

# Ål i Haldenvassdraget – tilrettelegging for trygg vandring



*Vandringshinder ved Porsnes i Halden. Foto av Stian Røed (2022).*

Semesteroppgave i NATF 301 – Praktisk naturforvaltning

Karl Ove Tvette, Simon Gran Stensrud og Stian Røed

2022

## Forord

I denne rapporten har vi framstilt forslag til tiltaksplaner som skal sikre trygg opp- og nedvandring av ål i Haldenvassdraget. Arbeidet er utført av tre naturforvaltningsstudenter ved Norges miljø og biovitenskapelige universitet, som en del av faget NATF301 (Praktisk – naturforvaltning). Tiltaksplanen er utarbeidet på oppdrag fra Haldenvassdraget vannområde, og vårt fokus har vært å bygge opp et godt kunnskapsgrunnlag som grunnlag for å gjennomføre praktiske tiltak i vassdraget.

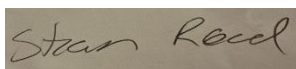
Vi ønsker å takke Lars Kristian Selbekk (vannområdeleder for Haldenvassdraget vannområde) for godt samarbeid gjennom prosjektet. Ditt bidrag har vært viktig for gjennomføringen av arbeidet, særlig i oppstartsfasen. Vi vil også takke for at dere fokuserer på ål, i større grad enn hva som tradisjonelt er blitt gjort i Norge. Økt fokus også på arter som ikke åpenbart har stor økonomisk betydning er svært viktig i en tid der tap av natur- og biologisk mangfold blir ansett som en stor trussel.

Videre ønsker vi å rette en stor takk til Frode Kroglund (seniorrådgiver hos Statsforvalteren i Agder) for ditt engasjement for vårt arbeid, solid faglige kompetanse og fantastisk formidling av relevante ressurser og litteratur.

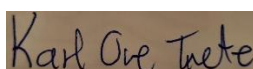
Norges miljø – og biovitenskapelige universitet, Ås, desember 2022

---

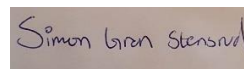
Stian Røed



Karl Ove Tvette



Simon Gran Stensrud



## Sammendrag

En kraftig nedgang i bestanden av Europeisk ål har gitt arten status som kritisk truet på IUCN`s globale rødliste over truede arter, og sterkt truet på Norsk rødliste for arter, og det tegnes et sammensatt bilde av årsakene til nedgangen. Blant viktige faktorer som trekkes fram er menneskelige inngrep i vassdrag som påvirker konnektiviteten mellom habitater som arten er avhengig av i ulike deler av sin livssyklus, og det har etter hvert vokst frem et større Europeisk engasjement for å utbedre vandringshindre. Også i Norge er det i ferd med å bli økt oppmerksomhet rundt ål, og i 2020 startet Haldenvassdraget vannområde en kartlegging av bestanden i vassdraget. I den forbindelse er vi blitt engasjert til å utarbeide en tiltaksplan for utplassering av oppvandringsfeller for glassål, samt i tillegg å vurdere tiltak for utbedring av potensielle opp- og nedvandringshindre.

Det ble gjennomført en befarings, samt digitale møter med vannområdelederen og en fagperson hos Statsforvalteren i Agder. I tillegg ble det gjennomført en litteraturstudie av tilsvarende prosjekter utført i Europa, som kunnskapsgrunnlag for våre anbefalinger. Det ble totalt identifisert fem vandringshindre, der samtlige er i forbindelse med enten aktive eller nedlagte kraftverk.

For kartlegging av oppvandrende glassål anbefaler vi å lage en rekke billige felleløsninger som plasseres ved alle potensielle, antatte oppvandringsruter for glassål. For oppvandring generelt kan det utarbeides oppvandringsramper, som plasserer enten i tilknytning til eksisterende fisketrapper eller på samme sted som de mest effektive oppvandringsfellene. Når det gjelder nedvandring forbi aktive kraftverk, anbefales det at man benytter ledegjerde med fluktåpning til alternativ nedvandringsvei, enten i forbindelse med eksisterende fisketrapper eller ved å konstruere nytt vannløp. Utplassering av oppvandringsfeller med kartlegging av oppvandrende glassål anses som høyeste prioritet og bør utføres allerede våren 2023 om mulig.

## Innhold

Forord.....	2
Sammendrag.....	3
1. Innledning.....	5
2. Material og metode.....	8
2.1 Studieområdet.....	8
2.2 Metodikk .....	9
2.2 Vandringshindre: utfordringer for trygg ålevandring .....	10
2.2.1 Porsnes.....	10
2.2.2 Skåningsfoss.....	11
2.2.3 Deledammen.....	12
2.2.4 Svanedammen .....	12
2.2.5 Brekke sluser .....	13
2.2.6 Utfordringer ved nedstrøms vandring .....	13
3. Resultater – Et dykk i relevant forskning og litteratur fra Europa .....	14
3.1 Svømmekapasitet.....	14
3.2 Oppvandring.....	15
3.3 Nedvandring forbi kraftverk.....	15
3.4 Bruk av lys.....	17
3.5 Fangst og transport av ål.....	17
4. Tiltaksplan for overvåking av oppvandrende glassål og gulål .....	18
4.1 Kartlegging av oppvandrende glassål og gulål – rekrutteringsundersøkelser .....	18
4.2 Tidsaspekt og budsjettering.....	20
5. Tiltaksplan for trygg vandring av ål .....	22
5.1 Oppvandringstiltak .....	22
5.2 Nedvandringstiltak .....	23
Referanser.....	24

## 1. Innledning

Vandringer mellom ulike habitater er en velkjent adferd og livshistoriestrategi som fremvises av et bredt spekter av arter i både akvatiske og terrestriske økosystemer (Shaw, 2016). Ved å gjennomføre såkalte migrasjoner kan individer utnytte ulike habitater til å forbedre vekst, reproduksjon eller overlevelse under ulike tider og stadier av livet (Jørgensen et al., 2008). Ål (*Anguilla anguilla*) er en katadrom fiskeart som er kjent for sin lange reproduksjonsdrevne vandring fra oppvekstområder i ferskvann til gyteområdet i Sargassohavet (Halvorsen et al., 2020). En slik vandring vil være en tilpasning og avveining mellom fordelene ved økt reprodutiv suksess, og risikoen for økt dødelighet under vandring (Lennox et al, 2018).

Ålen har en unik og kompleks livshistorie, preget av store morfologiske og fysiologiske forandringer mellom de ulike livsstadiene (Thorstad et al., 2011). Flere aspekter av artens biologi er fremdeles ukjent, og det er særlig kunnskapen omkring selve gytingen og de tidligste livsstadiene som er mangelfull. Likevel antar man at arten gyter i Sargassohavet, der plommesekkklarver klekker og utvikler seg til pelagiske leptocephaluslarver som driver med vannstrømmene mot Europa og nordlige deler av Afrika. Larvene gjennomgår så en metamorfose og blir til glassål, før de vandrer inn mot kysten der de etter hvert vil pigmenteres og få en gulaktig farge. Ålen tilbringer så store deler av sitt liv som gulål, der næringssøk og kroppslig vekst står i fokus. Studier av kjemiske sammensetninger i otolitter (ørestein) har vist at noen individer tilbringer hele denne livsfasen (altså hele fasen som gulål) i saltvann, mens andre vandrer opp i brakk - og eller ferskvannssystemer. Etter noen år vil ålen så gjennomgå en siste metamorfose, der den forvandles til blankål før den starter sin tilbakevandring mot Sargassohavet for å gyte (Russel & Potter, 2003).

Ål har vært en økonomisk, kulturelt og økologisk viktig art i både europeisk og norsk sammenheng. Den har vært en av få ferskvannsarter som har blitt profesjonelt utnyttet i næring, og arten finnes på en rekke byvåpen i Europa. I 2009 havnet ål på CITES-listen over truede arter som utsatt ulovlig handel, det vil si smugling ut av Europa, med antatt volum på

over 100 tonn glassål smuglet ut av EU årlig (Frode Kroglund, personlig kommunikasjon, 3.okt. 2022). Rapporten “The West Sutherland Elver Survey” fra 2008 fremhever den økologiske betydningen av arten (sett inn referanse til rapporten her). Det anslås her at ålen tidligere representerte mer enn 50% av stående biomasse i de fleste akvatiske økosystemer i Europa. Arten har således utgjort en signifikant del av næringskjeden, og var et viktig bindeledd i næringstransporten fra og til sjøen. Arten ansees også for å være en nøkkelart som har bidratt til balanse i elvesystemer, med sin rolle som både predator og bytte. Gjennom studiet har de funnet at ålens diett skiller seg fra laksefisk ved at ålen i større grad utnytter bentiske invertebrater. I kalkrike elver er det således ikke funnet tegn på at laksefisk påvirkes negativt av predasjon eller næringskonkurranse fra ål. Som byttedyr selekteres ål av blant annet oter, fiskeørn og hegre på grunn av sitt høye fettinnhold. Oppvandrende glassål og gulål er også funnet å være en særs viktig næringskilde under hekkesesongen for mange fuglearter (Marshall & May, 2008). En studie på to stedegne arter av ål i Japan har påvist at ål også kan fungere som «surrogat-art», det vil si en art som kan representere andre arter eller aspekter ved økosystemet for å oppnå bevaring av biologisk mangfold (Caro, 2010). Gjennomføring av aktiviteter for å restaurere og beskytte populasjonene av ål vil trolig i stor grad kunne bidra til gjenoppretting og ivaretagelse av økosystemer og økosystemtjenester (Itakura, Wakiya, Gollock & Kaifu, 2020).

De siste tiårene har det vært en betydelig nedgang i bestanden av ål, noe som har ført arten inn på IUCN sin rødliste som kritisk truet (Pike et al., 2020) og arten er i tillegg vurdert som sterkt truet på Norsk rødliste for arter (Hesthagen et al., 2021). En sammensetning av biologiske, miljømessige og menneskelige påvirkningsfaktorer pekes ut som årsaksforklaring for nedgangen, og av de menneskeskapte utfordringene regnes overhøsting, akvakultur, habitatreduksjon og vassdragsregulering som avgjørende påvirkningsfaktorer (Thorstad et al., 2010., Hesthagen et al., 2021).

Til tross for at ål i mange år har levd i skyggen av anadrom fisk hva gjelder oppmerksomhet i Norge, har det etter hvert vokst frem et stort europeisk engasjement for å få bestanden tilbake til gamle høyder (Clavero & Hermoso, 2015). Blant annet vedtok EU i 2007 en forskrift om gjenoppbygging av ålebestanden, og i forbindelse med dette har utbedring av vandringshindre som følge av vannkraft og annen utbygging i vassdragene fått et større fokus for å bedre forholdene for både opp og nedvandring (Thorstad et al, 2010).

I 2020 startet Haldenvassdraget vannområde i samarbeid med Utmarksforvaltning AS og HAVASS fiskelag en kartlegging av ål i de nedre delene av Haldenvassdraget (Utmarksforvaltningen AS & Haldenvassdraget vannområde, 2020). Det ble da gjennomført prøvefiske med ruser på et utvalg av lokaliteter i vassdraget og utført eDNA analyser i hele vassdraget. I Femsjøen ble prøvefisket gjennomført med 15 rusedøgn i 2020, og oppfulgt med 15 nye rusedøgn i 2021. Gjennom prøvefisket ble det kun fanget én voksen ål i Femsjøen. Av de 46 eDNA analysene som ble gjennomført var det kun fire som ga utslag på ål, tre av disse på ulike lokaliteter i Tista og den siste like nedstrøms for Brekke sluser. I tillegg kom det under dette arbeidet frem informasjon om flere episoder med ål i vanninntaket til Norske Skog sitt anlegg ved Porsnes. Basert på resultatet fra dette arbeidet og det begrensede antallet observasjoner registrert i Artskart (<https://artskart.artsdatabanken.no/>) ble det antatt at bestanden trolig er svært liten og sårbar. Det er også antatt at rekrutteringen av ål og vandringsmulighetene opp Tistedalen og også ovenfor Brekke sluser er negativt påvirket av omfattende menneskelig aktivitet i vassdraget (L.K. Selbekk, personlig kommunikasjon, 12 september 2022). I den forbindelse ønsket Haldenvassdraget vannområde at vi kunne utarbeide et forslag til en tiltaksplan for overvåking og analyser av rekrutteringen av gulål til systemet. Videre ønsket man en tiltaksplan for tilrettelegging for trygg vandring forbi eksisterende vandringshindre.

## 2. Material og metode

### 2.1 Studieområdet

Studieområdet omfatter som helhet sørlige deler av Haldenvassdraget, og representeres av fire lokaliteter i Tista og en ved Brekke sluser (Figur 1). Haldenvassdraget er et stort elve- og innsjøsystem sør-øst i Viken, med en lengde på rundt 132 km og et høydenivå på 386-0 moh. Fallet utnyttes til kraftproduksjon i fem kraftverk mellom Ørje og Halden, og en rekke sluser påbegynt allerede i 1852 utgjør i dag viktige kulturminner. Vassdraget karakteriseres av store, grunne lavlandsinnsjøer og har sitt utløp i Iddefjorden rett sør for Halden (NVE, 2021).



Figur 1. Oversiktskart som viser studieområdets geografiske plassering (venstre). De fem lokalitetene i Haldenvassdraget der det er gjort undersøkelser og planlagt videre tiltak er markert med røde punkter (høyre).

Femsjøen utgjør den siste innsjøen i vassdraget og er en kalkfattig, humøs innsjø beliggende 79 meter over havet og vurdert til å være i “moderat økologisk tilstand”. Innsjøen har rike forekomster av fisk, med arter som abbor (*Perca fluviatilis*), gjedde (*Esox lucius*), hork (*Gymnocephalus cernua*), lake (*Lota lota*), mort (*Rutilus rutilus*), flire (*Blicca bjoerkna*) og brasme (*Abramis brama*) som vanlig forekommende (vann-nett, u.å). Enkelte forekomster av ål er dokumentert i senere tid, men i Iddefjorden samt i det tilknyttede vannområdet Enningdalen finnes ål i store deler av området (Utmarksforvaltningen AS & Haldenvassdraget



vannområde, 2020). Sør-vest for innsjøen starter vassdraget sin ferd mot havet og får sin siste reise ved elva Tista i 4,8 km gjennom Tistedalen. I øst er Stenselva bindeleddet mellom Femsjøen og Aspern. Både Stenselva og Tista er preget av stor menneskelig påvirkning. Rundt 1 km øst for innsjøen utgjør Brekke sluser Europas høyeste sammenhengende slusestrapp (Visit Norway, 2022) og i Tista finnes både kraftverk, vanninntak til industri og flere fisketrapper.

## 2.2 Metodikk

I forbindelse med vår kartlegging ble det gjennomført et oppstartsmøte med leder for Haldenvassdraget vannområdet, Lars Kristian Selbekk 12.09.2022. Vi organiserte også et møte med fiskeforvalter Frode Kroglund ved Statsforvalteren i Agder den 3.10.22 fordi han er ansett som en ressurs og “kunnskapsbank” hva gjelder ål og vandringsiltak i Norge. I tillegg ble det gjennomført en fysisk befarings av aktuelle interessepunkter innenfor studieområdet den 15.09.2022.

Vi har videre gått igjennom relevant faglitteratur og vitenskapelige artikler fra liknende prosjekter i Norge og utlandet, og benyttet oss av kunnskapen og erfaringen fra disse i vurderingen av hvilke konkrete tiltak som vil være mest formålstjenlig i vårt tilfelle.

For oppvandrende glassål har vi vurdert plassering og utforming av oppvandringsfeller, samt eventuelle tiltak for å bedre mulighetene for naturlig vandring. For voksen, utvandrende ål har vi vurdert mulige tiltak for å sikre trygg nedstrøms vandring forbi eksisterende hindringer.

Videre følger en oversikt over de fem konkrete vandringshindringene.

## 2.2 Vandringshindre: utfordringer for trygg ålevandring

I motsetning til oppvandrende laksefisk følger ikke glassål den sterkeste strømmen, men ser etter alternative vandringsruter ved fosser, demninger ol. Glassål er dårligere til å svømme i sterk strøm, men dyktige klatrere. Det er kjent at ål kan klatre vertikale vegger, og tilbringe lengre tid på land. Dette krever at underlaget er fuktig og av et materiale som ålen får grep (Thorstad et al, 2010).

### 2.2.1 Porsnes

Ål som vandrer fra sjøen og opp elva Tista vil allerede etter en kort vandring på 1,6 km møte sine første vandringshindre. Ved Porsnes deler elveløpet seg i to løp, der det nordlige løpet er avsperrret med sluser og det sørlige løpet er oppdemt. Ved demningen i det sørlige løpet er det etablert en laksetrapp, med en gjennomsnittlig vannføring på 1 m<sup>3</sup> per sekund.

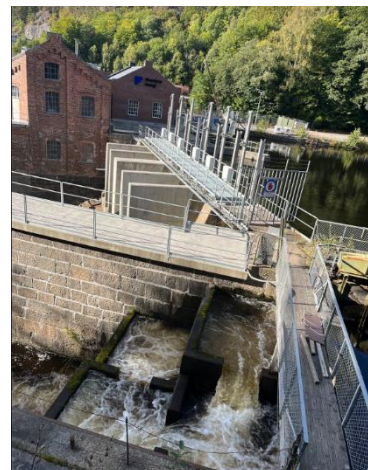
Laksetrappen vil kunne anvendes som vandringsvei for ål, men vannføringen er trolig så stor at den i størst grad vil kunne ansees å fungere som nedvandringsvei. Langs elveløpet renner er det også en kanal, og ved rette forhold renner vannet over og ned i Tista, noe som potensielt sett vil muliggjøre oppvandring av klatrende gulål (Figur 2).



Figur 2. Vandringshinder og laksetrapp ved Porsnes. Foto av Stian Røed (2022)

### 2.2.2 Skåningsfoss

En kilometer oppstrøms for Porsnes møter oppvandrende ål sin neste utfordring, Skåningsfossen. Her er elva oppdemt og vannfallet på 7,7 meter utnyttes til kraftproduksjon. Det er også her en laksetrapp, dog med betydelig høyere vannføring enn ved Porsnes (Figur 3). Oppvandring av gulål ved Skåningsfoss antas derfor å være svært begrenset med mindre tiltak iverksettes, mens nedvandring vil være mulig gjennom laksetrappa.



Figur 3. Laksetrapp og demning ved Skåningsfoss. Foto av Stian Røed (2022).

### 2.2.3 Deledammen

For ål som har forsert hindringene ved Porsnes og Skåningsfoss vil neste hinder møtes etter ca 4,5 kilometer ved Deledammen. Her er elveløpet kunstig delt i to og oppdemt (Figur 4).

Vannføringen gjennom løpene vurderes som for sterk for oppvandrende glassål, men den kan muligens komme seg opp langs stein/murkant ved lave vannføringer. Det mest optimale må være å sørge for en åpning av elva om mulig (nedlagt kraftverk), men også tiltak som reduserer mengden vann gjennom ett av løpene vil kunne gjøre forholdene bedre for oppvandrende glassål (Figur 4).



Figur 4. Demningen ved Deledammen sett ovenfra. Foto Stian Røed (2022).



Figur 5. Demningen ved Svanedammen. Vanninntak til passasje som sikrer vannstrøm nedstrøms anleggsområdet til ny demning sees til venstre i bildet. Foto av Stian Røed (2022).

### 2.2.4 Svanedammen

Etter passering av Deledammen vil ålen etter kort tid møte Svanedammen. Svanedammen demmer opp nedre deler av Femsjøen, og fremstår idag som en absolutt hindring for oppvandrende ål (Figur 5). Det skyldes dog at demningen per september 2022 ikke slipper ut noe vann, ettersom det foregår utbygging av ny demning nedstrøms.

### 2.2.5 Brekke sluser

Dersom ålen ønsker å vandre østover fra Femsjøen via Stenselva vil den møte en stor hindring ved Brekke sluser. Her er elva demt opp av en demning på 26 meter for kraftproduksjon (Figur 6). I tillegg finnes et løp med fire slusekammer (Figur 7). Oppstrøms vandring vil således trolig kunne forekomme mens slusene er i aktiv bruk og ved at kamrene fylles med vann.



Figur 7. Slusekamrene ved Brekke. Foto hentet fra Visitoestfold.com den 14.11.2022.

### 2.2.6 utfordringer ved nedstrøms vandring

For nedvandring av voksen ål vil alle de ovennevnte vandringsbarrierene kunne fremstå som hindringer, men det er dog lettere for ålen å passere flere av disse under nedvandring enn oppvandring. Da ålen følger hovedstrømmen vil hovedutfordringen ved nedvandring være dødelighet knyttet til passering gjennom turbinene ved kraftverkene ved Brekke og Skåningsfoss, samt ved Saugbrugs sitt anlegg ved Porsnes og ved Svanedammen.



Figur 6. Demningen ved Brekke. Foto Stian Røed (2022).



Figur 8. Voksen ål i vanninntaket til Norske Skog sitt anlegg på Porsnes. Foto av Lars Kristian Selbekk (2022).

I vanninntaket ved Porsnes har det flere ganger blitt dokumentert voksen ål, som er tatt ut og sluppet fri nedstrøms (Figur 8).

### 3. Resultater – Et dykk i relevant forskning og litteratur fra Europa

I dette kapittelet presenterer vi noen av de viktigste resultatene fra vår litteraturstudie. Dette omfatter i hovedsak forskning som er gjort på utfordringer knyttet til ålens vandring og hvordan man gjennom tiltak kan tilrettelegge for bedre vandrings forhold. Kunnskapen herfra vil i kombinasjon med praktisk erfaring fra felt danne hovedgrunnlaget for de anbefalingene og tiltaksplanene vi fremstiller videre i denne oppgaven.

#### 3.1 Svømmekapasitet

Kritisk svømmekapasitet for glassål er antatt å være 0,1-0,25 m/s, og med maksimal svømmekapasitet på 0,3 m/s. Når det gjelder voksen, nedvandrende blankål må vannhastigheten være under 0,5 m/s for at den ikke skal bli trukket ned i turbininntak eller bli hengende fast på ledegjerde/grind (Tabell 1) (Fjeldstad et al., 2018).

Tabell 1. oversikt over kritiske verdier for svømmekapasitet og spaltevidder for ulike livsstadium av ål (Fjeldstad et al., 2018).

<i>Ål, livsstadium</i>	<i>Kritisk svømmekapasitet</i>		<i>Kritisk spaltevidde/kroppsbredde</i>	
	<i>Vinkel* 21-90°</i>	<i>Vinkel* &lt; 20°</i>	<i>Vinkel* 21-90°</i>	<i>Vinkel* &lt; 20°</i>
<i>Glassål (&lt; 8 cm)</i>	<i>10 cm/s</i>	<i>25 cm/s**</i>	<i>1-2 mm</i>	<i>1-2 mm</i>
<i>Gulål (14 cm)</i>	<i>15 cm/s</i>	<i>30 cm/s</i>	<i>3 mm</i>	<i>3 mm</i>
<i>Gulål (30 cm)</i>	<i>20 cm/s</i>	<i>40 cm/s</i>	<i>9 mm</i>	<i>12.5 mm</i>
<i>Blankål (50 cm)</i>	<i>40 cm/s</i>	<i>50 cm/s</i>	<i>15 mm</i>	<i>20 mm</i>

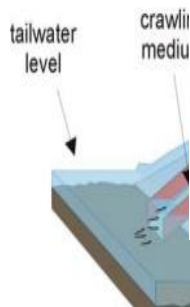
### 3.2 Oppvandring

En viktig faktor i forbindelse med oppvandrings-tiltak er kombinasjonen mellom vannmengde/strømhastighet og substrat i installasjonen. Substratet bør ha en ru/ujevn overflate som hindrer vannet i å renne i en hard, rett strøm. I tillegg bør det ikke være mer vann enn at glassålen får benyttet sin naturlige atferd med å søke til grunt vann samt å kombinere svømming og klatring/kryping.

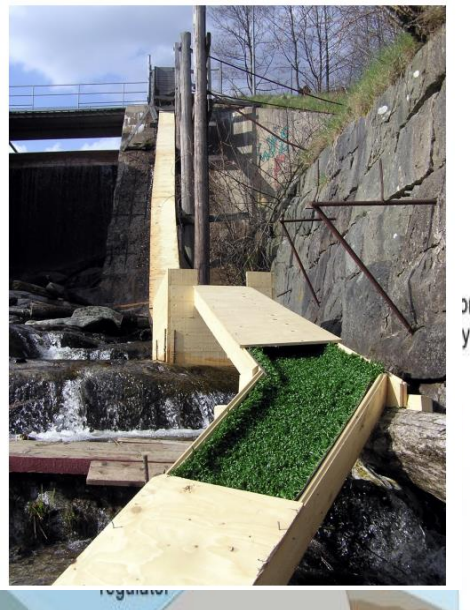
Løsninger som ofte er anvendt i den forbindelse er ramper med jevn stigning, ru overflate av eks.

knotteplast/kunstgress, samt sildrende

vann som tilføres enten naturlig fra elva eller via et pumpesystem (Figur 9). Installasjonen kan utformes med felle dersom målet er å samle/registrere glassål. Når det gjelder plassering av rampe i vannsøyla, er det kjent at glassål vandrer i overflaten. Enden på rampa bør nok likevel plasseres noe ned i vannet slik at fisken svømmer rett på substratet og får en lett vei opp på rampa. For å unngå predasjon bør hoveddelen av rampen utformes som tunnel eller med tette sider og tak (Figur 10) (Solomon & Beach, 2004).



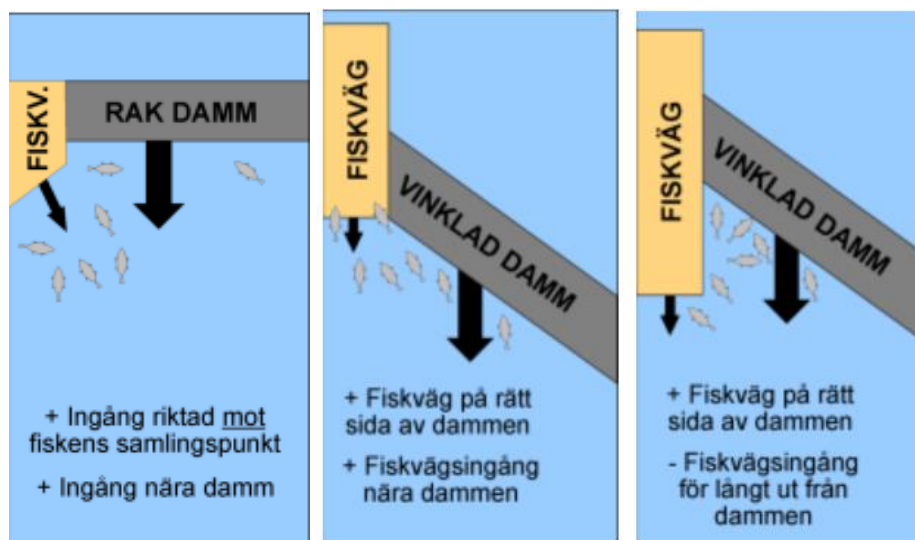
Figur 9. Skisse av oppvandringsrampe



Figur 10. Bilde av en «innebygd» rampe som sikrer oppvandrende ål mot predasjon (Kilde: Calles et al, 2013)

### 3.3 Nedvandring forbi kraftverk

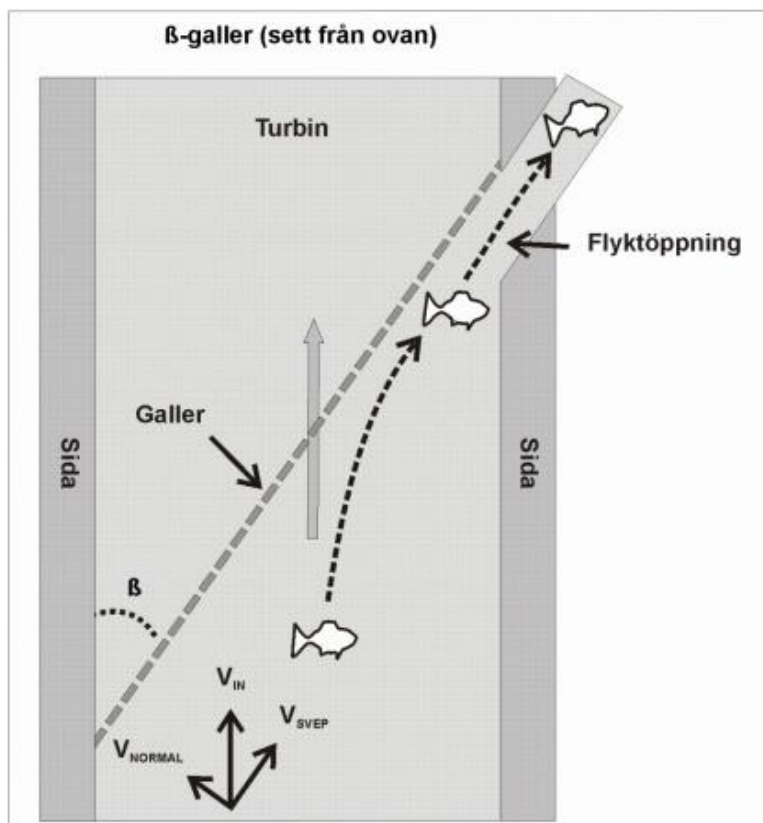
Når det gjelder nedvandring forbi kraftverk er et av hovedproblemene for ål at de følger hovedstrømmen inn i kraftturbinene, med påfølgende negative konsekvenser som blant annet høy dødelighetsrate. Det bør derfor utvikles varegrind med ledeelementer som fører fisken til et alternativt vannløp forbi kraftverket. En slik omdirigering bør skje nær selve vanninntaket for å oppnå best effekt. Plasseringen av den alternative vandringsveien er av stor betydning for om den vil fungere (Figur 11).



Figur 11. Optimal plassering av alternativ vandringsvei (De to figurene til venstre) ved rette og vinklede dammer (demninger), sammenlignet med mindre optimal løsning der fisken ikke like enkelt finner veien (høyre). Legg også merke til retning på fluktåpning ved rett dam, som minimerer risikoen for at fisken ikke finner åpningen. (Kilde: Calles et al, 2012).

Størrelsen på spalteåpningene i ledegjerdet må vurderes ut fra hensyn til overlevelse hos ål og hensyn til minimal påvirkning på vannføringen mtp kraftproduksjon. Vannhastigheten vinkelrett på grinda bør ikke overskride 0,5 m/s for voksen ål og plassering av grind bør gjøres slik at den ikke står i mer enn rundt 30 graders vinkel ut fra hovedstrømmen. Dette både for å redusere vannhastigheten, og for å lede fisken til alternativt løp. En slik avledning av fisk er lettere jo mindre vinkelen avviker fra hovedstrømmen. Mindre vinkel fra hovedstrømmen minimerer risikoen for at ålen ikke kolliderer med selve ledegjerdet, og hindrer også i kombinasjon med vannhastighet under 0,5 m/s at ålen ikke blir «hengende fast» i gjerdet (Fjeldstad et al, 2018). Liknende løsninger med utforming av ledegjerder og plassering av alternativ vandringsvei kan for øvrig også brukes ved dammer, sluser og andre anordninger som krever alternativt nedvandringsløp for å sikre nedvandring (Figur 12). Når det gjelder spalteåpning i ledegjerdet bør det tas sikte på 20 mm åpning ved  $\leq 20^\circ$  på ledegjerdet relativt til hovedstrømmen, og 15 mm åpning ved  $20 - 90^\circ$  (Tabell 1).





Figur 12. Skisse av en anordning for alternativ vandringsvei sett ovenfra, med både ledegjerder og fluktåpning og der  $B$  viser vinkel mellom kanalens side og ledegjerde. I tillegg demonstrerer figuren med piler viktigheten av å vite vannhastigheten slik vannstrømmen treffer ledegjerdet ( $V_{in}$ ), og resulterende vannhastighet parallelt med gjerdet ( $V_{svep}$ ) og vinkelrett på gjerdet ( $V_{normal}$ ). (Calles et al, 2013).

### 3.4 Bruk av lys

Forskning har vist at utvandrende blankål velger å vandre i de mørklagte delene av elva dersom partier av elva er opplyst. Lys kan derfor brukes for å lede ål mot alternative nedvandringsveier, som en ekstra sikring for å unngå at fisk treffer ledegjerder (Calles et al., 2013).

### 3.5 Fangst og transport av ål

I noen tilfeller der det befinner seg flere vandringshindre etter hverandre, er innfangning og transport av ål oppstrøms for vandringshindre et alternativ som kan og bør vurderes. Det skyldes i hovedsak at man da vil redusere den totale belastningen og stresset som påføres oppvandrende glass og gulål, og utvandrende blankål ved vandring forbi hindringer (Fjeldstad et al., 2018). Fangsten kan gjennomføres ved hjelp av relativt enkle felle anretninger som det vil bli beskrevet mer om i påfølgende "tiltaksplaner".

## 4. Tiltaksplan for overvåking av oppvandrende glassål og gulål

### 4.1 Kartlegging av oppvandrende glassål og gulål – rekrutteringsundersøkelser

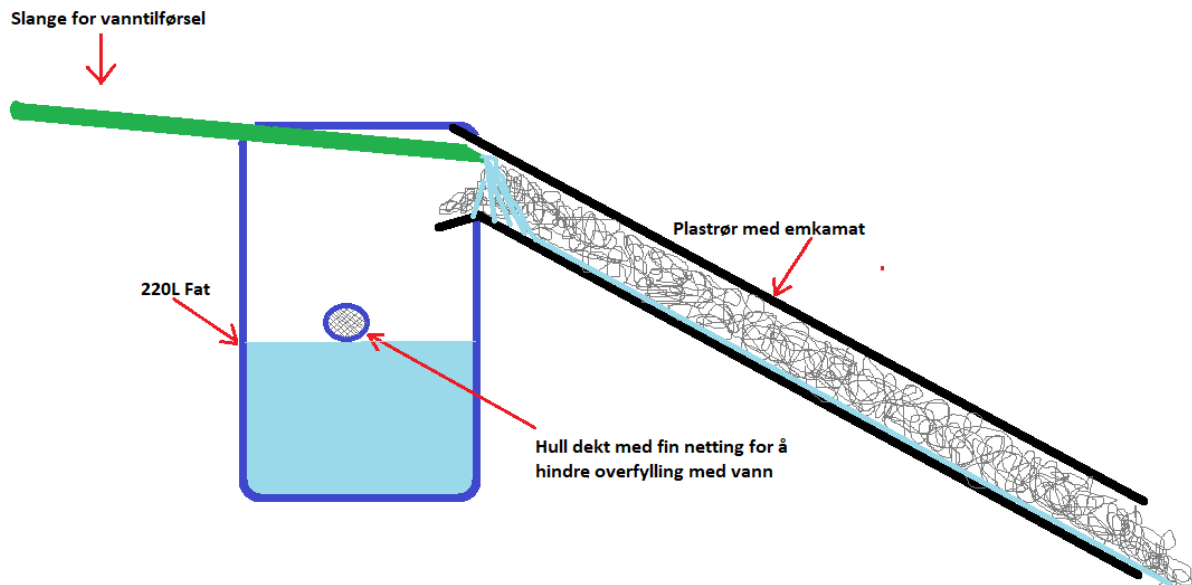
Tidligere forsøk på fangst av ål i Haldenvassdraget har fokusert på fangst av voksen ål i Femsjøen. Vi vil heller anbefale å kartlegge “tilveksten” av oppvandrende glassål lenger nede i vassdraget fremfor fangst av voksne individer. Ål har høy dødelighet i de tidlige livsfasene og en har derfor et potensielt større antall ål som kan fangstes i tidligere livsstadier og derfor økt sannsynlighet for å kunne påvise ål. En kan også i større grad forutsi hvilke årstider som egner seg best for fangst, ettersom hovedandelen av oppvandring foregår tidlig på sommeren. Vandrende ål er også enklere å fange enn stasjonær ål siden vandringen foregår på begrensede områder, altså opp Tista. Naturlige og menneskeskapte dammer og fosser skaper flaskehals for vandring, og dette vil være naturlige plasser å fokusere fangstinnnsatsen. For å kartlegge i hvilken grad de ulike demningene utgjør oppvandringshinder for ål vil vi derfor anbefale fangst nedstrøms de ulike vandringshindringen, fra Porsnes og opp til Brekke sluser. Det kan også være lurt å sette feller i andre vassdrag som renner ut i Femsjøen for å undersøke om ålen også benytter seg av disse, - som Røjrelva, Rødselva og Ganerødelva. Ganerødelva går fra Erte og ned i Stenselva. Det er flere små dammer og demninger i Ganerødelva, men ingen kraftproduksjon. Erte, innsjøene og tjernene rundt kan også være fine oppvekstområder for ål.

Selv om det er funnet voksen ål helt til Femsjøen, kan det være lurt å starte ved første vandringshinder. Det kan tenkes at selv de små nederste dammene er med på å begrense oppvandring. Vi tar utgangspunkt i at Brekke sluser er en så godt som en fullstendig vandringsbarriere for oppvandrende ål, og anbefaler derfor å fokusere fangsten nedstrøms for Brekke sluser.

Fangst av oppvandrende glassål kan gjøres ved enkle feller som trenger lite tilsyn eller eventuelt ved el-fiske av kyndig personell. Feller basert på oppvandringsstiger for glassål vil fange ålen i en tank med vann. Glassålen kan så telles og slippes ut igjen etter fangst. Fellene bør plasseres nedstrøms for hver demning og i begge løpene i Tistedalsfossen. El-fiske kan utføres i grunne stillestående partier av det vestlige løpet i Tistedalsfossen. For å kartlegge i

hvilken grad demningene utgjør vandringshinder bør fanget glassål ikke settes ut oppstrøms for fella, men settes ut igjen der de først klatrer opp i oppvandringsstigen. På denne måten slipper man bias ved at ål som har blitt flyttet over et vandringshinder blir fanget ved neste.

Feller som benyttes til fangst av glassål kan være relativt enkle og billige innretninger. Vi har laget en illustrasjon som viser ett tverrsnitt av hvordan en slik felle kan se ut (Figur 13), og vil senere også vise foto av faktiske installasjoner.



Figur 13. Tverrsnitt av en enkel ålefelle. Illustrasjon av Karl Ove Tvette

Oppvandringsfeller kan bygges av enkle PVC-rør fylt med emkamat som fører til en oppbevaringstank med vann, tanken kan være et standard 220l fat (Figur 14, venstre). For at fellen skal fungere anbefales det at inngangen på røret legges i vann like ved vandringshinderet og at det kontinuerlig renner vann gjennom røret. Andre enkle feller kan bygges som oppvandringsstiger av takrenner kledd i knotteplast, en hageslange for vanntilførsel og et 220L fat med vann til oppbevaringstank av fanget ål (Figur 14, høyre)



Figur 14. Foto av en ålefelle bygget av 220l fat, PVC-rør og emkamat (venstre). Foto fra Frode Kroglund. Foto av ålefelle med oppgangsstige kledd i knotteplast (høyre). Foto fra European eel foundation (2022).

Fellene bør plasseres nært vandringsbarrierene, på plasser hvor strømmen ikke er for sterk for oppvandring. Ved Porsnes og Skåningsfoss kan de plasseres ved laksetrappene, eller mellom laksetrapp og demning. Ved Tistedalsfossen bør det plasseres feller ved hvert løp nedstrøms for fossen, nedstrøms for Deledammen og nedstrøms for Svanedammen. Vi anser strekningen Svanedammen til bunnen av Tistedalsfossen som det største vandringshinderet nedstrøms for Brekke.

For å kartlegge om glassålen greier å passere Tistedalsfossen-Svanedammen, kan feller plasseres i flere bekker med tilløp til Femsjøen. Ved siden av Brekke kan det settes feller i andre tilløp til Femsjøen, både for å kartlegge om ålen vandrer gjennom Svanedammen, men også for å undersøke om andre deler av vassdraget benyttes. Det vil antakelig også være enklere å installere fangstinnretninger i Ganerødelva (fra Erte) og Rjørelva (Håkenby) enn ved Brekke sluser. Brekke har et fall på 26m og en kan derfor få en utfordring med vanntilførsel til fellene. En kan sette feller ved slusekanalen, men dette kan bli utfordrende ettersom det er båttrafikk gjennom slusene om sommeren.

#### 4.2 Tidsaspekt og budsjettering

Under samtaler med leder for Haldenvassdraget vannområde kom det tydelig frem at det var ønskelig med en videreføring deres åleprosjektet og engasjementet for å bedre forholdene for

ål i vassdraget også i 2023. Det ble også gjort klart at tilgangen på økonomiske midler var begrenset, men at engasjementet for å arbeide med prosjektet, om så dugnadsbasert, var stort. Vi har derfor fremmet forslag til tiltak som innebærer relativt lave kostnader, slik at vannområdet har muligheten til å følge opp forslagene og gjennomføre tiltakene. Vi ser for oss at utplasseringen av feller kan og bør iverksettes allerede til neste vandrings sesong, våren 2023.

## 5. Tiltaksplan for trygg vandring av ål

Selv om vi har blitt gitt i oppgave å fokusere på kartlegging av glassål og rekruttering i Haldenvassdraget, har vi også valgt å se litt på hvordan man kan tilrettelegge for trygg vandring både oppstrøms og nedstrøms i systemet da dette på mange måter henger tett sammen. Dersom det viser seg at rekrutteringen av ål er god, mener vi det bør etterstrebes å raskt iverksette tiltak for trygg opp og nedvandring. Det skal dog nevnes at en del av disse tiltakene er noe mer kostbare enn fangstinnretningene beskrevet tidligere i oppgaven.

### 5.1 Oppvandringstiltak

Etter å ha kartlagt hvilke demninger som utgjør vandringshinder, kan man installere “oppvandringsstiger” for glassål. Fordelen med å installere disse etter å ha gjort kartleggingsfangst, er at man kan gjøre seg flere observasjoner under fangsten. Det være seg hvilke demninger som utgjør oppvandringshinder, og hvor det er best å plassere oppvandringsstiger ved hvert hinder. Disse bygges på samme prinsipp som inngangene til ålefellene, men i større skala. Stigene kan bygges av et tykkere PVC-rør fylt med emkramat, eller som en større renne kledd med knotteplast eller kunstgress. Siden fellene og stigene er bygd på samme prinsipp, kan man bruke erfaringer fra plasseringen av feller til å finne ut hvor det er mest naturlig å plassere oppvandringsstigene. Ved Porsnes bør oppvandringsstige sannsynligvis plasseres i forbindelse med muren til venstre for laksetrappa hvor også oppvandringsfeller er planlagt, og ved Skåningsfoss kan oppvandringsstige potensielt plasseres over fisketrappa, som et slags overbygg med noe klaring ned til betongelementene i trappa. Ved Deledammen anbefaler vi at hindringen fjernes om mulig da dette er installasjon fra et nedlagt kraftverk. Dersom dette ikke er mulig vil det være optimalt å sørge for at en betydelig del av vannet kun går igjennom ett av løpene, slik at det andre løpet har betydelig mindre vann og dermed muliggjør oppvandring for glassål. Det kan også vurderes oppvandringsstige forbi dette stryket.

Høyere opp i vassdraget er det vanskeligere å forutsi plassering. Det vil komme an på hvilket av løpene i Tistedalsfossen glassålen benytter seg av og hvordan den nye Svanedammen som er under oppføring blir utformet. Ettersom det skal bygges en ny dam like nedstrøms for den eksisterende Svanedammen, er det kanskje mulig å ta høyde for en ålestige under bygningsarbeidet. Ved Brekke sluser **kan** det settes opp en stor vandringsstige fra toppen av demningen og ned, eller feller for å fange glassål nedstrøms for så å transportere dem over

demningen. Hvorvidt det er relevant og frakte blankål over Brekke er usikkert, ettersom det per nå ikke finnes noe godt nedvandringalternativ for blankål.

Vi vil også foreslå å vurdere muligheten for å fjerne installasjoner og gjenopprette naturlige elveløp ved nedlagte kraftverk dersom dette er mulig. En tilbakeføring til tilnærmet naturlig tilstand vil som oftest være det aller beste alternativet.

## 5.2 Nedvandringstiltak

For å tilrettelegge for og sikre trygg nedvandring er man avhengig av å gjøre undersøkelser av hvilke hindringer som utgjør størst risiko for vandrende ål. Som tidligere nevnt følger utvandrende ål hovedstrømmen i vassdraget, noe som gjør den særlig utsatt for ufrivillig vandring igjennom vanninntak til både kraftverk og industri, med påfølgende økt risiko for skader og død. Det er derfor særlig ved de to kraftverkene ved Svanedammen og Skåningsfoss, samt vanninntaket til Saugbrugs sitt anlegg at slike tiltak vil ha størst positiv effekt og bør iverksettes.

Den optimale løsningen i slike tilfeller antas å være utforming av såkalte alternative vandringsveier. Ved hjelp av ledegjerder, med utforming etter teorien presentert i kapittel 2, ønsker man da å føre vandrende ål bort fra vanninntaket og til en alternative passasje som er tilpasset formålet.

Slike tiltak er svært kostbare sammenlignet med fellene som er beskrevet tidligere, og både utforming og bygging/tilpasning er også relativt sett tidkrevende. Det blir derfor kanskje ikke aktuelt at Haldenvassdraget vannområde gjennomfører slike tiltak kun på eget initiativ. Det kan allikevel gjøres et forsøk på å opprette kontakt med de aktuelle aktørene som har eier- og næringsinteresser i vassdraget, for å skape en felles arena der slike tiltak kan drøftes. Slike aktører råder ofte over betydelig økonomiske midler, og med vilje og forståelse for problematikken, vil det trolig være mulig å få dem med på laget. Det skal her nevnes at Saugbrugs allerede har engasjert seg i tematikken, med stadige rapporteringer om fangst av levende glassål i sitt vanninntak, også under tiden vi har vært involvert i prosjektet.

## Referanser

Calles, O., Degerman, E., Wickström, H., Christiansson, J., Gustafsson, S., & Näslund, I. (2013). Anordninger for opp- og nedstrømspassage av fisk ved vattenanleggninger: Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft. Hentet fra: <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1366331&dswid=-5387>

Calles, O., Gustafsson, S., & Österling, M. (2012). *Naturlika fiskvägar i dag och i morgon*. Karlstads universitet. Hentet fra: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:516568/FULLTEXT01.pdf>

Caro, T. 2010. *Conservation by proxy indicator, umbrella, keystone, flagship, and others surrogate species*. Island Press, Washington, D.C., USA. Hentet fra: [https://www.researchgate.net/publication/45258016\\_Conservation\\_by\\_Proxy\\_Indicator\\_Umbrella\\_Keystone\\_Flagship\\_and\\_Other\\_Surrogate\\_Species](https://www.researchgate.net/publication/45258016_Conservation_by_Proxy_Indicator_Umbrella_Keystone_Flagship_and_Other_Surrogate_Species)

Clavero, M., & Hermoso, V. (2015). Historical data to plan the recovery of the European eel. *Journal of Applied Ecology*, 52(4), 960-968. Doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12446>

D. May & S. Marshall (2008). West Sutherland Elver Survey. Communities Project for Highland Biodiversity Ref: CPHB12. Hentet fra: <https://www.eelregulations.co.uk/pdf/wses.pdf>

Fjeldstad, H. P., Pulg, U., & Forseth, T. (2018). Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk: kunnskapsoppdatering og mønsterpraksis. Hentet fra: <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/2486255>

Haldenvassdraget vannområde & Utmarksforvaltningen. (2020). *Kartlegging av ål i Haldenvassdraget. Prøvefiske med åluser i Bjørkelangen, Rødenesjøen, Aremarksjøen og Femsjøen*. Hentet fra: [https://www.haldenvassdraget.org/files/ugd/990aba\\_bd552830dd74459e8e70f5f1da1cf833.pdf](https://www.haldenvassdraget.org/files/ugd/990aba_bd552830dd74459e8e70f5f1da1cf833.pdf)

Halvorsen, S., Korlund, L., Gustavsen, P. Ø., & Slettan, A. (2020). *Environmental DNA analysis indicates that migration barriers are decreasing the occurrence of European eel (Anguilla anguilla) in distance from the sea*. *Global Ecology and Conservation*, 24, e01245. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01245>

Hesthagen T, Wienerroither R, Bjelland O, Byrkjedal I, Fiske P, Lynghammar A, Nedreaas K og Straube N (24.11.2021). Fisker: Vurdering av ål *Anguilla anguilla* for Norge. Rødlista for arter 2021. Artsdatabanken. Hentet fra: <https://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021/1381>

H. Itakura, R. Wakiya, M. Gollock & K. Kaifu (2020). Anguillid eels as a surrogate species for conservation of freshwater biodiversity in Japan. *Scientific Reports*, 2020; 10 (1) DOI: [10.1038/s41598-020-65883-4](https://doi.org/10.1038/s41598-020-65883-4)



- Jørgensen, C., Dunlop, E.S., Opdal, A.F., & Fiksen, Ø. (2008). The evaluation of spawning migrations: state dependence and fishing-induced changes. *Ecology* 89(12), 2008, pp. 3436–3448. Hentet fra: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1890/07-1469.1>
- Lennox, R. J., Økland, F., Mitamura, H., Cooke, S. J., & Thorstad, E. B. (2018). European eel *Anguilla anguilla* compromise speed for safety in the early marine spawning migration. *ICES Journal of Marine Science*, 75(6), 1984-1991. Doi: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy104>
- Norges vassdrag og energidirektorat. (15 juni 2021). *001/2 Haldenvassdraget*. Nve.no. Hentet fra: <https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/vassdragsforvaltning/verneplan-for-vassdrag/viken/001-2-haldenvassdraget/>
- Pike, C., Crook, V. & Gollock, M. 2020. *Anguilla anguilla*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T60344A152845178*. Accessed on 04 December 2022. Hentet fra: [https://www.fishsec.org/app/uploads/2022/11/200709-Assessment-10.2305\\_IUCN.UK\\_2020-2.RLTS\\_T60344A152845178.en.pdf](https://www.fishsec.org/app/uploads/2022/11/200709-Assessment-10.2305_IUCN.UK_2020-2.RLTS_T60344A152845178.en.pdf)
- Russel, I.C. & Potter, E.C.E (2003). *Implications of the precautionary approach for the management of the European eel (Anguilla anguilla)*. *Fisheries Management and Ecology* 10 (6), 395- 401. Hentet fra: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2400.2003.00353.x>
- Shaw, A.K (2016). Drivers of animal migration and implications in changing environments. *Evol Ecol* 30, 991–1007. Hentet fra: <https://doi.org/10.1007/s10682-016-9860-5>
- Solomon, D. J., & Beach, M. H. (2004). Manual for provision of upstream migration facilities for eel and elver. Hentet fra: [https://scholarworks.umass.edu/fishpassage\\_reports/621/](https://scholarworks.umass.edu/fishpassage_reports/621/)
- Thorstad, E.B., Larsen, B.M., Finstad, B., Hesthagen, T., Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Næsje, T.F. & Sandlund, O.T (2011). *Kunnskapsoppsummering om ål og forslag til overvåkingssystem i norske vassdrag. - NINA Rapport 661*. 69 s. Hentet fra: <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2592098>
- Thorstad, E.B., Larsen, B. M., Hesthagen. T., Næsje. T. F., Poole. R., Aarestrup, K., Pedersen, M. I., Hanssen, F., Østborg, G., Økland, F., Aasestad, I., Sandlund, O. T. (2010). Ål og konsekvenser av vannkraftutbygging. (Rapport nr. 1 - 2010). Norges vassdrags- og energidirektorat. Hentet fra: [https://publikasjoner.nve.no/rapport\\_miljoebasert\\_vannfoering/2010/miljoebasert2010\\_01.pdf](https://publikasjoner.nve.no/rapport_miljoebasert_vannfoering/2010/miljoebasert2010_01.pdf)
- Vann-nett. (u.å). vann-nett.no. Hentet fra: <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/001-316-L>