei tradisjonell kulpetrapp med en lav fallgradient i nedre deler og noe brattere i øvre deler. I denne trappa antas det at problemet med funksjonaliteten er relatert til innhoppenes plassering. Nytt nedre innhopp ble ferdigstilt nylig, men har fortsatt en antatt lav funksjonalitet. Årsaken antas å være at oppvandrende laks og sjørret med destinasjon oppstrøms Skotfoss vil søke seg helt opp mot damfoten av Skotfoss og oppholde seg nært dammen mens de søker etter oppvandringmuligheter. Det øvre innhoppet til

trappa er plassert nært inntil dammen, og nylige forsøk med optimalisering av flomlukene ga tilsynelatende gode resultater. Dette innhoppet er pr i dag den viktigste oppvandringsruten for laks og sjøørret forbi Skotfoss.

4.5 Oppvandring gjennom Norsjø og opp i tilløpselvene

Etter passasje av Skotfoss vil den gytemodne laksen og sjøørreten vandre gjennom innsjøen og opp i tilløpselvene Eidselva, Bøelva, Heddøla og Tinnelva. Det antas at denne vandringen er uproblematisk for laks, men at enkelte sjøørreter risikerer predasjon fra gjedde.

Oppvandrende ål søker også opp i tilløpselvene, men ål kan også fordele seg i Norsjø. Hvorvidt det går havniøye og anadrom sik til Norsjø er foreløpig usikkert, men det vurderes som lite sannsynlig. Kunnskapsnivået om disse artene er foreløpig begrenset.

4.6 Nedvandring til Skotfoss

Gjeddebestanden i Norsjø vurderes å være såpass stor at den utgjør et problem for lakse- og sjøørremsmolt. Ettersom gjedda er innført i denne delen av vassdraget, kan det antas at smoltutvandringen ikke er optimalt tilpasset dette faremomentet. For utgytt voksen fisk antas predasjon å være et ubetydelig problem. Det foreligger for lite kunnskap om gjeddebestanden i Norsjø, og dette bør derfor utredes nærmere.

4.7 Nedstrøms passering forbi Skotfoss, Eidet og Klosterfoss

4.7.1 Tidsperioder

Disse kraftverkene ligger såpass nært hverandre at tidsperioden for nedvandrende fisk er noenlunde like. En viss forsinkelse mellom Skotfoss og Klosterfoss er naturlig, men denne er anslagsvis 1-2 døgn.

Det antas at den mest intensive nedvandringsperioden for laksesmolt kan tidfestes til vårflommens tidlige og midtre fase i april-mai, og da er fordelingen mellom driftsvann i turbinene og spillvann over flomlukene enten likt fordelt, eller det slippes mer spillvann enn driftsvann.

Tidspunktet for smoltutvandring i Skiensvassdraget er ikke godt undersøkt. Det er derfor grunn til å foreta en mer generell vurdering med bakgrunn i erfaringer fra andre studier av smoltutvandringen i norske elver. I naboelva Numedalslågen ble det gjennomført et tre-årig studie som viste at utvandringen av laksesmolt startet i gjennomsnitt den 23. april og varte frem til 13. mai (Uglen et al, 2005, Skåre et al 2006). Median utvandringstid, dvs. når halvparten av laksesmolten hadde vandret ut i Numedalslågen varierte mellom 1. til 12. mai. Dersom det legges til grunn at utvandrigsperioden varer i en måned, vil dette bety at nedvandringene, og dermed også passeringen av kraftverkene, skjer innenfor perioden 15. april til 27. mai i de fleste årene.

Det er imidlertid slik at smolten skal vandre ut gjennom innsjøene Heddalsvatnet og Norsjø. Dette kan medvirke til en forsinkelse av utvandringen, men dette er ikke undersøkt (se vurderinger i Skåre et al. 2006). Videre er det grunn til å påpeke at smoltutvandringen i stor grad følger vårens forløp, ettersom både vanntemperatur og vannføring er utløsende faktorer for vandring (Forseth et al 2003).

En mindre undersøkelse av smoltutvandringen i 2009 viste at nedvandringen foregikk innenfor perioden 18/5 – 8/6, og at det ble observert smolt foran den ene varegrinda ved Skotfoss så sent som 30. juni. Det bemerkes at denne turbinen hadde vært avslått en periode i forkant av denne observasjonen (Hvidsten 2010). Det ble også foreslått tiltak på å lede smolt forbi turbininntaket ved Skotfoss (Hvidsten 2011)

Det bemerkes at smoltutvandringen for sjøørret antas å foregå innenfor samme tidsperiode som for laksesmolt. Det er også grunn til å anta at den utløses og styres etter de samme miljøfaktorene. Det er imidlertid grunn til å anta at nedvandningsperioden foregår over en lengre periode ut over sommeren (se vurderinger i Skåre et al 2006).

4.7.2 Vandringsveier

En foreløpig vurdering basert på generell kunnskap om smoltens valg av nedvandningsrute tilsier at fordelingen av smolt mellom turbinene og flomlukene tilsvarer fordelingen av vannføringen mellom de samme vannveiene i den perioden smolten befinner seg i dette området. Videre antas det at smoltutvandringen skjer i forbindelse med vårfloppen, og at tidsperiodene varierer tilsvarende som avsmeltingen i nedbørfeltet.

Voksen fisk har vesentlig større svømmekapasitet, og har etter alt å dømme en mer omfattende søkeatferd ved møte med nedvandringshindringer. De har derfor en bedre mulighet til å unngå ugunstige vannveier, og det antas at de i større grad enn smolt unnlater å slippe seg inn i inntakstunellene. I så fall vil de kunne finne frem til damlukene i løpet av kort tid.

Eidet-verkene tiltrekker seg nedvandrende fisk, men sannsynligvis er andelen lavere enn den delen som trekkes mot Klosterfoss. Ettersom det ikke finnes andre vannveier enn turbinene forbi Møllefossen, vil dette sannsynligvis medføre økt søkeaktivitet hos fisk som ikke trekkes direkte inn gjennom varegrindene. Forskjellene i slukeevne ligger også til grunn for denne skjønnsmessige vurderingen. Det vurderes som overordnet viktig å kartlegge fordelingen av fisk som vandrer nedstrøms fra Skotfoss ved ulike vannføringer.

4.8 Spesifikk lokal kunnskap om laksevandring gjennom de enkelte fisketrappene

Det foreligger tall fra fiskeoppgangen i alle tre fisketrappene (Tabell 1). I Klosterfoss viser tallene den samlede oppgang av både laks og sjøørret (sammenslått), med unntak av 1994, 1998 og perioden 2000-2004. I de årene hvor det har blitt foretatt registreringer har antall laks og sjøørret i fisketrappene (tabell 1), variert mye mellom årene. Det er foreløpig lite kunnskap om årsakssammenhengene.

4.8.1 Klosterfoss

Den første laksetrappa i Klosterfossen ble bygget i 1886. Den var av tre. Det er ikke kjent om trappa fungerte, men den ble stående i 76 år. I 1962 ble det bygget ei ny trapp. Denne var i drift fram til 1968 da den ble revet og erstattet med en ny trapp. Også denne trappa fikk kort levetid. I 1976 bygde A/S Union Bruk den eksisterende fisketrappa ved Klosterfossen (Dag Natedal, pers.medd.).

Fra lokalt hold foreligger det informasjon om at laksens oppvandring gjennom Denil-trappa ved Klosterfoss hovedsakelig skjer ved vannføringer over 9 grader. Dette medfører noe forsinket oppgang av de tidligste gytevandrerne, mens den siste delen av høstoppgangen

også kan bli forhindret fra oppvandring. Utover høsten kan det også ses laks som springer i Denil-renna. Dette indikerer reelle oppvandringsproblemer som begrenser den totale oppgangen av både laks og sjøørret. Årsaken synes å være kombinasjonen av den bratte fallgradienten på trapperenna og vanntemperaturens forløp gjennom oppvandrings-sesongen for laks og sjøørret. Det er også mulig at den mekaniske telleren som er montert i øvre del av fisketrappa virker begrensende på oppgangen av laks og sjøørret (D. Natedal, pers. medd.).

Oppsamling av havniøye i Mølletrappa er observert ved avstengning av vannføringen (figur 4). Dette oppfattes som en begrensende faktor for oppvandring av laks og til dels sjøørret (Dag Natedal, pers.medd.).



Figur 4. Havniøye i Denilseksjonen i Mølletrappa etter avstengning av vannføringen (Foto: Dag Natedal)

4.8.2 Møllefoss

Den gamle fisketrappa i Møllefossen, eller det såkalte Mølleholet, ble bygget i 1977 og besto av en Denil-renne i nedre del og en ordinær kulpetrapp i øvre del. Trappa forfalt gradvis, og var til dels helt ute av funksjon i de siste årene. Fra 2018 vil en ny vertikalspaltet fisketrapp være i drift (Dag Natedal, pers.medd.). Denne trappetypen antas å få god funksjonalitet for alle målartene.

Oppgangen av laks i Møllefossen ble overvåket fra 2006 til 2016. I 2017 var den gamle trappa ute av drift og den nye ble bygget. Antall laks som passerte gjennom trappa er vist i Tabell 1.

I tillegg til laks ble det også registrert sjøørret og havniøye i trappa. I følge lokale observasjoner forekom det ansamlinger av havniøye i Denil-seksjonen og i kulpene, og dette

begrenset lakseoppgangen. Årsaken er sannsynligvis at laksen kjenner lukten av havniøye i trappestrømmen, og at den ønsker å unngå å bli angrepet av denne parasittiske fisken. Havniøye kan feste seg fast til laks og lage store sår som følge av at de suger blod og annen kroppsvæske fra sine vertsfisker. I noen tilfeller kan havniøye feste seg på laks for å få hjelp til å passere fosser og stryk.

4.8.3 Skotfoss

I 1884 ble det vedtatt å bygge laksetrapp forbi Skotfoss, men trappa ble ikke bygget før i 1939. I 1953 bygde A/S Union Bruk ny dam på Skotfoss. I den forbindelse ble den gamle trappa revet, og ny trapp bygget i det søndre løpet av fossen, med innhopp like oppunder dammen, slik det øvre innhoppet ligger i dag. I 1977 ble denne trappa utvidet med et nytt innhopp like ved turbinutløpet, og senere forbedret ved at de to løpene kan åpnes og stenges etter behov. Etter at den gamle damluka havarerte i 1988, og ble byttet ut med en ny luke som slipper bunnvann, har forholdene (ifølge Grenland Sportsfiskere) for attraksjonsvannføring blitt noe redusert sammenlignet med tidligere. Det er imidlertid knyttet noe usikkerhet til dette, ettersom det i prinsippet ikke er noen forskjell på attraksjonsvann som slippes fra overflaten eller gjennom bunnluker. I tillegg har mulighetene for returvandring også blitt redusert etter at ny luke ble installert (Dag Natedal, pers.medd.).

Det nedre innhoppet ble justert ved ombygging i 2014 og trukket litt vekk fra turbinutløpet. Lokaliseringen av innhoppet er i et dypt parti av elvestrekningen mellom Skotfoss dam og turbinutløp. For å øke attraksjonen er det lagt en Denil-seksjon helt nederst i trappa, slik at det dannes litt hvitvann ved innhoppet. Det har imidlertid vist seg at dette ikke har bedret funksjonaliteten til fisketrappa.

De aller fleste laks og sjøørret benytter det gamle innhoppet som ligger helt inntil damfoten. Innhoppet er gunstig plassert i en dyp kulp hvor det er naturlig at oppvandrende fisk vil samle seg. Oppgang av laks er vist i Tabell 1.

Forsøk med ulik lukemanøvrering har gitt en forbedring av funksjonaliteten til dette innhoppet. Ved å løfte på den nærmeste luka dannes en attraktiv vannstrøm ut i den dype kulpen, og en større andel av oppvandrende laks og sjøørret vil søke inn mot denne vannstrømmen, hvor det også er gode dagstandplasser.

Det var tidligere en ålepassasje forbi Skotfoss, men den er ikke i funksjon. Fra lokalt hold er det observert oppvandrende åleyngel som kryper på land ved siden av fisketrappa (Dag Natedal, pers.medd) (figur 5).



Figur 5. Åleyngel på oppvandring ved siden av fisketrappa ved Skotfoss. Åleyngelen ses på oversiden av det svarte plastrøret. En død smålaks har hoppet ut av fisketrappa og ligger der hvor åleyngelen kryper på betongdekket (Foto: Dag Natedal).

Tabell 1: Årlig oppgang av laks og sjøørret (sammenslåtte tall) i fisketrappene ved Klosterfoss, Møllefossen og Skotfoss i perioden 1998-2017 (kilde: Anders Aamot).

ÅR	OPPGANG KLOSTERFOSS	OPPGANG MØLLEFOSS	OPPGANG SKOTFOSS
1983	427	Ingen telling	21
1984	454	Ingen telling	130
1985	664	Ingen telling	198
1986	1262	Ingen telling	607
1987	1487	Ingen telling	646
1988	308	Ingen telling	2
1989	1371	Ingen telling	650
1990	2009	Ingen telling	534
1991	2053	Ingen telling	983
1992	1315	Ingen telling	409
1993	2720	Ingen telling	379
1994	Ingen telling	Ingen telling	176
1995	1582	Ingen telling	448
1996	803	Ingen telling	350
1997	779	Ingen telling	155
1998	Ingen telling	Ingen telling	Ingen telling
1999	136	Ingen telling	101
2000	Ingen telling	Ingen telling	183
2001	Ingen telling	Ingen telling	111
2002	Ingen telling	Ingen telling	195
2003	Ingen telling	Ingen telling	151
2004	Ingen telling	Ingen telling	141
2005	1111	Ingen telling	207
2006	1157	209	180
2007	365	48	200
2008	1400	15	214
2009	593	169	132
2010	1298	284	297
2011	2099	315	1200
2012	2804	131	1124
2013	1785	45	485
2014	2095	221	870
2015	2315	205	779
2016	1352	74	271
2017	2620	0	733

5 Tiltak som forbedrer toveis fiskepassasje

5.1 Generelt

Det understrekes at iverksetting av tiltak uten forankring i stedsspesifikk kunnskap, eller som ikke evalueres fortløpende, kan medføre unødige forbruk av vann og liten miljøgevinst. Det anbefales derfor at slike tiltak ledsages av kunnskap og evaluering.

5.2 Klosterfoss

5.2.1 Bakgrunn

Det er gjennomført flere faglige utredninger for fiskevandring opp og ned forbi kraftverket (Høiseth og Kraabøl 2015, Kraabøl 2011, 2014). Det er også utarbeidet en revidert detaljplan for tekniske løsninger som skal gi bedre opp- og nedvandringmuligheter for fisk forbi Klosterfoss kraftverk (Høiseth og Kraabøl 2017). Denne er nå godkjent av NVE.

Detaljplanen er utarbeidet iht. NVEs «Veileder for utarbeidelse av detaljplan for miljø og landskap for anlegg med vassdragskonsesjon» nr. 3 – 2013. I den endelige versjon 03 av detaljplanen (Kraabøl og Høiseth 2017) er NVEs forventninger innenfor de teknisk-økonomiske begrensningene forsøkt imøtegått.

Deniltrappa ved Klosterfoss ligger meget gunstig plassert i strømmøtet mellom turbinvannføring og spillvann fra flomlukene. En svakhet med denne fisketrappa er relatert til designløsningen, som hovedsakelig er tilpasset svært svømmesterke arter. Trappas fallgradient er også såpass bratt i øvre seksjon, slik at funksjonaliteten for laks og ørret forventes å være begrenset men funksjonaliteten i denne trappa er ikke dokumentert. Øvrige arter kan neppe passere oppstrøms gjennom denne fisketrappa. Det anbefales derfor at det foretas en utredning for å redusere trappas fallgradient, eller etablere større hvilekammer.

5.2.2 Om tiltakene

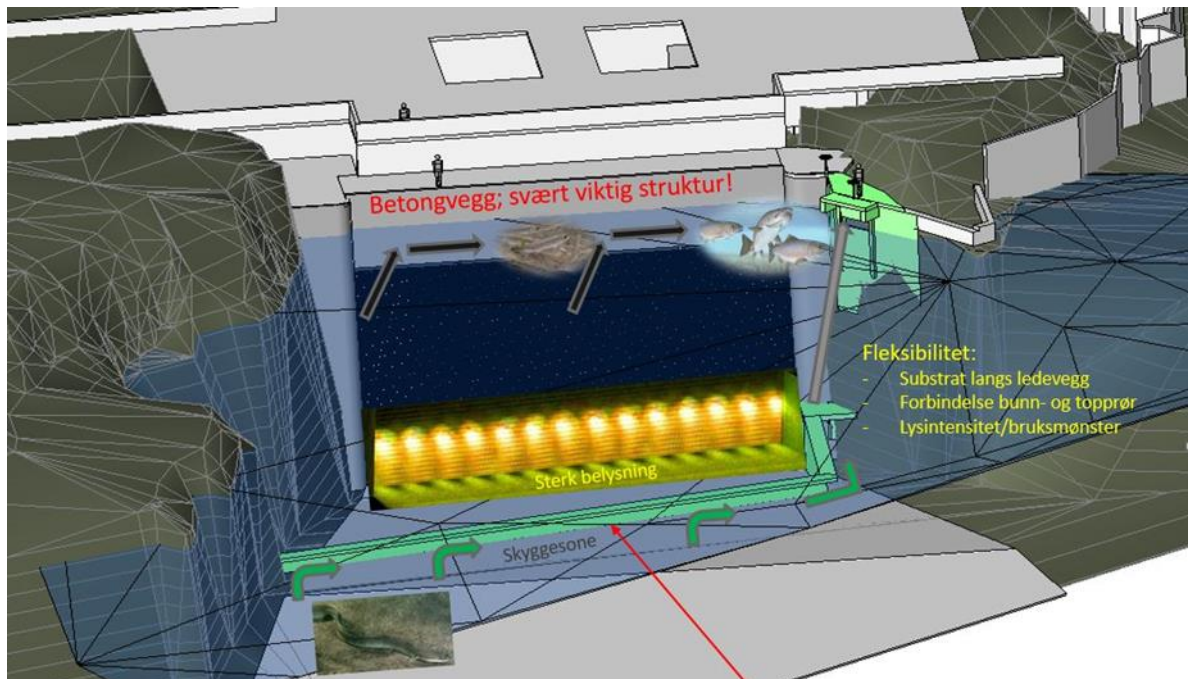
Varegrinda forblir uforandret og kan dermed ikke hindre innvandring av fisk i turbinene. I forkant av inntakene er det planlagt en skrå ledevegg for ål og niøye inn mot nedre fiskerør (figur 6). På nedre flyndre på varegrinda monteres et lysarmatur som har til hensikt å skremme unna ål og til dels niøye. For laks og sjøørret (smolt og utgytt voksen fisk) blir det etablert en egen fiskepassasje i overflaten, der hvor det flere ganger er observert ansamling av voksen fisk om høsten og om våren. Figur 6 viser det tekniske arrangementet for fiskepassaseløsninger på oppstrøms side.

De nye fiskepassasjene for nedstrøms passasje av laks, ørret, ål og niøye (bunn- og overflaterør) munner ut i utslagsstrømmen fra turbinene, og ligger således nært inntil innhoppet til fisketrappa. Disse rørene vil kunne gi 5 m³/s ut til undervannet, og er planlagt bygget med fleksibel retning på utløpsstrømmen. Dette vil medvirke til større mengde attraksjonsvann, som forsterker tiltrekningen av laks og sjøørret mot innhoppet. Forsøk kan gjennomføres med ulik vinkling og fordeling av vannføring når tiltaket er ferdig bygget.

Slukeevnen ved kraftverket skal gjennom opprustnings- og utvidelse økes fra 240 til 320 m³/s ved å øke den installerte effekten fra 11 MW til 14 MW. De nye turbinenes hydrauliske

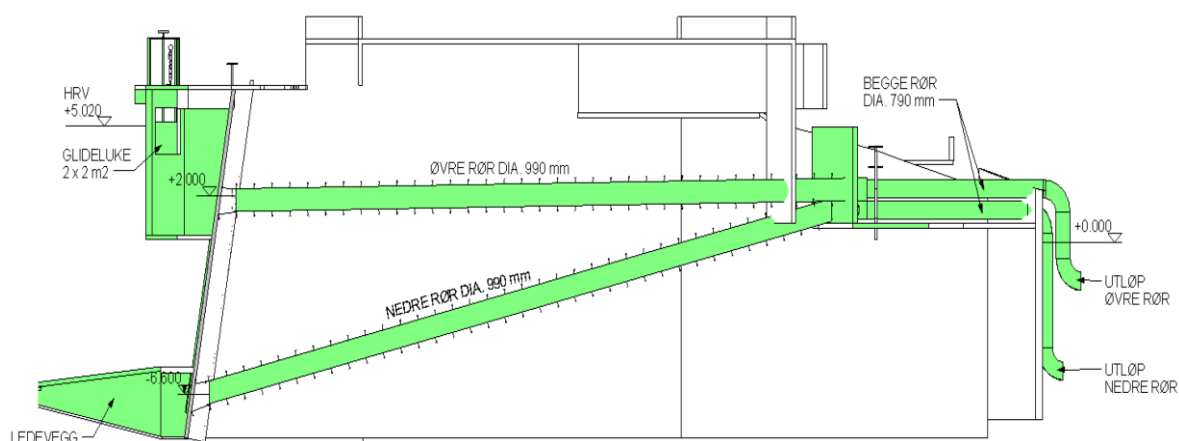
utforming og redusert antall turbinblad fra 4 til 3 forventes å redusere dødeligheten ved selve turbinpassasjen med 20-30 %.

Før tiltaket er det kun fisketrappa som kan konkretiseres som et tiltak for fiskepassasje forbi kraftverket. I forbindelse med o/u-prosjektet skal det etableres to nye fiskepassasjer for nedstrøms vandring av laks, sjørret, ål og niøye i ulike livsfaser. Disse passasjene vil utformes med spesialkonstruerte fiskeinnganger på overvannssiden av kraftverket, overvåkningsmuligheter med video og automatiske fisketellere og stor fleksibilitet i vannføring og tilhørende ledekonstruksjoner.



Figur 6: Skisseløsning for fisketiltak ved Klosterfoss kraftverk.

Begge rørene vil bli dimensjonert for å kunne føre opp til 3,5 m³/s, som er mer enn konsesjonspålagt vannføring på 2,5 m³/s. Dette gir stor grad av fleksibilitet og muligheter for senere tilpasninger for optimalisering av funksjonalitet. Innvendig struktur utformes slik at fisken ikke støter på fysiske hindringer. Rørene vil munne ut i undervannet mellom turbinavløpet og fisketrappa, og dermed vil rørene få en dobbelt funksjon ved at de også gir fleksibelt attraksjonsvannføring ved fiskeinngangen til trappa. Retningen på den utgående strømmen fra rørene kan justeres i ettertid for å finne fram til best mulig effekt.



Figur 7: Tverrsnitt av teknisk løsning for fiskerørene gjennom kraftstasjonen.

Det øverste røret er hovedsakelig tilpasset nedvandrende smolt og vinterstøing av laks og sjøørret om høsten etter gyting og om våren før vårflommen gir forbitapping over flomlukene. Rørets inntak plasseres i hjørnet på søndre side av turbininntaket, og utnytter fiskenes oppholdssted i den rolige tilbakeslagssona som skapes av betongveggen over varegrinda. Inntaket konstrueres som et 2,5 m bredt overløp hvor vanninntaket kan reguleres vertikalt og horisontalt med bjelker og nålestengsler for fleksibilitet i bredde og høyde på vanninntaket. Den maksimale tappekapasiteten gjennom øvre fiskerør er beregnet til 4 m³/s. En automatisk fisketeller er planlagt montert på røret i samle-kummen for å logge fiskevandringene. Slike tellinger kan brukes til å kartlegge når de forskjellige artene passerer og til bestandsovervåking i lengre tidsserier, men ikke til å evaluere funksjonaliteten og hvis nødvendig optimalisere denne. Fiskeinntaket vil også kunne belyses med egnet lyskilde for å forbedre effektiviteten om natten. Se figur 7 for teknisk løsning.

Det nederste røret er hovedsakelig tiltenkt nedvandrende blankål som vandrer om høsten. I følge faglitteraturen skjer ålens vandring nær elvebunnen, og det er derfor planlagt en skråstilt ledemur i forkant av varegrinda som leder ålen bort til fiskerørets inntak. Inntaket vil bli dekket av ei lukket kasse som vurderes som attraktiv for ål. Funksjonaliteten til denne tekniske løsningen vil bli forsterket av lyskastere som monteres på varegrindas nederste flyndre og lysetter området mellom ledemuren og varegrinda. Ålen unngår belyste områder, og vil derfor holde seg i den skyggelagte oppstrøms side. Oppstrøms side av ledemuren kan også utstyres med steiner eller andre elementer som bidrar til at ålen oppholder seg og beveger seg langs muren mot fiskerørets inntak.

Når det gjelder funksjonaliteten til det nedre fiskerør (figur 7) for ål er det foretatt en fiskefaglig betenkning i samråd med åleforskere. Nyere forskning fra Tyskland har vist at ålen foretar nedvandringen i elv under flomsituasjoner om høsten, og gjerne når vannet er grumsete som følge av flommen (Finn Økland, NINA, pers.medd.). I slike situasjoner passerer den kraftverkene over flomluker og bruker overløp nær overflaten. Det er mulig at nedvandrende ål ikke følger elvebunnen mot kraftverket slik tilgjengelig faglitteratur tilsier, men det er også mulig at atferden til ålen når den møter vandringshinder gjør at den aktivt søker passasje i hele vannsøylen og derfor effektivt kan bruke også passasjer i overflaten.

Det er derfor grunn til å tro at kun en uforholdsmessig liten andel vil havne i den foreslåtte ledestrukturen på bunnen foran turbininntaket. Vår vurdering er derfor at det virker lite hensiktsmessig å bygge en åleløsning som med stor sannsynlighet vil virke utilfredsstillende. Konsesjonsvilkåret om ålerør bør revurderes. Det foreslås derfor innhenting av mer stedsspesifikk kunnskap om ålens atferd når den nærmer seg Klosterfoss elvekraftverk, og på grunnlag av ny kunnskap om ålens 3-dimensjonale bevegelsesmønster vurdere hvordan ulike tekniske løsninger vil forventes å fungere. Slik kunnskap kan opparbeides gjennom forprosjekt og evt. hovedprosjekt som omfatter hydroakustisk telemetri med resultater i både 2D og 3D.

Både de gamle og nye turbiner kan beskrives som store, grovskovlede med lavt turtall. Nylig utførte beregninger ved EKOM viser generelt lav dødelighet og spesielt når det gjelder smolt under turbinpassasje ved høye driftsvannføringer. De nye turbinene i Klosterfoss kraftverk har gjennomgående lavere dødelighet sammenliknet med de gamle turbiner, noe som hovedsakelig skyldes overgang fra fire til tre roterende skovler og større slukeevne. Medianverdiene for dødelighet ved driftsvannføringer 48, 72, 96 og 120 m³/s er beregnet til å være 20 – 30% lavere for nye turbiner sammenliknet med gamle turbiner. Dette er relative verdier, og dødeligheten i de gamle turbinene er ikke kjent. Lavere dødelighet gjelder samtlige fiskelengder i intervallet 10 – 70 cm. Nye og mer fiskevennlige turbiner bør derfor betraktes som et tiltak for å øke overlevelsen for fisk under utvandring.

I tillegg kommer overflatetapping av 10 m³/s ved den nordre flomluke i perioden 15/4 – 15/6. Dette vil gi en forbedring i nedvandringsforholdene for alle målarter i den aktuelle perioden, men den er mest fordelaktig for smolt og vinterstøing av laks og sjørøret.

5.2.3 Forslag til strakstiltak

Det foreligger ingen kjente muligheter for å bedre fiskeoppgangen gjennom Deniltrappa ved Klosterfoss. En forbedring vil kreve omfattende ombygging med konstruksjon av større hvileseksjoner og redusert fallgradient/lengre trapperenne. Den manuelle fisketelleren i øvre del av fisketrappa kan med fordel skiftes ut med automatisk videoovervåkning, men det er uvisst om dette vil øke oppgangen av fisk.

Etablering av en ålerenne vil forbedre oppvandringen av ål forbi Klosterfoss. Det antas at ingen åleyngel klarer å passere gjennom fisketrappa. Det er observert åleyngel i turbinutløpet i forbindelse med driftstans. Det bør i så fall gjøres en utredning av lokalisering av ålerennas innhopp. Det vurderes at innhoppets plassering er den mest avgjørende faktoren for ålepassasjens funksjonalitet.

Tiltak som med stor sannsynlighet kan redusere andelen av smolt som vandrer inn i inntaket til kraftverket er redusert turbinpådrag under tidlig vårflo i mai, slik det er angitt i konsesjonen. Dersom dette gjøres i kombinasjon med slipp av overflatevann gjennom lukene ved dammen, kan dette medføre at færre smolt og vinterstøing av laks og sjørøret slipper seg inn mot turbinene. For nedvandring foreslås tilstrekkelig åpning av flomluke 1 i en eller to perioder etter gytetiden for laks og sjørøret i oktober-november. Indikasjon på lukeåpning kan være visuelle observasjoner av voksen utgytt laks og sjørøret ved turbininntaket. To åpningsperioder over 3 døgn (2 x 3 døgn) foreslås i kombinasjon med visuell overvåkning av turbininntakene.

Uten at annen kunnskap eksisterer kan vi forvente at fisken fordeler seg omtrent på samme måte som fordelingen av vannet. Sendes 30 % av vannet over flomlukene kan vi forvente at 30 % av smolten gjør det samme. Men, hvis en slik manøvrering ønskes gjennomført som en del av de fiskeforbedrende tiltakene anbefales det å kartlegge når de forskjellige måltartene passerer slik at tiltakene kan settes inn på en effektiv måte. Det anbefales videre å kartlegge hvordan fordeling av vann til ulike flomluker påvirker fiskens vandring slik at tiltaket kan settes inn til rett tidspunkt og med ønsket effekt.

5.3 Eidet-verkene og Møllefossen fisketrapp

5.3.1 Oppvandring

Den nye vertikalspaltede fisketrappa ved Møllefossen (figur 8 og 9) vil øke mulighetene for alle måltarter til å komme seg opp fra Bryggevannet og opp til Hjellevannet. Driftsvannføringene fra Eidet-kraftverkene gir attraksjonsvann for denne fisketrappa, og det er godt kjent at laks og ørret trekker inn mot havneanlegget. Den forrige kulpetrappa var i dårlig teknisk stand gjennom flere år, og den nye trappa vil medføre en vesentlig forbedring. Trappas bunn er steinsatt med elvestein, noe som gir bedre oppvandringsmuligheter for de svømmesvakere artene.

Etableringen av denne nye fisketrappa bør derfor betraktes som en forbedring av oppvandringen til Skiensvassdraget, men det er viktig å kartlegge funksjonalitet både for måltartene og de ulike alders- og størrelsesgruppene. Men det anbefales at de hydrauliske forholdene, spesielt nær bunnen kartlegges, og hvis nødvendig gjøres det tiltak for redusering av vannstrømmen nær bunnen, slik at alle måltarter og fiskestørrelser skal få akseptable hydrauliske forhold for å kunne passere.

Trappa er dimensjonert for 0,7 m³/s. Det anbefales at det gjennomføres kalibrerende forsøk med ulike vannføringer (0,5 – 1 m³/s) i de første driftsårene. Intermitterende drift med ulike vannføringer kan også være et aktuelt tiltak for å gi best mulig oppvandringsforhold for de ulike måltartene.

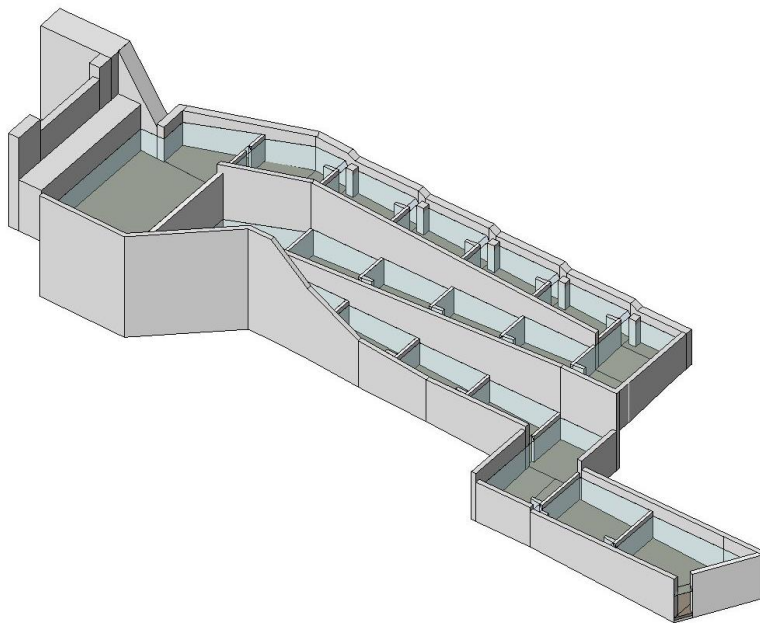
Den nye fisketrappa i Møllefossen er et tiltak som kan tilskrives Eidet-verkene. Vannføringen i fisketrappa har økt sammenlignet med tidligere, og trappas design tilsier at den vil få økt funksjonalitet sammenlignet med den gamle kulpetrappa med Denil-seksjon i nedre deler. Driftsvann fra disse turbinene medfører et betydelig ferskvannsutslipp innerst i Bryggevannet, noe som utvilsomt tiltrekker seg måltarter som har sine destinasjoner i Skiensvassdraget. En ny og forbedret fisketrapp med innhopp inntil turbinutløpene forventes å forbedre passasjeforholdene her for fisk som søker mot disse strømmene. Kartlegging av hvordan måltartene fordeler seg nedenfor Møllefoss/Klosterfoss og funksjonaliteten til trappene på denne lokaliteten bør kartlegges etter at det er bestemt endelig utforming og drift av begge trappene.

Den nye fisketrappa forventes å være i funksjon i oppvandringssesongen 2018. Det er fra tidligere registrert at følgende arter passerer gjennom den gamle fisketrappa; laks, sjøørret, ål og havniøye. I tillegg er det kjent at det forekommer elveniøye i trappa (Dag Natedal, pers.medd.). For laks og sjøørret er det i all hovedsak voksne og gytemodne individer som skal passere oppstrøms gjennom fiskepassasjen. For ål er det i all hovedsak larver/glassål

som skal passere oppstrøms. For hav- og elvenløye er det hovedsakelig voksne individer som skal passere oppstrøms, mens det antas at det vil forekomme larver av elvenløye.

Vertikalspaltede fisketrapper har flere store fordeler sammenlignet med andre tekniske løsninger fordi den muliggjør artsspesifikke tilpasninger til hydrauliske forhold som i utgangspunktet er for krevende for svømmesvake arter. Særlig gjelder dette fiskearter som benytter bunnstrukturer til hjelp ved passasje av strømssterke partier (f.eks. ål, løye, steinsmett og ungfisk av en rekke andre arter). I tillegg oppnås en stor fordel ved at de tolererer betydelige variasjoner i både undervanns- og overvannsnivåer. Dette medvirker til at funksjonaliteten ikke blir sterkt avhengig av vannføringer i vassdraget.

Trappa er derfor konstruert med innstøpt elvestein i bunnen (figur 9), slik at det dannes et bunnsjikt med ikke-laminære strømningsforhold. Denne tilpasningen vil forbedre oppvandringsmulighetene for alle mållartene fra Bryggevatnet og opp til Hjellevatnet. Fisketrappa i Klosterfoss er en motstrømstrapp (Denil-type) som ikke gir oppvandringsmuligheter for strømsvake arter, og til en viss grad også begrenser oppvandingen til laks og sjørøtt.



Figur 8: Skisettegning av vertikalspaltet kulpetrapp som er under oppføring ved Møllefossen. Øverst: Oversiktsbilde med inntegnet fisketrapp. Nederst: tegning av fisketrappa (kilde: Multiconsult)



Figur 9: Innstøpt elvestein i bunnen av vertikalspaltet fisketrapp ved Møllefossen. Foto: M. Kraabøl.

Betongkonstruksjonen er dimensjonert for en vannføring på $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$, men den vil også kunne fungere godt ved høyere og lavere vannføringer. Trappas elevasjon er fordelt på 19 kulper og 20 spalter som til sammen utgjør en total lengde på 74,1 m. Spranghøyden mellom hver kulp er 25 cm, og ved full vannføring ($1 \text{ m}^3/\text{s}$) vil dette gi en gjennomsnittlig vannhastighet mellom hver spalteåpning på $2,21 \text{ m/s}$. I fisketrappas midtre seksjon er

kulpene arrangert i form av slynger for å oppnå ønsket elevasjon innenfor tilgjengelig areal. Den er derfor konstruert med tre parallelle seksjoner. I endene av disse seksjonene er det kulper som har større vannvolum enn de øvrige, noe som er vurdert som fordelaktig for oppvandrende fisk som skal foreta retningsendringer underveis. De har også en funksjon som hvilekulper for de svømmesvake artene/årsklassene.

Spalteåpningene er 0,38 m brede (etter avrunding av hjørner), noe som tillater passasje av storlaks på 15-20 kg. Spalteåpningene går helt ned til bunnen av hver kulp. Innstøpning av steiner med ulik struktur og størrelse i bunnen av hver kulp skaper gunstige hydrauliske forhold langs bunnen for ål, niøye og annen ungfisk. Denne tilpasningen gjør at fisketrappa får en vannhastighetsgradient fra bunn til overflaten. Fisketrappen vil derfor bli funksjonell for fiskearter som i utgangspunktet krever en noe lavere ET-verdi enn 184,9 W/m³.

5.3.2 Nedvandring

Når det gjelder tiltak for nedvandring av fisk er det ikke gjennomført tiltak for å bedre fiskevandring, og dette forprosjektet er derfor den første tilnærmingen til denne problemstillingen. Vannveiene som er aktuelle for nedvandring av fisk (figur 10 og 11) har vært uforandret siden kraftverkene ble bygget.

Varegrindene har lysåpninger på hhv. 2,5 og 5 cm ved Eidet-verkene. Dette er sannsynligvis tilstrekkelig for å begrense (eller i beste fall eliminere) voksen utgytt laks og sjøørret fra å komme ned i turbinene under returvandring. For smolt må det påregnes noe større problem med innvandring av fisk gjennom turbinene, men det er sannsynlig at varegrinda med 2,5 cm lysåpning vil fungere som en atferdsbarriere for smolt.



Figur 10: Turbininntakene til Eidet-kraftverkene. Foto: M. Kraabøl.



Figur 11: Inntakskanal mot turbininntaket til Eidet kraftverk. Foto: M. Kraabøl.

5.3.3 Forslag til strakstiltak

Omfordeling av vann fra turbiner til flomlukene i Damfoss forventes å ha en positiv effekt. Effekten usikker siden vi ikke kjenner omfanget av hvor mye av smolten eller de andre målartene som ankommer disse turbininntakene, eller hvor stor del som kan ledes vekk fra turbinene. På grunn av varegrindenes varierte lysåpning, kan man forvente av voksen laksefisk avledes bedre enn smolt, men dette er ikke kjent.

Turbinutløpene fra Eidet-verkene fungerer som attraksjonsvannføring for den nye fisketrappa, og det bør gjennomføres forsøk med ulike driftsvannføringer og vannføringsfordeling mellom de ulike kraftverkene. Forsøk med ulike vannføringer og fordelinger mellom de ulike verkene bør foregå innenfor den intense oppvandringssesongen for laks og sjøørret (august og september). Forsøksperioder med en ukes varighet pr. vannslippsregime anbefales gjennomført. Det er en forutsetning at oppgangen av fisk i trappa overvåkes på daglig basis i hver forsøksperiode. Det er grunn til å påpeke at denne type forsøksdesign krever gjentatte replikater for å gi robuste resultater. Andel vandringsvillig fisk i hvert forsøk er ikke kjent, og vi i stor grad kunne påvirke resultatene. Dermed vil vannføringsvariasjonene i turbinutløpet kunne kamufleres helt eller delvis. Det bør imidlertid gjøres en nærmere vurdering av studiedesign når det er avklart hvilken metodikk som skal anvendes (1, 2 eller 3D).

5.4 Skotfoss kraftverk og dam

Forsøk med ulik lukemanøvrering for å øke attraktiviteten til standplasser og oppholdssteder ved øvre innhopp bør utprøves årlig. En generell anbefaling er å slippe attraksjonsvannføring til samme side av dammen som fisketrappa, og at det samtidig skapes et attraktivt oppholdssted for oppvandrende fisk på dagtid. I dette området ved trappas øvre innhopp er elva dyp og godt egnet for laks og sjøørret på dagtid. Det store

vannvolumet tilsier også at det er stor resipientkapasitet for vannslipp fra den nærmest beliggende flomluka.

For Skotfoss anbefales det å operere flomluka nær det øvre innhoppet til trappa slik at funksjonaliteten forventes å være best mulig. Så lenge det er et miljømål for vassdraget å etablere en bestand av laks ovenfor Norsjø, må voksen laks sikres passasje. Imidlertid bør det settes inn ressurser for å kartlegge storørretstammen og definere forvaltningens målsetninger. Begrunnelsen for dette er at det er uavklart om en større lakseoppgang vil virke negativt inn på de lokale storørretbestanden som lever i Norsjø.

6 Forslag til undersøkelsesprogram

6.1 Generelt

Kraftverk med reservoarer som magasinerer vann vil ha størst påvirkning hvis de er lokalisert langt oppe i vassdraget. Årsaken til dette er at de kan endre vannføringsregimet i de delene av vassdraget som ligger nedenfor. Ofte vil vårflommen bli redusert mens vintervannføringen øker. Slike endringer av vannføringsregimet i vassdraget kan ha både positive og negative effekter på fiskebestandene. Som nevnt kan redusert vårflom medføre en betydelig økning i dødeligheten hos laksesmolt og ørret under utvandringen, mens økt vintervannføring har ført til en kraftig vekst i laksebestanden i Orkla. Hvilke effekter vi har i Skiensvassdraget er ikke kjent.

Skien vassdraget har både elvekraftverk nær munningen og reguleringsmagasiner i de øvre delene av vassdraget. Dette fører til en rekke utfordringer når forholdene skal legges til rette for å reetablere bestander av langtvandrende arter i de delene av vassdraget der de levde tidligere. De senere årene er det også introdusert en ny art som ikke fantes i dette vassdraget tidligere, gjedde. I andre vassdrag er det godt dokumentert at gjedde spiser spesielt laksesmolt. Med en ny rovfisk i vassdraget må vi forvente økt dødelighet, spesielt på utvandrende små fisk som ørret og laksesmolt. Omfanget av dette problemet i Skien vassdraget er ikke kjent.

6.2 Forslag til studiedesign

6.2.1 *Definisjon av problemstillinger, målsetninger og metodevalg*

Når både målsetningene og problemstillingene er klart definert kan det utarbeides et studiedesign som er egnet til å belyse problemstillingene forskjellige steder i vassdraget. De forskjellige problemstillingene må belyses ved bruk av forskjellige metoder. Det er viktig at det velges metodikk som kan svare på problemstillingene med stor grad av sikkerhet og liten mulighet for ulike tolkninger.

I nedre del av Skien vassdraget mot Porsgrunn er det innslag av brakkvann, noe som har avgjørende betydning om det skal velges konvensjonell radiotelemetry (VHF-signaler) eller hydroakustiske telemetrisystemer som registrerer undervannslyd fra merket fisk. Dersom problemstillingene f.eks. omfatter kunnskap om fiskenes overlevelse etter passasje av kraftverkene vil det være nødvendig å benytte hydroakustisk metode.

Norsk institutt for naturforskning (NINA) er pr. i dag det eneste fagmiljøet i Norge som kan gjennomføre avanserte hydroakustiske studier på fisk. De har omfattende erfaringer fra flere lignende prosjekter i andre europeiske land. NINA har gitt tilbakemelding om at forholdene er godt egnet for et akustisk telemetristudie ved de angjeldende problemområdene.

Inntil det er endelig bestemt hvilke arter som skal inkluderes i den strategiske planen for å reetablere langtvandrende arter i Skien vassdraget, kan vi anta at fokus vil bli på arter som vandrer mellom elva og havet, og mellom elva og brakkvannsområdene nedenfor Klosterfossen. Laks, sjørørret, ål og havniøye bør inngå i planleggingen inntil en fullstendig liste er utarbeidet.

Overlevelsen langs vandringsrutene for disse artene må kartlegges med vekt på å identifisere områder med forhøyet dødelighet og årsaken til dette. Kartleggingen må foregå langs hele vandringsruten slik at den totale dødeligheten kan beregnes, og tiltak settes inn slik at den samlede overlevelsen blir tilstrekkelig for etablering/forsterking av fiskebestandene. Så raskt som mulig bør det fokuseres på kartlegging av hastighet og overlevelse gjennom Norsjø og fra Skotfoss til Klosterfoss.

Overlevelsen i området nedenfor Klosterfoss og ut i havet kan kartlegges etter at to nye vandringsruter er ferdigstilt ved Klosterfoss og funksjonaliteten til disse skal evalueres. For å kunne evaluere funksjonaliteten til de nye vandringsrutene ved Klosterfoss, må også overlevelsen hos fisk som passerer beregnes. Det krever at man merker en gruppe med død fisk som settes ut rett nedenfor kraftverket. Bevegelsene og drivlengden hos denne gruppen sammenlignes med bevegelsene hos levende merket fisk som settes ut ovenfor Klosterfoss. Slik kan fisk som er uskadet ved passering skilles fra fisk som er skadet og død. Dette må skje på strekningen nedenfor Klosterfoss og til sjøen. Det er derfor naturlig at kartleggingen av overlevelsen i dette området tas samtidig med evalueringen av de nye vandringsrutene ved Klosterfoss.

Ved passering av kraftverk og dammer bør bevegelsene til målantene registreres så nøyaktig at vandringsruten og vandringshastigheten kan beregnes. Også områder der fisken søker etter en videre passasje ved ankomst til vandringshinderet gir nyttig informasjon for å kunne justere inngangene til passasjene slik at de lettere oppdages av fisken.

Langs vandringsrutene må vandringshastighet beregnes og områder som forsinker vandringsruten identifiseres, og hvis nødvendig forbedres. For reetablering/styrking av svake fiskebestander må både overlevelsen og vandringshastigheten være tilfredsstillende langs hele vandringsruten. Områder som forsinker fisken vil ofte være områder med høy dødelighet, men ikke alltid.

Ved passering av kraftverk må den totale dødeligheten beregnes. Det vil si forhøyet dødelighet i hele området som direkte er påvirket av kraftproduksjon, inkludert reservoaret og dammen med kraftverket, samt forhøyet dødelighet i området nedenfor kraftverket på grunn av økt predasjon av rovfisk og fugl og drift av død fisk nedover elva.

Ved passering av kraftverk bør tidsforbruket og vandringsruten hos fisken registreres slik at overlevelsen og vandringshastighet fra de forskjellige vandringsrutene kan beregnes separat. Hvis den totale dødeligheten ved passering er for høy, så kan kanskje en allerede eksisterende vandringsrute gi tilstrekkelig høy overlevelse hvis fisken kan ledes dit. Ved å kunne identifisere årsaken til hvor og hvorfor fisken dør mer presist, kan potensialet for forbedringer i ulike avbøtende tiltak evalueres og forventet effekt av slike tiltak beregnes.

Skulle dødeligheten ved passering av dammer og kraftverk være for høy for å nå miljømålene for vassdraget, kan detaljstudier av fisken bevegelser i tre dimensjoner vise i hvilken grad det finnes potensiale for å kunne velge enklere løsninger for å kunne lede fisk mot de beste vandringsrutene, hvis det eksisterer ruter der dødeligheten er akseptabel.

Modellering av turbinddødelighet ved passasje av fisk kan være tilstrekkelig når modellert dødelighet er svært høy, men viktigheten avtar kraftig når den modellerte dødeligheten er lav. Da vil turbinddødeligheten bare være en av mange faktorer som til sammen gir den totale overlevelsen hos fisken som passerer kraftverk.

Ved Klosterfoss er det flere vandringsruter og kraftverk. For de ulike artene bør fordelingen av fisk til de forskjellige vandringsrutene/kraftverkene kartlegges slik at tiltak kan prioriteres og planlegges etter hvor mye fisk som passerer og ressursene settes inn der de forventes å ha størst effekt.

6.2.2 *Utarbeidelse av samlet plan for vandringsløsninger*

En samlet plan for å etablere gode vandringsløsninger forbi alle kraftverk i nedre del av Skiensvassdraget bør utarbeides, i henhold til brev om innkalling av Skotfoss til konsesjonsbehandling.

Det finnes ikke passasjer for nedvandrende fisk ved noen av kraftverkene. To passasjer skal imidlertid bygges ved Klosterfoss og forventes å være ferdigstilt i 2019. Skulle dødeligheten ved passering av andre kraftverk i vassdraget være for høy slik de framstår i dag, foreslås det at avgjørelser knyttet til valg av tekniske løsninger ved kraftverkene bør bygge på informasjon om hvordan de nye fiskepassasjene fungerer og om de representerer gode alternativer også andre steder. Dette kan tidligst være klart i 2021.

Evaluerings av passasjer for oppvandrende fisk ved Klosterfoss og Skotfoss bør starte så snart en endelig beslutning er tatt om hvilke fiskearter som skal prioriteres.

Funksjonaliteten til fiskepassasjen må beregnes ved å se på andelen av oppvandrende fisk som finner inngangen til fiskepassasjene. Også tiden det tar fisken å fullføre vandringen i trappa og andelen som fullfører og vandrer ut i toppen er viktig å registrere. Det er viktig at fiskepassasjer konstrueres slik at alle arter og størrelsesgrupper innen målgruppen finner inngangen raskt og kan passere uten for stor forsinkelse og dødelighet.

Funksjonaliteten må forventes å variere mye mellom fisk med forskjellig størrelse og de forskjellige artene. Det er derfor viktig at alle artene og fiskestørrelsene i den definerte målgruppen inngår i evalueringen. Å telle antall fisk som vandrer ut i toppen av en fiskepassasje er nyttige data i langtidsovervåking, men sier lite om funksjonaliteten og forbedringspotensialet til en passasje.

7 Referanser

- Borgstrøm, R. & Saltveit, S.J. 1981. En vurdering av fisketap gjennom tappetunnelene fra Nedre Norsjø til Rafnes og Porsgrunn fabrikker. Institutt for naturforvaltning, NLH/ Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske, ZMO. Stensil 18 s.
- Forseth, T., Fiske, P., Hvidsten, N.-A. og Saltveit, S.-J. 2003. Smoltoverlevelse i Suldalslågen- miljøfaktorer som påvirker smoltvandring og overlevelse i fjorden. Suldalslågen. Miljørapport 30,59 s.
- Halari, Olsen & Sydtveit. 2005. Fish recruits in Bøelva, Telemark. Assignment 4311. Methods in Fish and Wildlife Biology, Telemark University College. 1:41.
- Hvidsten, N.A. 2010. Smolt- og ungfiskundersøkelser Skiensvassdraget, smoltutvandring i Skotfoss og ungfisk i Bøelva, Heddøla, Tinnåa og Bliva. NINA rapport 556, 31.sider.
- Hvidsten, N.A. 2011. Forsøk på å lede smolt forbi inntaket til Skotfoss kraftverk. NINA notat 28.02.2011.
- Høiseth, J. & Kraabøl, M. 2015. Opprustning og utvidelse av Klosterfoss kraftverk. Detaljplan for miljø og landskap. Multiconsult/NINA rapport 122280-7-RIVass-RAP-100_ver02.
- Høiseth, J. & Kraabøl, M. 2017. Opprustning og utvidelse av Klosterfoss kraftverk. Detaljplan for miljø og landskap. Multiconsult rapport 122280-7-RIVass-RAP-100_ver03.
- Jensen K.W. 1968. Sportsfiskerens leksikon. Gyldendal Norsk Forlag, 2563 s.
- Kraabøl, M. 2011. Modernisering av Klosterfoss kraftverk. Tiltak for å opprettholde nedvandringsmuligheter for fisk forbi kraftverket - NINA Rapport 771, 21 s.
- Kraabøl, M. 2014. Nedvandringsmuligheter for fisk forbi Klosterfoss kraftverk i Skiens-vassdraget. Spesifikasjon av tiltak for laks, sjøørret, ål og havniøye - NINA Rapport 1078. 33 s. + vedlegg
- NVE 2017. Vedtak om innkalling av Skotfoss kraftverk til konsesjonsbehandling - Skien kommune. Brev fra NVE datert 6. september 2017; ref.: 201406586-7. Arkiv: 312 /016.B2.
- NVE 2017. Vedtak om innkalling til konsesjonsbehandling av Eidet kraftverk, Eidet I kraftverk og Eidet II kraftverk i Skiensvassdraget, Skien kommune. Brev fra NVE datert 6. september 2017; ref.: 01605139-5. Arkiv: 312
- Skåre, P.-E., Hvidsten, N.A., Forseth, T. & Fjeldstad, H.-P. 2006. Smoltutvandring forbi Skotfoss kraftverk ved bygging av et nytt flomkraftverk. NINA rapport 193, 21 sider.
- Uglen, I., Økland, F., Forseth, T., Diserud, O., Fiske, P., Thorstad, E.B., Hvidsten, N.-A. og Berger, H.M. 2005. Smoltutvandring forbi Laudal kraftverk i mandalselva. NINA Rapport 13, 31 s.