

Effekter av små kraftverk på fisk

*Av Ingeborg Palm Helland, Lars Erikstad,
Dagmar Hagen, Bror Jonsson, Eva B. Thorstad*

Alle forfattere er forskere ved Norsk institutt for naturforskning, NINA

Effects of small scale hydropower on fish

The effects known from large hydropower constructions are relevant also for small scale hydropower. The main negative impacts on fish are migration barriers and flow alterations. Biologically the negative effects are not related to the amount of power produced, but to the extent of environmental impact. Hence, the defined difference between large and small hydropower of 10 MW is arbitrary when evaluating effects on fish. Guideline documents for small scale hydropower and summaries from licences handling, indicate that the focus on fish is limited and attention given to anadromous fish only. Yet, possible locations for small scale hydropower are often found in areas with other fish species. By giving examples of potential effects of small scale hydropower on eel and non-anadromous trout, we illustrate how different species and age classes of fish have different requirements and that mitigation measures must be tailored to the fish found in the area.

Sammendrag

Det er samme type miljøpåvirkninger som er relevante ved bygging av små kraftverk som større kraftverk, og hovedsakelig er det vannføringsendringer og vandringshindre som kan påvirke fiskebestander negativt. Biologisk sett er graden av negativ påvirkning ikke relatert til mengden kraft som produseres, men til endringene i naturmiljøet i det aktuelle området. Grensen mellom små og større kraftverk på 10 MW er derfor et kunstig skille når effekter på fisk skal vurderes. De veiledende dokumentene for bygging av små kraftverk gir inntrykk av at småkraft sjelden vil ha konsekvenser for fisk og fokuset er i hovedsak kun på sjøvandrende arter. I realiteten ser det ut til at det ofte lever andre fiskearter i aktuelle småkraftlokalteter. Ved å gi eksempler på potensielle konflikter mellom små kraftverk og ål og ørret, illustrerer vi hvordan ulike fiskearter og aldersklasser har ulike krav. Avbøtende tiltak må derfor tilpasses lokalt for å fungere hensiktsmessig.

Introduksjon

Små kraftverk brukes som samlebetegnelse for alle vannkraftverk som produserer under 10 MW og deles inn i mikro- (<100 kW), mini- (100 -1000 kW) og småkraftverk (1000-10 000 kW). I perioden 2001-2010 har over 300 småkraftverk og nesten 1200 mikro- og mini-kraftverk fått tillatelse i Norge (kilde: www.nve.no). Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har utført en ressurskartlegging av potensialet for små kraftverk, og synliggjort et stort, uutnyttet potensial for kraftproduksjon. Aktuelle småkraftlokaliteter finnes i alle norske fylker og totalt er 9400 lokaliteter inkludert i kartleggingen (NVE, 2004). På grunn av dette teoretiske potensialet og det økende fokuset på utslippsfri kraftproduksjon, er det forventet at mange små kraftverk vil bli bygget de kommende årene. Kunnskap om hvordan små kraftverk påvirker naturmangfold er derfor viktig for å unngå uønsket negativ effekt på naturmiljøet.

Alle småkraftutbygginger skal behandles i kommunen etter Plan- og bygningsloven. Kraftverk med effekt opp til 10 MW ikke omfattende nok til å utløse krav om konsekvensutredning, men alle vassdragstiltak må ha konsesjon i henhold til Vannressursloven og NVE har myndighet til å gi konsesjon med kun forenklet saksbehandling. I konsesjons-søknaden skal utbyggeren beskrive det planlagte tiltaket, arealbruk og konsekvenser for natur- og samfunnsinteresser, inkludert *”virkninger for fisk og utøving av fiske på den utbygde strekningen og nedstrøms kraftverket”* (kilde: NVE

meldeskjema for konsesjonspliktutredning). Ved kraftverkutbygginger på mellom 1 og 10 MW stilles det krav om en enkel faglig biologisk undersøkelse, men for mindre kraftverk er det opp til NVE å vurdere behovet for en slik utredning. Dersom NVE finner at et kraftverk med effekt under 1 MW ikke har særskilte ulemper for allmenne interesser kan konsesjonsfritak gis. I perioden 1993-2009 fikk nærmere 700 kraftverk konsesjonsfritak (Frilund, 2010).

Denne artikkelen oppsummerer både kjente og antatte påvirkninger av små kraftverk på fisk. Første del omhandler generelle effekter av småkraft på fiskens habitater og levesett, og drøfter hvorvidt kunnskapen om effekter av store kraftverk er overførbart til små kraftverk. Andre del gir eksempler på potensielle konflikter mellom småkraft og fisk ved å diskutere to aktuelle fiskearter mer grundig, nemlig ørret og ål. Ørret er valgt som eksempelart fordi den lever over hele landet i alle typer ferskvannshabitater, og forekommer i mange av de aktuelle småkraftlokalitetene. Ål er inkludert fordi dette er en art som er oppført som kritisk trua på rødlista (Gjøsæter mfl., 2010), samtidig som kunnskapen om arten i Norge er begrenset. Tredje del av artikkelen belyser hvorvidt fisk er i fokus ved vurdering av småkraftutbygging i dag. Vi har tatt utgangspunkt i hva som er skrevet om fisk i veiledere og retningslinjer utarbeidet av Olje- og energidepartementet (OED) og NVE (NVE, 2009; NVE 2010; OED, 2007), samt i begrunnelsene som NVE har brukt i et ut-

valg konsesjonssaker fra 2010. Avslutningsvis inneholder artikkelen forslag til avbøtende tiltak og en oppsummering av konklusjonene.

Påvirkninger av vannkraftproduksjon på fisk

Det finnes relativt mye kunnskap om påvirkninger av vassdragsreguleringer på fisk i Norge, men fokuset har vært på laks og ørret i store vassdragsutbygginger. De viktigste effektene av alle typer vannkraftverk er vannføringsendringer og vandringshindre. Oppdemming, vannstandsreguleringer, rørgater og overføring av vann fører ofte til store endringer sammenliknet med den naturlige vannføringen. Tekniske installasjoner som demninger, terskler og turbiner skaper ofte vandringshindre som fisk kan ha problemer med å passere. I verste fall kan vandringshindre medføre dødelighet, for eksempel når nedvandrende fisk passerer turbinene i et kraftverk.

Vannføringsendringer

I store vassdragsreguleringer er de vanligste vannføringsendringene reduserte flommer, redusert sommervannføring, økt vintervannføring og temperaturendringer (Saltveit, 2006). Små kraftverk er vanligvis etablert uten reguleringsmagasin, og de store endringene i vannføring som vi ser i store regulerte vassdrag vil derfor ikke forekomme ved småkraftproduksjon. Et dramatisk inngrep ved bygging av små kraftverk er imidlertid at vannet transporteres i rørgate eller tunnel og at vannstanden i den naturlige vannstrengen reduseres betraktelig på strek-

ningen mellom kraftverksinntaket og -utløpet. Lengden på den berørte strekningen varierer mye fra prosjekt til prosjekt, men også ved småkraftutbygginger kan den være av betydelig størrelse og opp til flere kilometer. Inntaksdammer ovenfor kraftverket kan endre elvens karakter ved inntaket, ettersom rasktflytende og strømsterke områder kan bli omgjort til seintflytende holer. Dette kan være negativt for arter som trives i rasktflytende partier, for eksempel laks og vannlevende insekter.

Redusert vannføring gir ofte redusert tilgjengelig habitat for fisk og øker konkurransen om mat og plass (Almodóvar & Nicola, 1999). Lav vannføring fører også til endringer i vanntemperatur og økt sedimentering og begroing i elva. Slike endringer vil ikke bare ha betydning for den delen av elvestrengen som er direkte berørt av utbygging, men kan også påvirke vassdraget nedenfor kraftverket (Saltveit, 2006). Alle slike forandringer i vannmengde, substrat og vegetasjon kan påvirke fiskens leveområder. Hvilke krav fisk har til sitt leveområde varierer mellom ulike arter, livsstadium og størrelser. I tillegg til endringer i fiskens fysiske omgivelser, kan næringstilgangen bli redusert ved at mengden eller artssammensetningen av bunndyr og drivfauna blir påvirket av vannføringsendringer (Raddum mfl., 2005; Saltveit, 2006). Selv om endringene ofte er større i store vassdragsutbygginger har det også blitt påvist tydelige effekter av vannføringsendringer i små systemer (Rivinoja mfl., 2010; Zhou mfl., 2008). Naturlige variasjoner i vannføring og vannstand

øker variasjonen i tilgjengelige habitat og dette er med på å øke det biologiske mangfoldet av akvatiske organismer (Saltveit, 2006). Kraftverk som fører til endring i naturlige vannføringsvariasjoner kan dermed føre til reduksjon av det biologiske mangfoldet.

Vandringshindre

Vandringshindre som terskler eller inntaksdemninger kan vise seg å være til hinder for fiskevandring, selv om det ikke alltid ser ut til å være en vanskelig passasje eller en fullstendig fysisk barriere. Fisk kan bli stående foran hinderet eller bli svært forsinket av fysiske inngrep i vandringsveien (Larinier, 2008; Thorstad mfl., 2003). Plassering og funksjonalitet av fisketrapper og fiskeledere, samt vannføringen i de aktuelle periodene, er derfor viktig for å sikre at fisken faktisk passerer. Ulike typer vandringshindre er problematisk for forskjellige arter og ved opp- og nedvandring. For eksempel har ørret og ål svært forskjellig svømmeegenskaper, størrelse og vandringsmønstre, og kan derfor forsere helt ulike typer fysiske barrierer ved et kraftverk (se nedenfor). Små kraftverk har ofte sperredammer som er 4-5 meter høye (OED, 2007) og som derfor kan være et fullstendig vandringshinder, dersom ikke tiltak er satt i verk som sikrer fisken passasjemuligheter.

Det er viktig at man sikrer toveis vandring ved alle fysiske inngrep som kan redusere fiskens framkommelighet, slik at for eksempel laks og ål kan vandre fritt både oppover og nedover vassdragene. Arter som harr og innenlandsørret

har ofte mer komplekse vandring og de kan gyte flere ganger i livet. Voksen fisk av disse artene må derfor også sikres passasje forbi kraftverksdemninger begge veier, noe som tradisjonelt har blitt oversett i vassdragsreguleringer (Museth mfl., 2010). Tradisjonelle fisketrapper fungerer ofte dårlig som vandringsvei nedover, men luker kan fungere godt som fiskepassasje for nedvandrende fisk dersom de er riktig utformet (Kraabøl & Nashoug, 2010). Ved nedvandring forbi kraftverk er det viktig å lede fisken utenom turbinene, siden fisk som passerer gjennom disse ofte har svært høy dødelighet (Ferguson mfl., 2008; Östergren & Rivinoja, 2008). Også når fisk skal vandre opp forbi kraftverk kan de trekkes mot kraftverksutløpet i stedet for å passere forbi. Forholdet mellom vannføringen fra kraftverksutløpet og minstevannføringen ser ut til å påvirke graden av en slik tiltrekning (Thorstad mfl., 2003). Det kan være nødvendig å installere sperreanordninger ved vanninntak og kraftverksutløp. Larinier (2008) gir en oppsummering av ulike typer fisketrapper og fiskeledere som er vanlige i små kraftverk i Frankrike, og viser hvordan de ulike tiltakene har ulik grad av effektivitet. Det finnes flere studier av ulike fiskepassasjer, men det er fortsatt kunnskapsmangler og et forbedringspotensial for å sikre at slike installasjoner fungerer hensiktsmessig og tar hensyn til arter med ulike svømmeegenskaper (Kraabøl mfl., 2009).

Er det forskjell på små og store kraftverk?

Det er de samme miljøpåvirkningene som er relevante ved bygging av små kraftverk som ved større kraftverk. Det er hovedsakelig endringer i vannføring, hindringer i vandringsveier og dødelighet gjennom kraftverk som påvirker fiskebestander negativt ved alle typer kraftutbygginger. Små kraftverk har som regel ikke magasinering av vann og driftsvannføringen følger naturlig variasjon i vannføring. Kraftverket vil dermed påvirke en liten strekning av vassdraget, hovedsakelig området nær og mellom kraftverksinntaket og -utløpet. De større kraftutbyggingene med magasinering og i noen tilfeller også overføringer av vann, forandrer vannføring, vanntemperatur og isdekke over mye større deler av vassdraget. Selv om arealet som berøres kan være mindre og naturinngrepene dermed mindre omfattende ved bygging av små kraftverk, er effektene likevel alvorlige for fisken som blir berørt.

Fra et biologisk ståsted er graden av negativ påvirkning ikke relatert til mengden kraft som produseres, men til omfanget av endringene i naturmiljøet i det aktuelle området. Den definerte grensen på 10 MW mellom små og større kraftverk er derfor et kunstig skille når effekter på fisk skal vurderes. Mange små kraftverk har sannsynligvis liten påvirkning på fisk. For eksempel vil et kraftverk i et svært bratt fossefall der fisk ikke kan oppholde seg eller passere sannsynligvis ha liten påvirkning, uavhengig av hvor mye kraft dette produserer. Samtidig kan andre små kraftverk som inne-

bærer større tekniske installasjoner eller markante endringer i den naturlige vannveien i et fiskehabitat eller fiskevandringssområde, ha påvirkninger på nivå med noen av de større kraftverkene, selv om det har relativt liten kraftproduksjon. Det er derfor vanskelig å generalisere om effekter på fisk av små kraftverk, uten å vurdere de geografiske, hydrologiske og biologiske forholdene i det berørte vassdraget.

Små kraftverk og potensielle konflikter med fisk – Ørret og ål som eksempler

For å undersøke om det er sannsynlig at ørret eller ål forekommer i egnete småkraftlokaliteter, har vi analysert hvorvidt lokalitetene som er identifisert som mulig egnet for småkraftprosjekter (NVE, 2004) sammenfaller med lokaliteter der ørret- og ålebestander er registrert i NINAs fiske database (se <http://wms.nina.no/wms/>). Disse fiskeregistreringene er samlet fra ulike fiskebiologiske undersøkelser over flere år, men de gir ikke et komplett bilde av alle norske ørret- og ålebestander. Det finnes derfor fisk i flere elve- og bekkelokaliteter i Norge enn det som framkommer i denne basen.

Ørretens utbredelse i aktuelle småkraftlokaliteter

Ørret finnes over hele Norge. Den utnytter svært ulike leveområder og kan ha ulike vandringsmønstre. En sammenstilling av de potensielle småkraftlokalitetene som er i NVE sin ressurskartlegging med utbredelsesdata for ørret (sjøørret ikke inkludert), viser at egnete småkraft-

lokaliteter ofte sammenfaller med elvestrekninger der det lever ørret. Figur 1 inkluderer både ørretregistreringer som faller innenfor den delen av elva som forventes å bli direkte berørt av kraftverket (strekningen mellom inntak og utløp), og lokaliteter der ørret er registrert innenfor en radius på 500 m rundt denne strekningen. Fisk som lever nært et kraftverk vil kunne bli berørt av vandringshindre eller vannføringsendringer



Figur 1. Sammenstilling av NVEs ressurskart for potensielle småkraftlokaliteter og registreringer av ørret. Alle potensielle småkraftlokaliteter der ørret er registrert innenfor den delen av elvestrekningen som forventes å bli berørt av et eventuelt små kraftverk er vist med grå prikker, totalt 687 lokaliteter. Ørretregistreringene som ligger 500 meter fra en potensiell småkraftlokalitet er vist med svarte prikker, totalt 3230 lokaliteter. Sjøvandrende ørret er ikke inkludert i analysen.

selv om de ikke lever i den direkte berørte strekningen. Tross mangelfulle data viser denne analysen at eventuell forekomst av ørret i området bør kartlegges når et småkraftprosjekt skal settes i gang.

Viktigste påvirkninger på ørret

Vandringshindre

Ørret kan være sjøvandrende, leve hele livet i elver, eller vandre mellom innsjøer og elver. Noen steder kan alle disse formene for ørret leve sammen. Ulike typer ørret må derfor vurderes atskilt, ettersom små kraftverk kan ha ulik påvirkning på de ulike formene. Både dammer, sterke strømmer, kraftverksturbiner og andre fysiske installasjoner kan utgjøre et helt eller delvis vandringshinder for ørret. Ofte lever de voksne i et annet område enn der yngelen og ungfisken vokser opp og det er av avgjørende betydning for bestanden at vandrings mellom disse habitatene ikke sperres av eller blir betydelig redusert. Like viktig som gytefiskens tilgjengelighet til egnet gyteområde, er ungfiskens tilgang til egnede vekstområder. Dette gjelder ikke bare sjøvandrende ørret, men også innsjølevende ørret som gyter i bekker og elver, og innlandsørret med lengre ferskvannsvandringer.

Det er ikke uvanlig at ørret slipper seg ned bratte fossefall der oppvandring ikke er mulig og slik havner de i nye områder nedenfor (Dahl, 1904). Slike enkeltindivider fra øvre deler av vassdraget kan gi et verdifullt bidrag til det genetiske mangfoldet i ørretbestanden nedenfor vandringshinderet (Ayllon mfl., 2005; Piorski mfl., 2008). Dersom en småkraft-

utbygging forhindrer fisken fra å komme seg ned i slike tilfeller, vil kraftverket kunne stoppe en naturlig blanding av ørretbestander.

Vannføring

Ørret gyter i elver og bekker av alle størrelser som er aktuelle for kraftutbygging, både tilførselsbekker, innsjøutløp, og vassdrag uten innsjøer. Selv når små kraftverk er bygget for å utnytte bratte partier kan de berøre ørrethabitat, for eksempel dersom kraftverket har utløp lenger ned i elvestrengen. Ørret kan gyte i store vassdrag, men gode ørretbekker er ofte bare 3-5 m brede og mindre enn 50 cm dype. De gyter til og med i bekker som kan tørke ut sommerstid hvis yngelen kan flytte seg til en større bekk, innsjø eller brakkvann. For ørret og annen laksefisk er det helt nødvendig med riktig substratstørrelse og vanngjennomstrømning i gytetropa for at eggene skal overleve. Videre må et oppveksthabitat for disse artene ha tilstrekkelig mengde skjulområder og variasjoner i substrat, bunnforhold og vegetasjon for at ungfisken skal unngå predasjon eller ha for høyt energiforbruk (Jonsson & Jonsson, 2011). Derfor kan små kraftverk ha negativ påvirkning særlig på yngel og ungfisk av ørret, dersom disse avgjørende miljøforholdene endres på grunn av vannføringsendringer. Det har eksempelvis blitt rapportert at tettheten av ørret ble redusert til det halve på grunn av redusert habitat og dødelighet av ungfisk etter en småkraftutbygging (Almódovar & Nicola, 1999).

Sumvirkninger

En enkelt utbygging kan ha liten effekt på en ørretbestand dersom andre gyte- og vekstområder er tilgjengelige. Derimot kan det være stor negativ effekt dersom flere viktige habitater påvirkes samtidig. Det er derfor viktig å se utbygginger i sammenheng og unngå at flere habitater ødelegges for den samme ørretbestanden. Generelt er små kraftverk og andre fysiske inngrep med på å fragmentere ferskvannshabitater. Slik fragmentering av naturen har vært stadig økende over mange år (Bouza mfl., 1999; Gosset mfl., 2006). Fragmentering av bekker og elver kan ha store negative effekter på fisk, og effekten blir mer alvorlig jo flere hindre som finnes i samme område. Habitatfragmentering kan i verste fall føre til at ørret mister tilgang til livsviktige leveområder (Kraabøl & Museth, 2007) og at isolerte bestander med redusert genetisk mangfold står i fare for innavl og utrydding (Heggenes & Røed, 2004).

Ålens utbredelse i aktuelle småkraftlokaliteter

Ål er registrert på 104 elve- og bekkelokaliteter og 1788 innsjøer i Norge. Den har kjerneområde fra Telemark til Hordaland, samt Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag (Thorstad, 2010). Ålen har vært på rødlista over truede arter siden 2006 og er vurdert som kritisk truet (Gjosæter mfl., 2010). Den kan forekomme i alle ferskvannshabitat som er egnet for fisk, både raskt- og sakteflytende elvestrekninger, bekker og innsjøer. De fleste lokalitetene ligger i små nedbørs-

felt (<30 km²) og i lavereliggende strøk (<50 moh), men 5 % finnes også høyere enn 300 m.o.h. Utbredelsen er avhengig av hvor langt opp i vassdraget ålen kommer før den møter et vandringshinder. Ålens utbredelsesområde samsvarer ikke nødvendigvis med utbredelsen av vandrede laksefisk, siden ålen kan passere andre hindre enn laks og ørret for eksempel ved å kripe over land, men også være forhindret av relativt lave vandringshindre der laksefisk lett kan hoppe opp (Thorstad, 2010).

Det er registrert ål oppstrøms et eventuelt kraftverksinntak i mange av de potensielle småkraftlokalitetene i NVE sin ressurskartlegging (Figur 2). Åleregistre-



Figur 2. Sammenstilling av NVEs ressurskart for potensielle småkraftlokaliteter og registreringer av ål. Potensielle småkraftlokaliteter med en eller flere registreringer av ål oppstrøms kraftverksinntaket er markert med svarte prikker, totalt 209 lokaliteter.

ringene som er brukt i denne analysen gir ikke et komplett bilde av alle norske åleforekomster siden kartleggingen er mangelfull, særlig i Nord-Norge. Likevel gir analysen en indikasjon på at egnete småkraftlokaliteter kan ligge på elvestrekninger der det er sannsynlig at ålen har naturlig vandringsvei. Eventuell forekomst av ål bør derfor kartlegges i området der man planlegger å sette i gang et småkraftprosjekt.

Viktigste påvirkninger på ål

Vandringshindre

For ål er den viktigste påvirkningen av kraftverk, både store og små anlegg, ødeleggelsen av naturlige vandringsveier. Dette gjelder både oppvandring og nedvandring. Fordi ålen ikke kan hoppe er den ikke i stand til å forsere loddrette vannfall som er høyere enn 50-60 % av kroppslengden (Thorstad, 2010). Siden ålen gyter i havet og vandrer opp i ferskvann som små yngel (gulål) på 6-7 cm, innebærer dette at loddrette vannfall på bare noen få cm kan være umulige å forsere. Det er derfor forventet at små kraftverk kan være en årsak til at ål hindres i å vandre videre opp i vassdrag der den naturlig ville ha forekommet, dersom det ved dammen ved vanninntaket er etablert slike vannfall eller selve dammen ikke kan passeres. Ålen kan noen steder passere demninger ved å klatre opp loddrette betongvegger hvis de er ru og litt fuktige, og den kan også noen steder passere ved å kripe over land. Dette er imidlertid avhengig av substrat og atkomstmuligheter. Inntaksdammer kan derfor potensielt utgjøre totale van-

dringshindre. Ålen kan bruke mange år på å vandre lenger opp i vassdragene. Dermed er det små ål som hindres av kraftverk lengre ned i vassdragene, mens det lenger opp er større ål som skal passere.

Dersom ål vandrer opp til ferskvannshabitater på oversiden av et kraftverk vil det være svært viktig at de også er i stand til å vandre ned forbi kraftverket når de har vokst seg store (blankål) og skal ut til havet for å gyte. I større kraftverk er det mange eksempler på stor skade og høy dødelighet hos ål som går gjennom turbiner (Thorstad, 2010). Særlig kan dødeligheten være stor i kraftverk med store fall og/eller i kraftverk med små og raskt roterende turbiner. Derfor kan små kraftverk medføre stor dødelighet (Thorstad mfl., 2010). Mange steder benyttes et gitter foran kraftverksinntaket for å hindre kvist og flytende materiale fra å komme inn i turbinen. Dersom strømhastigheten er sterk kan dette drepe ål fordi den setter seg fast eller blir klemt mot gitteret (Thorstad, 2010).

Vannføring

Under nedvandring bruker ålen strømmen for å transportere seg nedover elva (Vøllestad mfl., 1986). I det strømmen avhenger av vannføringen, kan utvandringen bli forsinket dersom vannføringen blir vesentlig redusert. Det er ellers lite kunnskap om hvordan vannføring påvirker ålen. Teoretisk sett kan både for lav og for høy vannføring være problematisk. Mulighetene for å passere strekningen mellom kraftverksinntaket og -utløpet kan påvirkes av redusert vann-

føring. Det er sannsynlig at de sterke vannstrømmene ved inntaket og utløpet også kan påvirke ålen. Ålen er en dårlig svømmer og det kan være problematisk dersom utløpet av et kraftverk skaper sterke strømmer og reduserer tilgangen til sakteflytende områder langs land der åleyngel kan vandre oppover. Ved nedvandring følger ålen gjerne den sterkeste strømmen og vanligvis er det mye større vannføring gjennom kraftverket enn forbi. Dette vil kunne føre til at ålen ikke er i stand til å unngå kraftverksinntaket (Thorstad mfl., 2010).

Sumvirkninger

Ettersom ålen er kritisk truet i Norge og i resten av Europa, vil det være svært viktig å ta vare på de bestandene som forekommer i Norge i dag. Det er uklart hva som er årsaken til den sterke nedgangen i bestanden. Det bør tilstrebes at en tilstrekkelig andel av de naturlige habitatene til ål beholdes fri for vandringshindre og menneskeskapt dødelighet, slik at ålen har nok tilgjengelige ferskvannshabitater både i dag og ved en eventuell framtidig økning i bestandene. Det er viktig å se utbygginger i samme områder i sammenheng for å unngå at flere alternative vandringsveier i samme vassdrag blokkeres og ålen totalt fratras mulighet til å vandre oppover til innsjøer den naturlig har hatt tilgang til.

Er det fokus på fisk ved småkraftutbygginger?

Fisk i veiledere og retningslinjer

Det er utarbeidet veiledere og retningslinjer av NVE og OED som beskriver

hvordan miljøtema skal vurderes ved småkraftutbygginger, og det er utbyggers plikt å skaffe nødvendig informasjon om miljøforhold og synliggjøre virkninger av tiltaket (NVE, 2009; NVE 2010; OED, 2007). Fisk og ferskvannsbiologi er blant temaene som skal inngå i utredningen, og i dokumentene er det påpekt at fiskevandringshindre, redusert driv av bunn-dyr, stranding, redusert fiskeproduksjon, endring av artssammensetning og spredning av arter må vurderes spesielt (NVE, 2010). Det meste som er skrevet om fisk i disse retningslinjene er imidlertid fokusert på sjøvandrende laksefisk. Det er poengtert at fisk først og fremst har relevans i forbindelse med småkraftutbygginger dersom prosjekter legges nedenfor vandringshindre for anadrom laksefisk *”De vesentligste problemstillingene når det gjelder fisk og fiske er knyttet til strekninger med sjøvandrende fisk som for eksempel laks og sjørret”* (OED, 2007, s. 24). Andre arter enn sjørret og laks er nesten ikke nevnt, med unntak av at det står at ål er oppført på Norsk Rødliste og at viktige storørretbestander bør kartlegges. Videre er verdivurderingen av fisk først og fremst knyttet til fiske og fiskeinteresser, mens fiskebestanden gis liten egenverdi dersom denne ikke er gjenstand for fiske (OED, 2007, tabell 4).

I NVEs veileder står det at *”Det er bare unntaksvis at fisk har fri vandring i elva på hele utbyggingsstrekningen. Dette skyldes at små kraftverk forsøkes lagt til strekninger med størst mulig fall.”* (NVE, 2010, s.112). Tilsvarende står det i OED sine retningslinjer at *”Sannsynligheten for at det oppstår konflikter med fiske-*

interessene øker for prosjekter som berører vassdrag med mindre fall” (OED, 2007, s.24). Dette kan gi inntrykk av det ikke forventes at det finnes fisk i de områdene som blir direkte berørt av småkraftutbygginger og at små kraftverk i all hovedsak legges i svært bratte områder.

Vektlegging av fisk i vedtak i konsesjonssaker

For å få et inntrykk av i hvilken grad fisk vektlegges når småkraftprosjekter konsesjonsbehandles, har vi sett på hva som nevnes om fisk av NVE i *”Bakgrunn for vedtak”* i noen utvalgte konsesjonssaker (dokumentene finnes på <http://nve.no/no/Konsesjoner/Konsesjonssaker/Vannkraft/>). Vi har sett på et utvalg avslag og konsesjonstillatelser for småkraftverk (1-10 MW), og på alle avslag for mikro- og minikraftverk (<1 MW). De fleste mikro- og minikraftverk får konsesjonsfritak, og siden 2001 har kun fire prosjekter fått avslag (Kvernelva, Vesteråa, Myrholten og Straumsåna kraftverk). For prosjekter med 1-10 MW har over 50 kraftverk fått avslag siden 2001 og vi valgte å se på de 12 som fikk avslag i perioden 1. januar 2010 – 15. februar 2011 (Sylberg, Øvre Klubbvik, Eide, Elvaen, Hauken/Selstad, Svandalsfossen, Morgåa, Austerelva, Kvennfossen, Engjaldselva, Spjeltfjell og Lille Tosdalen kraftverk). Over 70 prosjekter med effekt 1-10 MW fikk konsesjon i perioden 1. januar 2010 - 15. februar 2011 og vi inkluderte også et utvalg av disse. Ved å velge hvert femte prosjekt sortert etter dato plukket vi ut 15 stykker (Kvamselva, Einungstølsåna, Nedre Klubbvik, Kinso,

Hopland, Hommsåne, Selstaddalen, Nape, Laurdalselva, Mygland, Liemyr, Haugåna, Seterfossen, Østre Neset og Tverråa kraftverk).

Ettersom NVE gjør en totalvurdering av prosjektene der fisk er en integrert del av helheten, er det ikke mulig på en enkel måte å gi et svar på hvor mye fisk er vektlagt i en gitt konsesjonsbehandling. Det finnes heller ingen objektiv måte å vurdere konsesjonssaker på, og NVE foretar en skjønnsmessig vurdering i hvert tilfelle. Vi har ikke foretatt en grundig dokumentanalyse eller tolkning av argumentasjonen i disse vedtakene. Våre undersøkelser kan derfor ikke brukes til sikkert å si i hvilken grad NVE faktisk har vurdert effekter på fisk, men de gir et grovt bilde av i hvor stor grad fisk nevnes i dokumentene. Vi har antatt at dersom fisk er fremhevet i begrunnelsen eller nevnt i sammendraget, har effekter på fisk blitt vektlagt i større grad enn dersom dette ikke er fremhevet.

Ved å se gjennom bakgrunnen for vedtak for konsesjonssøknadene som har fått avslag, har vi søkt å svare på følgende spørsmål: (i) finnes det fisk i det berørte området, og (ii) er fisk brukt som begrunnelse for avslaget. Tilsvarende har vi ved å se på bakgrunn for vedtak for prosjektene som har fått tillatelse, søkt å svare på: (i) finnes det fisk i det berørte området, og (ii) er fisk nevnt i sammendraget. Ved å svare ja eller nei på disse spørsmålene for hvert av de 31 utvalgte vedtakene fikk vi et inntrykk av (a) om det er vanlig at det finnes fisk i områder som omsøkes for småkraftutbygging, (b) om fisk ofte er årsak til at omsøkte pro-

sjekter får avslag og (c) om fisk har vært en viktig del av vurderingen før konsesjonstillatelse ble gitt.

Vi fant at fisk er påvist i det berørte området i 84 % av prosjektene (26 av 31; 13 av de 16 avslåtte og 13 av de som fikk konsesjon). I 50 % av disse (13 av 26) er det registrert andre arter enn anadrom laksefisk. Det ser derfor ut til at det er svært vanlig at småkraftprosjekter legges til områder der det finnes fisk. Samtidig ble fisk sjelden brukt som begrunnelse for avslag for små kraftverk. Kun i 25 % (3 av 12) av de avviste konsesjonssøknadene for småkraftverk (>1 MW) var fisk spesifikt nevnt i avslaget, og alle disse kunne berøre enten et nasjonalt laksevassdrag eller en storørretbestand. I resten var andre årsaker enn fisk fremhevet som grunn for avslag. Derimot var fisk brukt som begrunnelse i 75 % (3 av 4) av avslagene for mini- og mikrokraftverk (<1MW), men i denne gruppen er det kun gitt 4 avslag totalt siden 2001, mens flere enn 1200 har fått tillatelse. Alle de 4 avslåtte prosjektene kunne påvirke anadrom laksefisk og 2 berørte et nasjonalt laksevassdrag. I bakgrunnene for vedtak om konsesjonstillatelse var fisk sjelden fremhevet som en viktig del av vurderingen, og kun i 27 % (4 av 15) av konsesjonstillatelsene ble fisk nevnt i sammendraget. Til sammen gir dette inntrykk av at fisk ikke har blitt vektlagt i stor grad under konsesjonsbehandlingen. Dersom dette stemmer, kan det enten skyldes at fisken ikke har blitt verdivurdert spesielt høyt, eller at den negative effekten på fisk anses som relativ liten i forhold til de andre positive eller negative sidene som er vurdert.

Avbøtende tiltak

Opprettholdelse av vandringsruter for både opp- og nedvandring, samt å unngå ekstreme variasjoner i laveste og høyeste vannføring er de viktigste tiltakene for å minske negative effekter av små kraftverk på fisk (Rivinoja mfl., 2010). I NVEs veileder for små kraftverk nevnes noen avbøtende tiltak som kan vurderes (NVE, 2010). Et vanlig krav for småkraftprosjekter er forbitapping for å opprettholde minstevannføring. Dette brukes som avbøtende tiltak av mange ulike hensyn, ikke bare med tanke på fisk. Dersom det forekommer hva veilederen omtaler som ”verdifulle fiskebestander” i vassdraget kan det også stilles krav om omløpsventil som skal tre i funksjon ved plutselige utfall av kraftverket for å hindre plutselige endringer i vannføring nedenfor kraftverket, som kan føre til at fisken strander. Det står videre at det kan være aktuelt å uforme anlegget slik at ikke fiskevandringshindre skapes, men ingen spesifikke krav eller tiltak er beskrevet. Veilederen sier også at det skal vurderes om det er mulig å plassere kraftverket ovenfor det naturlige vandringshinderet i vassdrag med sjøvandrende laksefisk. Vandringer for ål eller innlandsfisk er ikke nevnt. Eksempelene med ørret og ål ovenfor viser at det er viktig å ta hensyn til at ulike arter har ulike egenskaper dersom man skal iverksette tiltak for å opprettholde vandringsveier forbi små kraftverk.

Avbøtende tiltak for ørret

Avbøtende tiltak rettet mot ørret må tilpasses hva slags ørrethabitat som berøres.

Som beskrevet overfor har ulike aldersgrupper og bestander av ørret ulike behov i sine leveområder og vandringsveier. Det er derfor viktig å undersøke fiskebestanden grundig nok til å vite hva slags habitat som eventuelt berøres og om kraftverket kan skape vandringshindre. Dette er viktig også ovenfor vandringshinderet for sjøvandrende fisk. Fiskepassasjer bør alltid være tilpasset både opp- og nedvandring. Sperreanordninger ved vanninntak og kraftverksutløp kan forhindre at ørret kommer inn i kraftverket og fiskeledere kan hjelpe den å finne vandringsveien forbi. Fiskepassasjer må tilpasses art, livsstadium og lokalitet. Et annet tiltak er å sørge for tilstrekkelig stor minstevannføring, slik at ikke ørreten trekkes mot driftsvannføringen i kraftverket.

Dersom en småkraftlokalitet berører gyte- eller oppvekstområder for ørret er det viktig å opprettholde tilstrekkelig vannføring til å sikre overlevelsen til egg, yngel og ungfisk. Plutselige endringer i vannmengde må unngås både i strekninngen mellom inntak og utløp og nedenfor kraftverket, og det er derfor viktig at omløpsventiler er i funksjon. For at minstevannføring skal virke avbøtende, må vannmengden være stor nok til å opprettholde de ulike funksjonene i ørrethabitatet i ulike deler av sesongen. Det er vanskelig på generelt grunnlag å si noe om hvorvidt kravene til minstevannføring som settes i småkraftprosjekter er tilfredsstillende, men det er ikke gitt at minstevannføring i seg selv vil være tilstrekkelig for å opprettholde en ørretbestand etter bygging av kraftverk, så

sant ikke denne minstevannføringen tilpasses fiskens behov på stedet.

Avbøtende tiltak for ål

For ål vil relativt enkle tiltak som å bygge åleledere forbi loddrette vannfall og å sørge for stilleflytende partier der små ål kan vandre langs land, ofte være tilstrekkelig for å opprettholde oppvandringen forbi et lite kraftverk. Det er imidlertid svært viktig at man ikke bygger åleledere uten også å hjelpe ålen trygt ned. Det kan være mange områder der ålen klarer å passere forbi små kraftverk på vei opp uten hjelp, men dette vil være en fäfengt vandring dersom den ikke kommer velberget ned igjen når den skal ut i havet for å gyte.

Under nedvandring kan både turbinen, vannstrømmen og klemfare mot beskyttelsesgitteret være farlig for ål. Det er mulig å tilpasse passasjene på en slik måte at ålen ikke trekkes mot inntaket og turbinen, men ledes utenom kraftverket. Dette kan gjøres ved å opprettholde tilstrekkelig vannføring utenom kraftverket eller fysisk lede ålen forbi, for eksempel ved bruk av ulike typer sperrer (Thorstad, 2010). Studier fra Sverige har vist at man kan unngå klemfare for ål mot beskyttelsesgitter ved å skråstille gitteret, og at dette i kombinasjon med åpninger til alternative vandringsveier øker ålens vellykkete nedvandring forbi kraftverk (Calles & Bergdahl, 2009).

Konklusjon

Det finnes lite litteratur om effekter av små kraftverk på fisk. Det er de samme miljøpåvirkningene som er relevante ved

bygging av små kraftverk som for større elvekraftverk, og hovedsakelig er det endringer i vannføring og hindringer i vandringsveier som kan påvirke fiskebestander negativt. Selv om arealet som berøres kan være mindre og naturinngrepene dermed mindre omfattende ved bygging av små kraftverk, kan effektene være like alvorlige for fisken som finnes i det berørte området. Fra et biologisk ståsted er graden av negativ påvirkning ikke relatert til mengden kraft som produseres, men til endringene i naturmiljøet i det aktuelle området. Grensen mellom små kraftverk og større kraftverk på 10 MW er derfor et kunstig skille når effekter på fisk skal vurderes.

De veiledende dokumentene fra NVE og OED for utbygging av små kraftverk gir inntrykk av at utbygging av små kraftverk sjelden vil ha konsekvenser for fisk, men i realiteten ser det ut til at det svært ofte finnes fisk i de aktuelle lokalitetene. Disse dokumentene har i all hovedsak fokus på anadrom fisk, mens verken innlandsfisk eller ål er viet særlig oppmerksomhet. Etter vår mening er dette fokuset for snevert, ettersom andre arter enn anadrom laksefisk kan påvirkes negativt av små kraftverk og ser ut til å forekomme i mange av de aktuelle lokalitetene for utbygging. Forekomsten av fisk ser sjelden ut til å være en avgjørende faktor i de konsesjonsvurderingene vi har sett på, verken i tillatelsene eller avslagene. Det er imidlertid vanskelig å gi en helt objektiv vurdering av dette, ettersom NVE sin avgjørelse er basert på en totalvurdering der også fisk er inkludert. Likevel er fisk sjelden fremhevet spesielt,

noe som enten kan skyldes at fisken ikke har blitt verdivurdert spesielt høyt, eller at den negative effekten på fisk anses som relativ liten i forhold til de andre positive eller negative sidene som er vurdert.

For å kunne vite at små kraftverk ikke er ødeleggende for fiskebestander, er det nødvendig med kunnskap om fisken i den aktuelle lokaliteten. Eksempelene med ørret og ål illustrerer at ulike arter og aldersklasser har ulike krav, og at det dermed er viktig å vite hvordan det aktuelle området brukes naturlig for å kunne utføre avbøtende tiltak på en hensiktsmessig måte.

Referanser

- Almodóvar, A. & Nicola, G.G. 1999. Effects of a small hydropower station upon brown trout *Salmo trutta* L. in the River Hoz Seca (Tagus basin, Spain) one year after regulation. *Regulated Rivers, Research and Management* 15(5): 477-484
- Ayllon, F., Moran, P., & Garcia-Vazquez E. 2005. Maintenance of a small anadromous subpopulation of brown trout (*Salmo trutta* L.) by straying. *Freshwater Biology* 51:351-358
- Bouza, C., Arias, J., Castro, J., Sanchez, L. & Martinez, P. 1999. Genetic structure of brown trout, *Salmo trutta* L., at the southern limit of the distribution range of the anadromous form. *Molecular Ecology* 8:1991-2001
- Calles, O. & Bergdahl, D. 2009. Ålens nedstrømspassage av vattenkraftverk. – Före og efter åtgärd. *Forskningsrapport, Karlstad University Studies* 2009:19, 41 s.
- Dahl, K. 1904. A study on trout and young salmon. *Nyt Magazin for Naturvidenskab* 42: 221-338
- Ferguson, J.W., Ploskey, G.R., Leonards-son, K., Zabel, R.W. & Lundqvist, H. 2008. Combined turbine blade-strike and life cycle models to assess mitigation strategies for fish passing dams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65: 1568-1585.
- Frilund, G.E. (red.). 2010. Etterundersøkelser ved små kraftverk. Rapport 2/2010, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 113 s.
- Gjørseter, J., Hesthagen, T., Borgstrøm, R., Brabrand, Å., Byrkjedal, I., Christiansen, J.S., Nedreaas, K., Pethon, P., Uiblein, F., Vøllestad, L.A. & Wienerroither, R. 2010. Fisker – I: Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken. Norge.
- Gosset, C., Rives, J. & Labonne, J. 2006. Effect of habitat fragmentation on spawning migration of brown trout (*Salmo trutta* L.). *Ecology of Freshwater Fish* 15: 247-254
- Heggenes, J. & Røed, K.H. 2004. Fører kraftutbygging til økt genetisk mangfold hos ørret? Undersøkelse av villfisk fra Tinnsjø, Måna og Møsvatn i Telemark. *HiT skrift nr. 4/2004*. 23 s.

- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2011. Ecology of Atlantic salmon and brown trout: Habitat as a template for life histories. Fish and Fisheries Series 33, Springer Verlag, 708 s.
- Kraabøl, M. & Museth, J. 2007. Fiske-trapper i Glomma og Søndre Rena mellom Bingsfoss og Storsjøen. Funksjonalitet, problemsøk og tiltak. NINA Rapport 306. Norsk institutt for naturforskning, Lillehammer, 32 s. + vedlegg.
- Kraabøl, M., Johnsen, S.I., Museth, J. & Sandlund, O.T. 2009. Conserving iteroparous fish stocks in regulated rivers: the need for a broader perspective. Fisheries Management and Ecology 16: 337-340
- Kraabøl, M. & Nashoug, O. 2010. Fiskevandring forbi kraftverk og dammer i Rena og Glomma: Systemforståelse, lokal og internasjonal basiskunnskap og innspill til instruksjoner ved de enkelte fiskepassasjene. NINA Rapport 537. Norsk institutt for naturforskning, Lillehammer, 47 s.
- Larinier, M. 2008. Fish passage experience at small-scale hydro-electric power plants in France. Hydrobiologia 609: 97-108
- Museth, J., Kraabøl, M. & Sandlund, O.T. 2010. Restaurering av vandringsystemer i regulerte elver. s.88-91 - I Hagen, D. & Skrindo, A.B. (red.) Restaurering av natur i Norge. Et innblikk i fagfeltet, fagmiljøer og pågående aktivitet. NINA Temahefte 42. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim, 109 s.
- NVE. 2004. Beregning av potensial for små kraftverk i Norge. Rapport 19/2004, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 30 s.
- NVE. 2009. Kartlegging og dokumentasjon av biologisk mangfold ved bygging av småkraftverk (1-10 MW) - revidert utgave. Mal for utarbeidelse av rapport, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 24 s.
- NVE. 2010. Veileder i planlegging, bygging og drift av små kraftverk, ny utgave. Rapport 1/2010, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 140 s.
- OED. 2007. Retningslinjer for små kraftverk - til bruk for utarbeidelse av regionale planer og i NVEs konsesjonsbehandling. Retningslinjer, Olje- og energidepartementet, Oslo, 54 s.
- Östergren, J. & Rivinoja, P. 2008. Overwintering and downstream migration of sea trout (*Salmo trutta* L.) kelts under regulated flows: northern Sweden. River Research and Applications 24: 551-563
- Piorski, N.M., Sanches, A., Carvalho-Costa, L.F., Hatanaka, T., Carrillo-Avila, M., Freitas, P.D. & Galetti Jr., P.M. 2008. Contribution of conservation genetics in assessing neotropical freshwater fish biodiversity. Brazilian Journal of Biology 68(4, Suppl.): 1039-1050
- Raddum, G., Fjellheim, A. & Velle, G. 2005. Populasjonsstrukturen hos bunndyr i Aurlandselva i relasjon til endringer i

vannføring og temperatur. Rapport 3/2005, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 48 s.

Rivinoja, P., Calles, O., Karlsson, S. & Lundström, S. 2010. Effects of small scale hydropower on aquatic fauna. Report 4, Department of Wildlife, Fish and Environmental studies, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, 21 s.

Saltveit, S.J. (*red.*) 2006. Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannføringsemdringer. En sammenstilling av dagens kunnskap, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 152 s.

Thorstad, E.B., Økland, F., Hvidsten, N.A., Fiske, P. & Aarestrup, K. 2003. Oppvandring av laks i forhold til redusert vannføring og lokkeflommer i regulerte vassdrag. Rapport nr. 1-2003, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 52 s.

Thorstad, E.B. (*red.*) 2010. Ål og konsekvenser av vannkraftutbygging – en kunnskapsoppsummering. Rapport nr. 1-2010, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 135 s.

Thorstad, E.B., Larsen, B.M. & Næsje, T.F. 2010. Vurdering av effekter på ål ved eventuell bygging av Håfoss kraftverk i Fjæraelva i Etne, NINA Rapport 529. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim, 39 s.

Vøllestad, L.A., Jonsson, B., Hvidsten, N.A., Næsje, T.F., Haraldstad, Ø. & Ruud-Hansen, J. 1986. Environmental factors regulating the seaward migration of European silver eels *Anguilla anguilla*. - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 43: 1909-1916

Zhou, S., Tang, T., Wu, N., Fu, X., & Cai, Q. 2008. Impacts of a small dam on riverine zooplankton. International Review of Hydrobiology, 93(3): 297-311

Takksigelser

Dette arbeidet er en del av prosjektet "Miljøeffekter av småskala vannkraft" (prosjektnr: 176303), finansiert av Norges forskningsråd under programmet "Natur og Næring". B.J. har fått støtte fra prosjektet "Living North Sea" fra EUs "Interreg IVB North Sea Region Programme".