

NOTAT

OPPDRAG	UTREDNING AV FISKETRAPP I MODALSELVA	DOKUMENTKODE	10240164-01 RIM NOT
EMNE	AKVATISK BIOLOGI	TILGJENGELIGHET	ÅPEN
OPPDRAGSGIVER	MODALEN KOMMUNE	OPPDRAGSLEDER	
KONTAKTPERSON	MARI HAGENLUND	UTARBEIDET AV	MORTEN KRAABØL
KOPI		ANSVARLIG ENHET	SEKSJON FOR NATURRESSURSER

SAMMENDRAG

Denne utredningen av opp- og nedstrøms fiskepassasje forbi Hellandsfossen og tilhørende vannkraftanlegg er gjort på oppdrag fra Modalen kommune. Utredningen identifiserer 11 problemområder for oppvandring av laks og sjøørret. Av disse var det kun ett som krever strakstiltak, mens de øvrige kan inngå i en mer langsiktig oppfølging. Den øvre lukkede seksjonen av trappekomplekset bør utredes i en byggeteknisk og hydraulisk kontekst, slik at det blir enklere for fisk å passere gjennom lukene som styrer vanntilførselen. Andre prioriterte tiltak var knyttet til en steinterskel ved samløpet med driftsvann fra Hellandsfoss kraftverk (BKK), grunt parti opp mot trappas resipientkulp og mulige blindveier opp mot fossefoten ved forbitapping i damanlegget ved inntaksbassenget til Hellandsfossen kraftverk. Det gis også en utredning av de tre nedvandringsveiene for fisk som har passert trappekomplekset; damanlegg med bjelkestengsler, turbininntak med varegrind og fisketrappa. Det anbefales installering av finmasket varegrind med lysåpninger på 12-15 mm og utvidelse av perioder med vannslipp i trappa i de viktigste nedvandringsperiodene om våren (smolt og vinterstøing) og om høsten (utgytt voksen fisk).



Modalselva munner ut i Modalsfjorden ved tettstedet Mo (foto. M. Kraabøl)

01	09.01.2022	Fagnotat	Morten Kraabøl	Sondre A. Ski	
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

UTREDNING AV FORHOLD FOR OPP- OG NEDSTRØMS FISKEPASSASJE VED HELLANDSFOSS

1 Bakgrunn og oppdragsbeskrivelse

Modalselva ligger i Modalen i Hordaland og har sitt utspring fra Stølsheimen. Vassdraget er regulert med flere kraftverk. Deler av nedbørsfeltet er overført til Evanger kraftverk, samtidig som det er tilført vannføring fra Eksingedalsvassdraget til Nygard pumpekraftverk. Elva har i dag en gjennomsnittlig vannføring på 33,6 m³/s ved utløpet i Mofjorden, og er dermed blant de største vassdragene i Hordaland. Gjennom året er sommervannføringen redusert, mens vintervannføringen har økt som følge av reguleringene i vassdraget.

Modalselva har vært kraftig påvirket av forsuring grunnet sur nedbør og den opprinnelige laksebestanden er derfor antatt utdødd. Det er iverksatt tiltak i form av kalking og kultivering, og både laks og sjøørret har nå årlige gytebestander i Modalselva.

Hellandsfossen kraftverk tar inn driftsvannføring fra inntaksdam ved Almelid og avløpet ligger om lag 190 meter nedstrøms foten av Hellandsfossen. Dette inngrepet har følgelig redusert vannføringen på elvestrekningen mellom Almelid og Hellandsfossen. Det er etablert et minstevannføringsregime med følgende bestemmelser:

- 16.04 - 15.07: 3,0 m³/s
- 16.07 - 30.09: 5,0 m³/s
- 01.10 - 15.04: 2,2 m³/s

Det biologiske faggrunnlaget for Modalselva er godt og omfattende. Det henvises til referanselista for nærmere beskrivelser av reguleringsinngrep og øvrige miljøforhold i vassdraget.

Multiconsult fikk i oppdrag fra Modalen kommune å utrede vandringsproblemer for opp- og nedvandring av laks og sjøørret gjennom fisketrappa ved Hellandsfossen. I tillegg ble det bestilt skissering av tekniske løsninger som kan forbedre forholdene for toveis fiskevandring.

2 Tilstøtende installasjoner knyttet til vassdragsreguleringene

Det er bygd to forskjellige elvekraftverk som berører vannføring og vandringsforhold for laks og sjøørret i ulike livsfaser.

2.1 Hellandsfossen kraftverk

Hellandsfossen kraftverk (eies og drives av Modalen kraftlag BA) utnytter det 34 meter høye fallet i Hellandsfossen og har inntaksdam like oppstrøms fossen. Kraftverket har blitt ombygd og har nå en samlet slukeevne på 11 m³/s og en installert effekt på 2,5 MW og en årsproduksjon er 8,2 GWh. Kraftverket ligger på nordsiden av elven og er i direkte berøring med fisketrappas innhopp.

2.2 Hellandfoss kraftverk

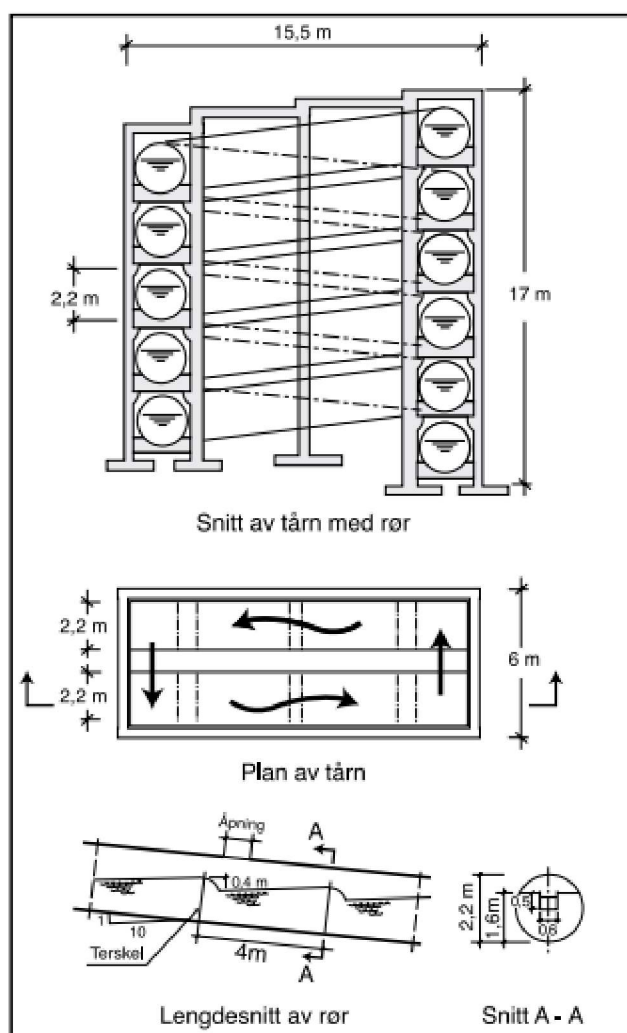
Hellandfoss kraftverk (eies og driftes av BKK) ble satt i drift i 1992. Kraftverket er det nederste i vassdraget og har inntaksdam ved Holmura, like oppstrøms Almelid. Kraftverket er et elvekraftverk som utnytter den regulerte vannføringen gjennom Steinsland kraftverk og lokaltilsiget. Ved Almelid dam er det en vannfylt gummiluke som dekker hele elvas bredde. Kraftverket utnytter et samlet fall på 70 meter og har en slukeevne på 50 m³/s. Installert effekt er 35 MW og dette gir en årsmiddelproduksjon på 151 GWh. Tunnelutløpet faller ut i Modalselva 190 meter nedstrøms tunnelavløpet fra Hellandsfossen kraftverk og innhoppet til fisketrappa.

3 Beskrivelse av fisketrapp, damanlegg og vannveier ved Hellandfossen

3.1 Hellandfoss fisketrapp

Fisketrappa ble bygd i 1983 for å gi oppvandrende laks og sjørret tilgang til ovenforliggende elvestrekning. Trappekomplekset er et av de største i Norge og har en total lengde på ca 388 m, med fiskeinngang (innhopp) fra kulp på nedstrøms side av driftsvannsutløpet fra Hellandfossen kraftverk (Modalen kraftlag). Innhoppet ligger på kote 19,5, mens vanninntaket, eller uthoppet, ligger på kote 54,5 inntil damanlegget som demmer opp inntaksmagasinet til Hellandfoss kraftverk. Trappekomplekset har et samlet høydesprang på 35 meter, og har en fallgradient på 1:11. Spranghøyden er 40 cm mellom hver trappekulp, noe som er likt for hele trappeanlegget.

De nederste 78 m av trappa består av en åpen kulpetrapp støpt i betong. Til sammen 265 m av trappa består av rørseksjoner med diameter 2,2 m bygget av glassfiberarmert polyester (se teknisk skisse i Figur 1). Inne i rørseksjonene er det montert terskler med overfallsåpninger. Disse har tilsvarende dimensjonering og design som betongkulpene. Rørseksjonene i «tårnet» med rørseksjoner (Figur 1) ligger i mørke, mens de øvrige rørseksjoner har åpninger slik at dagslyset slipper inn i hver enkelt kulp. Den øverste delen av fisketrappa går i en mørklagt tunell på 45 m og munner ut i inntaksmagasinet for damanlegget på toppen av Hellandsfossen. Trappas ulike seksjoner består av 90 kulper med tilnærmet lik utforming.



Figur 1. Teknisk skisse av tårnkomplekset (til venstre) med rørseksjoner og innvendig lengdesnitt av rørseksjonene (fra DN 2002). Til høyre: Oversiktsbilde over innhopp og trappekomplekset (foto: M.Kraabøl).

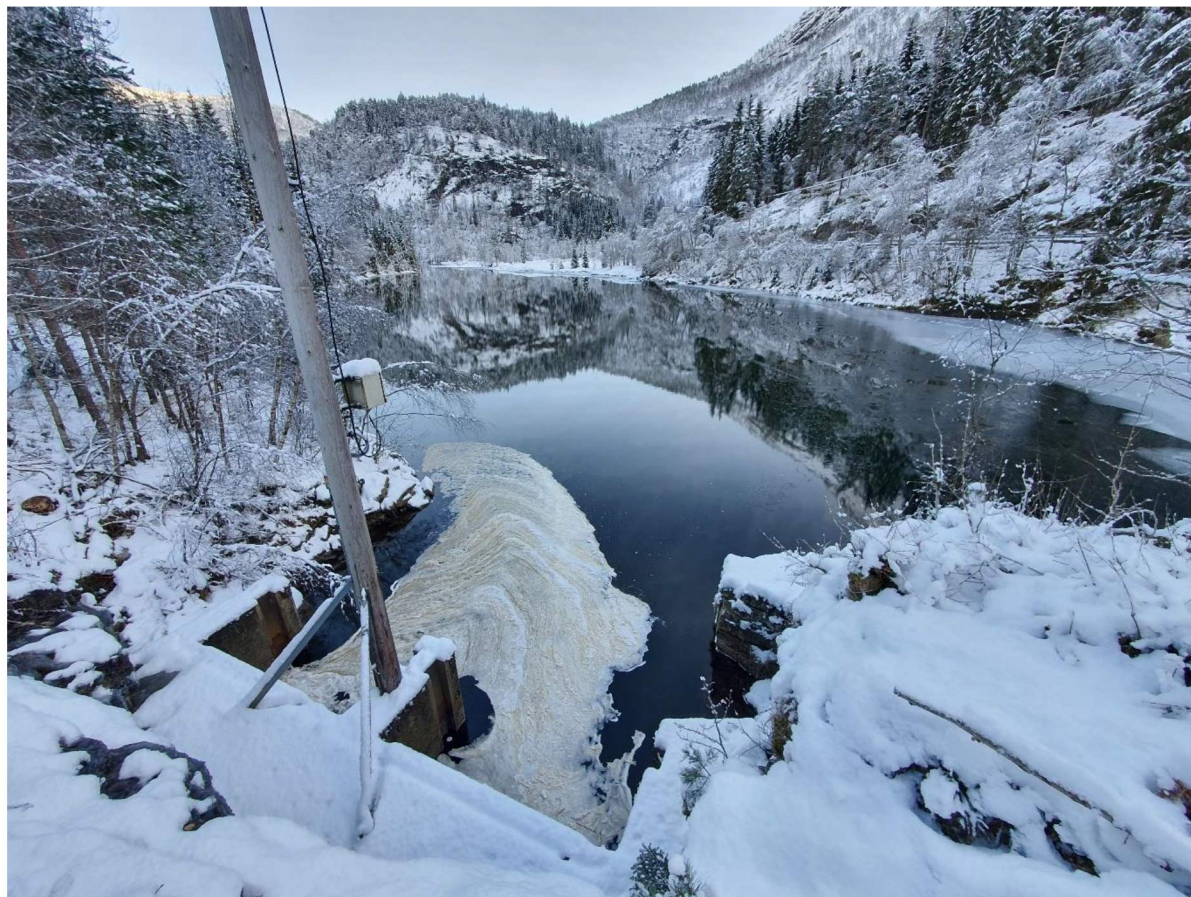
3.2 Damanlegget til Hellandfossen kraftverk

Hellandsfossen kraftverk har et damanlegg og tilhørende inntaksmagasin like oppstrøms Hellandsfossen. Damanlegget består av fem flomluker i midtpartiet som er bygget som bjelkestengsler, samt et fast overløp i den vinklede betongkrona på sørsiden. På nordsiden ligger inntaksarrangementet for fisketrappa og ei bunntappeluken (Figur 2). Inntak av vann i fisketrappa besørger av et lukesystem som tidligere ble mekanisk regulert av flottører. Dette systemet har ikke vært i bruk på ca 10 år, og luka åpnes derfor med en fast åpning i driftsperioden for fisketrappa hvert år.



Figur 2. Damanlegget som skaper inntaksmagasinet til Hellandfossen kraftverk. Det øverste bildet er tatt fra nordsiden, mens det nederste er tatt fra sørsiden (foto: M. Kraabøl).

Turbininntaket til Hellandsfossen kraftverk er lokalisert like inntil damanlegget på nordsiden av elva (Figur 3). Inntaket ligger som et innfelt område i omkringliggende berg. Det er installert ei varegrind med lysåpning 67 mm. Bredden er 6-7 meter, mens dybden er 3-4 meter. Dersom det tas utgangspunkt i et samlet tverrsnittsareal på 22 m², vil den maksimale vannhastigheten ved fullt pådrag i kraftverkets turbiner, tilsvarende 11 m³/s, er om lag 50 cm/s.



Figur 3. Inntaket til Hellandsfossen kraftverk. Inntaket er innfelt i omkringliggende bergformasjoner. Damanlegget (som vist i Figur 2, øverst) er lokalisert noen få meter til høyre i bildet (foto: M. Kraabøl).

3.3 Utløp fra Hellandfoss kraftverk

Hellandfoss kraftverk har en maksimal slukeevne på 50 m³/s, og driftsvannet fra avløpstunnelen går i en steinsatt og rett kanal (45 meter lang og 15 meter bred) ut til Modalselva om lag 190 meter nedstrøms innhoppet til fisketrappa. Tunnelåpningen er ikke utrustet med varegrind, og oppvandrende fisk kan derfor svømme inn i selve avløpetunnelen. Det er ikke kjent om det er mulig å hoppe opp i vannstrømmen fra løpehjulene til turbinene.

4 Vurdering av potensielle problemområder (P) for oppvandring av laks og sjørret ved Hellandfoss

Begge kraftverksutløpene påvirker oppvandringsforholdene for laks og sjørret forbi Hellandsfossen. Det gis derfor en samlet vurdering for alle påviste vandringsproblemer som er en følge av disse to anleggenes nærhet til fossekomplekset. I tillegg gis en vurdering av fisketrappas innhoppsområde, interne forhold i trappekomplekset og uthoppet/vanninntaket oppe ved damanlegget. De ulike potensielle problemområdene er markert med P i figurene.

4.1.1 Utløpet fra Hellandsfoss kraftverk (P1)

Utløpet fra Hellandsfoss kraftverk (Figur 4) har samløp med Modalselva 190 meter nedstrøms fisketrappas innhopp og utgjør derfor det første potensielle problemområdet (P1) for oppvandrende laks og sjøørret. Det er ikke gjennomført atferdsstudier av oppvandrende gytefisk som kvantifiserer eller beskriver problemets art og omfang, og det gjøres derfor en vurdering ut ifra kjent kunnskap fra tilsvarende problemstillinger i regulerte elver.

Oppvandrende laks og sjøørret vil merke vannstrømmen ut fra kraftverket. Ettersom driftsvannføringen som regel er høyere enn Modalselvas vannføring på strekningen mellom de to kraftverksutløpene, er det grunn til å tro at en betydelig andel av gytevandrende fisk vil søke opp i avløpskanalen og videre inn i selve tunnelen. Dette kan medføre forsinkelser i den videre oppvandringen mot fisketrappa.

Det er forholdsvis ugunstige oppholdssteder for gytefisk i avløpskanalen og -tunnelen over tid. Det er derfor grunn til å tro at forsinkelsene er begrenset til noen dager eller uker før de går videre opp mot fisketrappa.

Laks og sjøørret som går inn i tilsvarende blindveier fra kraftverksavløp vil i løpet av dager og uker begynne å søke etter alternative oppvandringsveier. I dette tilfellet er det sannsynlig at søkende fisk som slipper seg ned til samløpsområdet vil forsøke å gå videre opp i Modalselva mot fisketrappa. Vannføringen på denne regulerte elvestrekningen defineres av driftsvannføringen fra Hellandsfossen kraftverk, fisketrappa og eventuelt overløp gjennom Hellandsfossen.

4.2 Steinterskel oppstrøms samløpet med Hellandsfoss kraftverk (P2)

Like oppstrøms samløpet er det anlagt en steinterskel som dekker hele elvebredden. Dette er i utgangspunktet en uheldig konstruksjon (P2), ettersom den har et jevnt overløp over hele bredden. En slik terskelutforming vil spre vannføringen over et bredt område, og på den måte reduseres attraksjonen fra den betydelige vannføringen mellom de to kraftverksutløpene.

Det er likevel anlagt en fordypning og en steinsatt kanal på østsiden (se Figur 4, oransje pil), slik at det blir en viss konsentrasjon av vannføring som faller sammen med vannstrømmen fra avløpskanalen. Dette er en gunstig tilrettelegging, men den bør forsterkes ved at vestre del av steinterskelen forhøyes noe.



Figur 4. Oversikt over samløpet avløpstunnel fra Hellandsfoss kraftverk og steinterskel (P1 og P2). Oransje pil angir lokalisering av strømkonsentrator gjennom terskelen (Figur 5) (norgebilder.no).



Figur 5. Strømkonsentrator gjennom steinterskelen som bedrer forbivandring (foto: M. Kraabøl).

4.2.1 Elveleiet mellom kraftverksutløpene (P3)

Gytevandrende laks og sjøørret som kommer seg forbi samløpet med avløpskanalen fra Hellandsfoss kraftverk og steinterskelen, vil ankomme et dypere parti av Modalselva. Dette er en stor høl med flere gode standplasser, noe som vurderes som gunstig etter en aktiv søkefase i avløpskanalen.

Videre oppvandring mot resipienthølen inntil avløpstunnelen fra Hellandsfossen kraftverk og fisketrappa tilsier at fiskene må passere en strekning på 30 meter over en ansamling av stein og grus (P3). Denne passasjen kan være utfordrende for stor gytefisk i perioder med lav vannføring, men det vurderes å være et lite problem. Det kan vurderes å etablere en kanal som samler vannføringen, tilsvarende det som er gjort i terskelen som er vist i Figur 4.

4.3 Ulike vannveier ved foten av Hellandsfossen (P4)

I perioder med overløp over damanlegget til Hellandsfossen kraftverk (Figur 2), vil vannføringen fra Hellandsfossen danne vannveier som gir vannføring inn i resipientkulpene innunder fisketrappa og kraftverksavløpet. Dette vil kunne gi attraksjonsstimuli for oppvandrende laks og sjøørret som leder oppmerksomheten bort fra fisketrappas innhopp (P4). Fisk som søker seg opp mot denne spillvannføringen fra damanlegget vil havne i blindveier i kulpene ved fossefoten.

Det er ikke kjent hvorvidt det skjer oppsamling av fisk i disse kulpene i, eller etter, perioder med slipp av spillvann over damanlegget. Det kan være en fare for innestenging av fisk dersom det står fisk i disse kulpene når overløp over damanlegget opphører. Dette bør sjekkes.

Et aktuelt tiltak for å eliminere denne potensielle problemstillingen er å pigge ut bergformasjoner som medfører dannelse av kulper ved fossefoten.



Figur 6. Oversikt over regulert elvestrekning mellom kraftverksutløpene. Potensielle problemområder nedstrøms resipientkulpene (P3) og ved fossefoten (P4) er markert (norgebilder.no)

4.3.1 Utløpet fra Hellandsfossen kraftverk i felles resipientkulp med fisketrappa (P5)

Driftsvannføringen fra Hellandsfossen kraftverk munner ut i samme resipientkulp som fisketrappas vannføring. Dette er en gunstig samlokalisering. Samlet sett gir dette gode attraksjonsstimuli og et begrenset søkeområde for oppvandrende gytefisk som ankommer resipientkulpen. Det antas at en del fisk vil kunne komme seg inn i avløpstunnelen (P5), ettersom det ikke er installert varegrind. Dette er en blindvei som kan gi noen forsinkelser i oppvandringen, men det vurderes slik at avløpstunnelen ikke har egnede standplasser, og at vannstrømmen er tilnærmet laminær og uten bakvannssoner.



Figur 7. Utløp fra kraftverk er midt i bildet, mens utløp fra fisketrappa ses til høyre i bildet (bildet er tatt fra østsiden). Begge vannveiene munner ut i felles resipientkulp (foto. M. Kraabøl).

4.3.2 Fisketrappas resipientkulp (P6)

Resipientkulpen (P6) vurderes som en godt egnert dagstandplass for voksen laks og sjørret. Den fremstår som tilstrekkelig dyp og hydraulisk standplass. Dette er viktig, ettersom det meste av oppvandringen av laks og sjørret gjennom fisketrapper foregår i dagslys. Oppvandrende fisk vil derfor være ved innhoppet i en tid på døgnet hvor de er i vandringsmodus.

4.4 Fisketrappas innhopp (P7)

Fisketrappa har to innhopp som kan stenges og reguleres med bjelkestengsler (Figur 8). Dette gir to mulige innhopp (P7) og god fleksibilitet til å justere innhoppet etter varierende vannføringer og undervannsstander i resipientkulpen.

Det tilføres vannføring til trappas nederste kulper fra tunnelavløpet (se oransje pil i Figur 7). Dette gir en vesentlig forbedring ved at fisketrappas attraksjonsstimuli i form av hydrauliske strømninger ut i resipientkulpen. Dette er et gunstig tiltak som med rimelig sikkerhet har medført at oppvandrende fisk i resipientkulpen har gode muligheter til å finne innhopp(ene).



Figur 8. Fisketrappas innhopp består av to åpninger med bjelkestengsler. Øverst: Vannføring overføres fra avløpstunnelen over til trappas nederste kulper (oransje pil). Resipientthølen er dyp og godt egnet som dagstandplass for gytevandrende laks og sjøørret. Nederst: Vannføringen ut fra fisketrappas innhopsåpninger gir markerte stimuli også ved høyere vannføringer og vannstander (foto: M. Kraabøl).

4.4.1 Fisketrappas åpne seksjoner med betongkulper (P8)

Det ble gjennomført en befaring av den øverste delen av de åpne betongseksjonene av fisketrappa (Figur 9). Hvert år foretas en inspeksjon av hele trappekomplekset, og det er ikke observert noen deler av betongseksjonene som har utfordringer for oppvandring av laks og sjøørret. Det har imidlertid vist seg at det samler seg en del drivgods i de øvre delene av fisketrappa, men disse

fjernes hver høst da alle kulpene inspiseres og ryddes, samtidig som gjenstående fisk bæres ut i elva igjen. På generelt grunnlag bemerkes at spranghøyder på 40 cm er noe høyt, spesielt for de minste gytevandrerne. En avrunding i nedstrøms kant av hver terskel kan vurderes.



Figur 9. Betongseksjon med åpne kulper i øvre del av trappekomplekset (foto: M. Kraabøl).

4.4.2 Fisketrappas rørseksjoner (P9)

Fisketrappas rørseksjoner ble kun inspisert fra utsiden av enkelte åpninger mot betongseksjoner (Figur 10). Alle kulpene i rørseksjonene inspiseres og ryddes hver høst, og det er ikke kjent at noen av rørseksjonene inneholder problemområder for oppvandrende fisk. På generelt grunnlag bemerkes at spranghøyder på 40 cm er i høyeste laget, spesielt ettersom fisketrappa består av 90 kulper.

Det er laget lysåpninger i toppen av røret over hver av kulpene, og det er derfor god lystilgang i alle rørseksjonene. Det er også åpne betongseksjoner mellom hver rørseksjon (Figur 10), og det slipper inn dagslys i hver ende av hver rørseksjon. Det forekommer derfor ingen områder med brå overganger mellom belyste og mørklagte deler av trappeseksjonene.

Det er ikke undersøkt om kulpenes volum er forskjellig i rør- og betongseksjonene, men det antas at de er like hele veien. Eventuelle forskjeller bør vurderes nærmere, ettersom det vil påvirke de lokale hydrauliske forhold i den enkelte kulp. Faktorer som energitetthet (W/m^3) bør også inngå i en slik vurdering.

Det er etablert betongkulper mellom hver rørseksjon. Volumet i disse kulpene er større enn kulpene i rørseksjonene (Figur 10), noe som bidrar til å og hvileområder under oppvandringen.



Figur 10. Uthoppet fra nest øverste rørseksjon. Alle rørseksjoner har både innhopp og uthopp i åpne betongkulper, noe som bidrar til både lystilgang og hvilekulper med større vannvolum og lavere grad av turbulens (foto: M. Kraabøl).

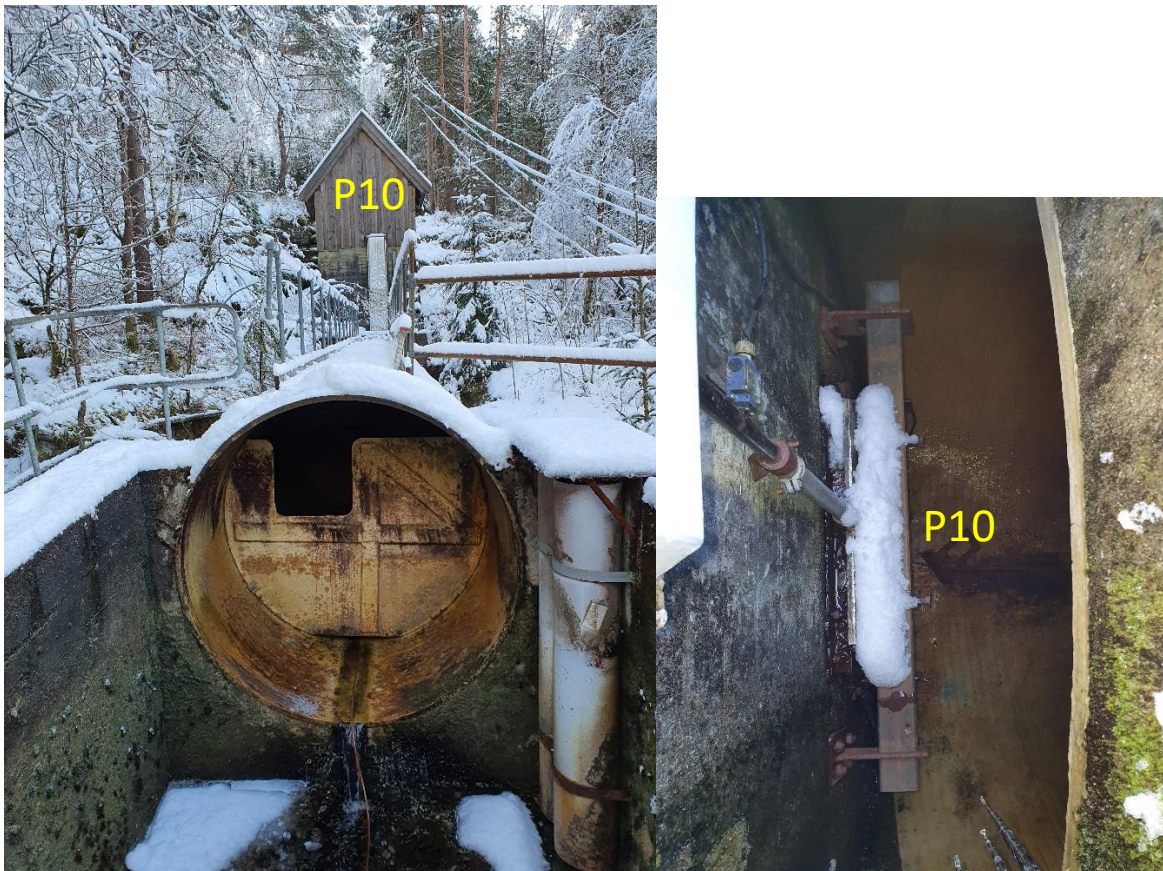
4.4.3 Fisketrappas overgang til øvre tunnelpassasje og vannreguleringssystem (P10)

Den øverste rørseksjonen munner direkte inn i tunnelseksjonen i den aller øverste delen av trappekomplekset (P10). I overgangen mellom rørseksjonen og tunnelseksjonen har en glideluke som styres fra et lukehus (Figur 11).

De hydrauliske forholdene under dette lukebladet utgjør det mest kritiske punktet i hele trappekomplekset. Det var ikke mulig å inspisere vannveiene på ned- og oppsiden av luka. Innstillingen av tverrsnittåpningen under lukebladet har sammenheng med åpning og vannføring i luka ved uthoppet/vanninntaket ved damanlegget (Figur 2). I de siste 10 årene har luka ved uthoppet/vanninntaket stått med full åpning etter at det selvregulerende flottørsystemet ble ødelagt. Dette har gitt utfordringer med å stille inn den nederste luka (Figur 11, høyre bilde) slik at de hydrauliske forholdene tillater problemfri passasje av fisk i alle størrelser ved synkende vanntemperaturer utover høsten.

Etter at styringssystemet for vanninntaket ble ødelagt, blir det hver høst funnet betydelige mengder laks og sjøørret i alle kulpene i fisketrappa. De fleste finnes i øvre deler. Dette er en indikasjon på at det er et betydelig vandringshinder i øvre del av trappekomplekset. Det vurderes som rimelig sikkert at problemet består av ugunstige hydrauliske forhold ved den nederste luka som styres fra lukehuset (Figur 11). Det vurderes som sannsynlig at problemet er størst for de minste gytevandrerne, og at passasjeproblemene øker med synkende vanntemperatur mot gytetiden. Summen av disse problemene kan medføre seleksjon på kroppsstørrelse, uforholdsmessig høy dødelighet som følge av praktiske problemer med å tømme trappa for fisk om høsten og redusert funksjonalitet.

Det anbefales en teknisk utredning av disse to lukesystemene i den øvre tunnelseksjonen.



Figur 11. Innhoppet fra åpen betongkulp til øvre rørseksjon (til venstre) som går direkte over til den aller øverste tunnelpassasjen frem til trappas uthopp/vanninntak. Glideluka mellom rør- og tunnelseksjon er vist i bildet til høyre (foto: M. Kraabøl).

4.4.4 Fisketrappas uthoppslokalitet (P11)

Fisketrappas uthopp er lokalisert nært inntil damanlegget på vestsiden. Turbininntaket ligger også nært inntil uthoppet. Fisk som kommer ut fra fisketrappa (P11) kommer direkte inn i inntaksbassenget, som til enhver tid har svake strømforhold uten vesentlig turbulens. I perioder med betydelig vannslipp gjennom damanleggets bjelkestengsler (se Figur 6), er det en viss fare for at fisk som er sliten og preget av melkesyre i muskulaturen kan slippe seg ut gjennom lukesystemet. Til en viss grad kan dette også skje gjennom varegrinda i turbininntaket, men det vil kun gjelde for de aller minste gytevandrerne hos sjøørret. Det vurderes likevel som lite sannsynlig at dette er et reelt problem, ettersom inntaksdammen er en godt egnet hvileplass for voksen fisk.



Figur 12. Teknisk installasjon og lukeføringer ved trappas vanninntak/uthopp (foto: M. Kraabøl).

4.5 Samlet vurdering av oppvandringsproblemene

I dette notatet er det identifisert 11 ulike lokaliteter både utenfor og innenfor selve fisketrappkomplekset som er bygd for å gi og laks og sjørret tilgang til oppstrøms gyte- og oppvekstområder i Modalselva. Problemene (P) har ulike årsaker og virkninger, og det kreves flere ulike tekniske løsninger for å redusere eller eliminere de vandringshemmende effektene. I Tabell 1 gis en oversikt over de enkelte problemenes definisjon, årsaker, konsekvenser, alvorlighetsgrad og tiltak for de 10 identifiserte problemområdene.

Det legges vekt på at dette er vurderinger som er gjort ut ifra generell erfaring fra tilsvarende lokaliteter med lignende problemstillinger. Detaljerte studier av atferd hos oppvandrende laks og sjørret ville gitt et langt bedre grunnlag til å vurdere problemenes omfang og hvordan de kan variere med ulike ytre påvirkningsfaktorer som for eksempel vanntemperatur, vannføring, nærhet til gytetid, m.m.

En samlet vurdering av de ulike problemområdene tilsier at det er et umiddelbart behov for å reparere de to øverste lukene som regulerer vannføring og gir hydraulisk gode forhold i overgangen mellom øverste rørseksjon og tunnelseksjon (P10). De øvrige tiltakene er av en mer langsiktig art.

Det foreligger opplysninger om at oter oppsøker fisketrappa for å fange fisk som står fast i fisketrappa. Predasjon på gytefisk fra oter bør anses som helt naturlig, men det stiller seg annerledes hvis det er slik at passasjeproblemer i fisketrappa medfører kunstig ansamling av fisk som blir lett bytte for oter. Dette vil medføre en kunstig høy predasjon på gytebestandene. Kunstige ansamlinger av fisk vil også skje ved alle vandringshindrende lokaliteter, som for eksempel resipientkulp for fisketrappa og ved turbininntakene. Løsningen på dette problemet er å gjennomføre tiltak som forbedrer passasjemulighetene for fisk ved alle problemområdene som medfører oppsamling av fisk.

Tabell 1. Oversikt over de enkelte problemenes generelle definisjon, samt spesifikke årsaker, konsekvenser, alvorlighetsgrad og tiltak for de 11 identifiserte problemområdene.

P #	Potensielle problemer ved slike lokaliteter	Årsaker til problemer for oppvandring	Konsekvens av problemet	Alvorlighetsgrad ved denne lokaliteten	Behov for strakstiltak v/denne lokaliteten	Forslag til langsiktige tiltak
1	Lokker gytefisk inn i blindvei pga høy driftsvannføring	Driftvanns-avløp fra kraftverk	Påfører forsinkelse i oppvandring	Middels	Nei	Se P2
2	Steinterskel på tvers av elva like oppstrøms samløp fra driftsvannsavløp	Jevn terskelkrone gir diffuse stimuli for forbivandring	Kan påføre noe forsinkelse i oppvandring	Lav (pga gjennomført tiltak)	Nei	Utvide og forsterke fordypning gjennom terskelen
3	Grunnt strykområde like nedstrøms resipientkulp trapp	Oppsamlet grus- og steinør som følge av nye vannveier	Kan påføre noe forsinkelse i oppvandring	Lav	Nei	Etablere fordypning som i P2
4	Vannslipp over dam gir attraktive blindveier. Kan stenge fisk i kulper	Periodevis vannslipp over damanlegg	Lokker fisk vekk fra trappas innhopp	Lav	Nei	Tiltak som fjerner kulper i blindveiene
5	Fisk går inn i avløpstunnel	Fri vandringsvei fra kulp til tunnel	Lokker fisk vekk fra trappas innhopp	Lav	Nei	Fysiske tiltak som sperrer av tunnel
6	Viktig at fisk oppholder seg i resipientkulp på dagtid	Denne kulpen er tilstrekkelig dyp til dagstandplass	Gunstig situasjon i dette tilfellet	Ingen	Nei	Ingen
7	Innhoppene ligger i attraksjonssoner for fisk, og de er regulerbare	God samlokalisering med avløp	Gunstig situasjon i dette tilfellet	Ingen	Nei	Ingen
8	Kulpetrapper kan ha feil, tekn.	Tilstoppinger av drivgods,	Kan gi helt eller delvis	Ingen. Blir inspisert og	Nei	Ingen. Avrunding av

Akvatisk biologi

	mangler og drivgods i vannvei	frost- og aldersskader	vandringshindringer	ryddet hver høst		terskeloverløp
9	Lukkede trappepassasjer kan gi ugunstige lysforhold	Mørklagte kulper, brå overgang fra mørke til lys	Kan gi begrensninger i oppvandring	Middels. Alle rørseksjoner bør få lysåpninger i hver kulp	Nei	Utarbeide plan for forbedringer i lysforhold
10	Ugunstige hydrauliske forhold under lukebladene og i lukket tunnelseksjon	For høy vannhastighet og turbulens. Mørklagt tunnelseksjon på 45 meter	Kan stoppe oppvandring, gi opphoping av fisk og seleksjon	Svært alvorlig. Opphoping av fisk skjer hver høst	Ja. Teknisk utredning av innbyrdes lukeregulering. Behov for ombygging av luker og styringssystem	Etablering av rutiner for inspeksjon av funksjon. Installere kunstig belysning i tunnelseksjon
11	Hydrauliske forhold ved uthopp	Uthopp lokalisert i strømssterke og turbulente lokaliteter	Sliten fisk kan slippe seg nedstrøms etter uthopp	Lav	Nei	Ingen

4.6 Skisse av tekniske løsninger for oppvandring

4.6.1 Forslag til prioritering av tiltak

En samlet vurdering av til sammen 11 identifiserte problemområder mellom avløpstunnelen fra Hellandsfoss kraftverk og opp til fisketrappas innhopp (P1-P6), trappekompleksets interne forhold (P7-P10) og uthoppet i damanlegget til Hellandsfossen kraftverk (P11) tilsier at det er kun ett problemområde (P10) som krever strakstiltak. Ved de øvrige problemområdene bør det på sikt gjennomføres forbedrende tiltak for å forbedre oppvandringsmulighetene. Det er spesielt problemområdene P2 (fordypning av renne i steinterskel), P3 (etablering av renne i grus- og steinmasser nedstrøms resipientkulp) og P4 (fjerning av kulper som dannes ved fossefoten ved forbitapping over damanlegget) som har størst forbedringspotensial for oppvandring av gytefisk.

4.6.2 Skisse til forbedring av luker, belysning og reguleringssystem i øvre lukket trappeseksjon

Det bør gjennomføres en teknisk vurdering av både overgangen fra den øvre rørseksjonen til den øverste lukkede trappeseksjonen. Det er spesielt reguleringen av vannføring inn i trappen som vurderes å være det største problemet som reduserer fiskens mulighet til å forsere de øvre kulpene i trappekomplekset.

Fisk som kommer opp til dette området har passert en rekke kulper og bør anses som relativt utmattede som følge av den fysiske påkjenningen de har gjennomgått for å komme opp til øvre del. Det er derfor viktig at det besørges gode sprangforhold i kulpene som mottar vann fra reguleringsluka som styres fra lukehuset. Vannhastigheten gjennom denne lukeåpningen bør ikke overskride den hastigheten som kan måles i vannfallene mellom de nedenforliggende kulpene.

Det vurderes slik at vannhastigheten gjennom både den nederste (under lukehuset) og øverste (vanninntak) bestemmes av to forhold. Det første er fallgradienten i den lukkede seksjonen og det andre er forholdet mellom disse to lukeåpningene. Det ble opplyst at det tidligere var et styringssystem bestående av flottører som til enhver tid fulgte overvannsnivået, og at dette kom ut av drift for om lag 10 år siden. I ettertid har luka ved vanninntaket stått i fast åpen stilling i

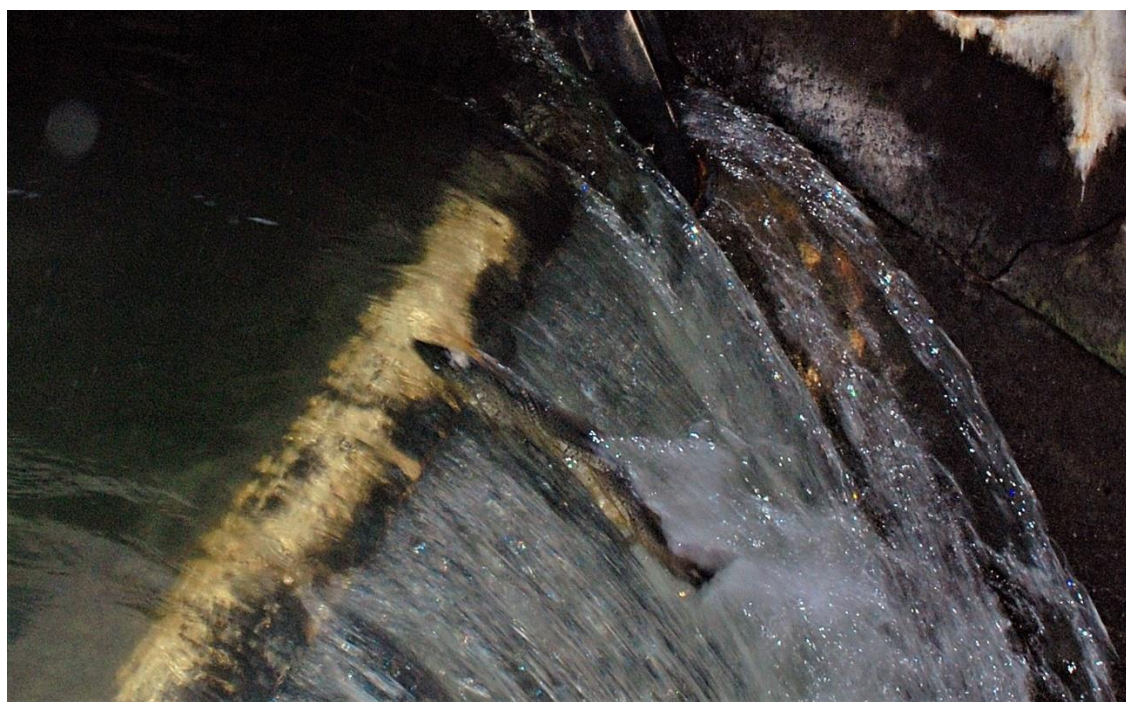
driftsperiodene for fisketrappa. Dette ble vurdert som den direkte årsaken til opphoping av gytefisk i de nedstrøms beliggende kulpene i fisketrappa. Det vurderes som sannsynlig at oppvandringsproblemene skyldes en kombinasjon av uheldige hydrauliske forhold under, og på nedsiden av luka under lukehuset.

Det anbefales at det utarbeides en plan for bedre belysning i «rørtårnet» og i tunnelseksjonen.

En avklaring av disse forholdene, samt detaljering av avbøtende tiltak, krever at utredningen foretas av personell med byggeteknisk og hydraulisk fagkompetanse.

5 Beskrivelse av tekniske installasjoner som påvirker nedvandring ved Hellandsfossen

Nedvandring av laks og sjøørret fra oppstrøms gyte- og oppvekstområder tilsier at nedvandringen konsentreres i to perioder. Den første skjer etter gyting i november-desember, når utgytt fisk søker nedover mot fjorden. På denne tiden av året er vanntemperaturen i Modalselva vanligvis 2-3 grader, noe som tilsier at de har begrenset tilbøyelighet til å slippe seg utfor vannveier som krever aktivitet. Utgytt fisk slipper seg nesten alltid baklengs utfor luker og fossefall under returvandring (Figur 13), men erfaringsmessig skjer slik aktiv nedvandring i liten grad når vanntemperaturen er lavere enn ca 5 grader.



Figur 13. Utgytt storørret passerer baklengs utfor lukekanten ved Hunderfossen kraftverk i Gudbrandsdalslågen. Dette krever høy kroppsaktivitet for å kontrollere kroppens posisjon under fallet (foto: M. Kraabøl).

Den andre nedvandringsperioden skjer når vårflommen kommer tidlig i mai. Denne nedvandringsperioden omfatter både såkalte vinterstøinger (utgytt voksenfisk som har overvintret) og smolt av både laks og sjøørret. På denne tiden er det vanlig at det slippes en betydelig vannføring gjennom bjelkestengslene i damanlegget.

Vannføringene inn gjennom turbininntaket til Hellandsfossen kraftverk er mer eller mindre konstant når vannføringen er høyere enn slukeevnen på 11 m³/s, mens den senkes tilsvarende ved

lavere vannføringer. Vannføringen inn i fisketrappa er mer eller mindre konstant, og utgjør den minste vannveien ut fra inntaksmagasinet.

Alle disse vannveiene er tilgjengelige for nedvandrende smolt, mens de fleste vinterstøingene har en kroppsbredde som ikke tillater nedvandring gjennom varegrinda og videre ned gjennom kraftstasjonen. Det antas på generelt grunnlag at det er vannføringen gjennom de ulike vannveiene i nedvandringsperiodene som bestemmer hvilke vannveier som nedvandrende fisk benytter.

Nedenfor gis en vurdering av de tre ulike vannveiene for nedvandring av fisk.

5.1 Passasje over damanlegget og ned gjennom Hellandsfossen

Vannføringen i november-desember er som oftest såpass lav at det ikke slippes vann gjennom bjelkestengslene i damanlegget, mens det som regel slippes vann gjennom lukene i damanlegget under vårflo i mai. Det antas derfor at en betydelig andel smolt av både laks og sjøørret vil slippe seg utfor damanlegget og videre nedover det opprinnelige fallet i Hellandsfossen. Dette fossefallet utgjorde en naturlig vandringsbarriere for laks og sjøørret, og hverken smolt eller voksen fisk er tilpasset såpass høye fallhøyder.

Vannveiene i fallet er fra naturens side utformet slik at nedvandrende fisk vil falle mot fast fjell på flere nivåer før de havner ned på undervannsnivået. Det er ikke gjort nærmere oppmålinger av konkrete fallhøyder i fossen, men det antas at dette påfører noen skadevirkninger på både smolt og spesielt voksen fisk. Skadene vil bestå av slagskader mot kropp og hode, tap av skjell og slimlag, øyeskader m.m. Skadeomfanget kan ikke kvantifiseres med nåværende kunnskap, og det anbefales derfor en nærmere vurdering av fallforholdene og vannveiene ved ulike vannføringer over damanlegget.

Dersom det viser seg at fallhøydene påfører skade på nedvandrende fisk, bør det utredes tekniske løsninger som reduserer nedvandring av fisk gjennom luke e i damanlegget.

5.2 Passasje gjennom varegrinda ved turbininntaket og ned til kraftstasjonen

Vannveien gjennom varegrinda og gjennom kraftstasjonen vil påføre betydelig dødelighet på smolt. Lysåpningen på 67 mm er såpass stor at all smolt kan passere gjennom elementene i grinda, dersom det ikke slippes vann over damanlegget. De minste gytefiskene kan også gå inn gjennom slike lysåpninger.

Det anbefales at det utredes hvorvidt det er mest formålstjenlig å utvide tverrsnittsarealet for innfestingen til dagens varegrind, eller å etablere et fagverk med ei større og mer finmasket varegrind på utsiden av den eksisterende. På generelt grunnlag anbefales det at ny varegrind får lysåpning på 12-15 mm, avhengig av kroppsstørrelsen på de minste fraksjonene av smolt hos laks og sjøørret.

5.3 Passasje gjennom fisketrappa og ned til resipientkulpen

Den tryggeste nedvandringsveien for både smolt og voksen utgytt fisk/vinterstøinger er gjennom fisketrappen. For at denne nedvandringsveien skal fungere, må det slippes vann i de periodene hvor det skjer nedvandring. Det anbefales at trappa holdes åpen fra ca 15. april og frem til oppvandringsperioden er avsluttet. Deretter bør den åpnes igjen når gyteperioden er i sluttfasen, og et par uker etter gyteslutt.

Det anbefales at det gjennomføres en utredning som tidfester nedvandringsperiodene om våren og om høsten. Disse periodene bør danne grunnlaget for eventuell fastsettelse for driftsperioder for fisketrappa. Videre anbefales et overvåkningssystem gjennom en prøveperiode, slik at tidsperiodenes variasjoner mellom årene kan bestemmes.

Dersom det installeres ei finmasket varegrind som hindrer all smolt og vinterstøing fra å passere gjennom kraftstasjonen, vil det kunne bidra til å forkorte åpningsperiodene i fisketrappa. Om våren bør det da for eksempel forsøkes å åpne fisketrappen før det slippes vann over damanlegget, slik at en størst mulig andel får mulighet til å finne denne nedvandringsveien. Om høsten kan trappa sannsynligvis åpnes i en kortere periode, dersom turbininntaket har finmasket grind og at det ikke slippes vann over dammen.

På generelt grunnlag vurderes det som gunstig at de tre vannveiene for nedvandring er lokalisert nært inntil hverandre. Dette medfører at smolt og vinterstøing ikke trenger å foreta omfattende søk i inntaksdammen. Selv om fisketrappas vannføring er den klart laveste av de tre vannveiene, vil en avstengning av alternative nedvandringsmuligheter medføre at vanninntaket til fisketrappa vil kunne oppdages hos fisk som søker i nærområdet.

Etter avstengning av trappas vannføring bør den alltid inspiseres for gjenstående fisk, og det bør etableres et system som sikrer god håndtering av slike opprydningsaksjoner.

6 Konklusjoner

- Trappeanlegget fremstår i meget god stand for oppvandring av fisk.
- Det er noen utfordringer knyttet til HMS-tiltak og tilrettelegginger for fjerning av gjenstående fisk fra kulpene.
- Det er behov for strakstiltak for å forbedre hydrauliske forhold i overgangen mellom øverste rørseksjon og lukket seksjon frem til vanninntaket/uthoppet.
- Det er behov for å etablere et reguleringsprinsipp som styrer vannslippet i fisketrappa.
- Lysåpninger i «rørtårnet» og kunstig belysning i tunnelseksjonen bør etableres.
- Øvrige tiltak er relativt enkle, men virkningsfulle, og kan inngå i en oppfølgingsplan.
- Det bør installeres ei finmasket varegrind med lysåpninger på 12-15 mm for å hindre all fisk fra å passere gjennom kraftstasjonen.
- Fisketrappa er den tryggeste vannveien for nedvandring av fisk, og perioden for vannslipp i trappa bør favne om disse periodene om våren (april-mai) og sent utpå høsten (november-desember).
- Det bør foretas fiskefaglige utredninger som definerer de viktigste periodene for nedvandring av utgytt voksenfisk om høsten, samt vinterstøinger og smolt om våren.
- Problemområder for fiskevandring gir kunstig opphopning av fisk, blant annet inne i fisketrappa. Dette medfører sannsynligvis en kunstig høy predasjon på gytebestandene fordi oter får tilgang til unaturlige fiskeansamlinger.

7 Takksigelse

Det rettes en stor takk til Linda Neset (leder i Modalen elveeigerlag) for bistand på befaring den 6. januar 2022 og for teknisk og driftsrelatert informasjon om trappekomplekset.

8 Referanser

Andersen, L. & Kirkhorn, T. 2020. Vurdering av vannføringsforhold nedstrøms Hellandsfoss kraftverk. BKK Notat. IDA-nr.: 12636950.

Direktoratet for naturforvaltning 2002. Fisketrapper i Norge. Notat 2002-3, 25 sider.

Direktoratet for naturforvaltning 2011. Handlingsplan for restaurering av fisketrapper for anadrome laksefisk. DN-rapport 7-2011, 44 sider.

Gabrielsen, S.-E. et al. 2021. Hellandsfoss kraftverk i Modalselva - effekter på fiskebiologiske forhold. LFI-rapport nr. 389, 47 sider.

Gabrielsen, S.-E., Skår, B., Lehmann, G.B., Halvorsen, G.A., Wiers, T., Normann, E. & Skoglund, G. 2019. Modalselva – Langsiktige undersøkelser av laks og sjøaure i perioden 2006 – 2016. NORCE LFI Rapport nr. 340. 27s.

Gabrielsen, S.-E., Barlaup, B. & Skoglund, H. 2014. Reetableringsplan for laks i Modalselva. Uni Research Miljø Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI). Notat 18 sider.

Gabrielsen, S.-E., B.T. Barlaup, G.A. Halvorsen, O. Sandven, T. Wiers, G.B. Lehmann, H. Skoglund, B. Skår, U. Pulg og K.W. Vollset 2011. «LIV» - livet i vassdragene – Langsiktige undersøkelser av laks og sjøaure i Modalselva i perioden 2006-2011. LFI-rapport nr. 188, 37 sider.

Garmo, Ø.A. og L.B. Skancke 2013. Modalselva i Hordaland; vannkjemisk overvåking i 2012 og 2013. NIVA – Rapport Lnr. 6555-2013, 19 sider.

Haraldstad, T., Å. Åtland, A. Hindar og R.W. Wright 2012. Kalkingsplan for Modalselva i Hordaland. NIVA-Rapport Lnr. 6451-2012, 28 sider.

Modalen elveeigerlag, udatert. Driftsplan for Modalselva 2015-2020. Rapport, 49 sider.

Pulg, U., Gabrielsen S.-E. og Normann, E.S. (2013), Gassmetning i tre LIV-elver, Matreelva, Modalselva og Vossovassdraget, LFI notat 11/2013.