

Økosystembasert forvaltning og miljøforsvarlig drift av vannkraftanlegg i et EU-perspektiv

Jo Halvard Halleraker

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) /
Miljødirektoratet

Tor Haakon Bakken

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Tine Larsen

Dæhlin Sand Advokatfirma AS

Abstract: A sequence of key management principles are incorporated in the Norwegian Nature Diversity Act and the Norwegian version of the EU Water Framework Directive as complementary regulations to ensure sustainable use of rivers and lakes modified e.g., for hydropower regulations. Relevant knowledge about ecological conditions and possible cumulative impacts from multiple stressors, adaptive management, and pressure-pays principles are essential components in ecosystem-based management. In order to reach these objectives, best available mitigation measures for all rivers and lakes need to be implemented and regularly updated and revised in the river basin management plans, in line with EEA-relevant frameworks and regulations. Updated knowledge about environmental effects and documentation of the ecological mitigation effects from measures are essential. Several Norwegian hydropower schemes have included many emerging best-mitigation measures. We also exemplify, however, that several recent revisions of hydropower licenses lack key measures to meet the expectations for best practise, in particular related to ecological continuum. In most cases we have evaluated, the main focus has normally been on ecological mitigations of downstream impacts from hydropower operation, while upstream impacts, e.g., with lack of ecological flow, seem to be the case in many bypassed rivers.

Keywords: sustainable hydropower, mitigation strategy, ecosystem-based management, ecological potential, modified waterbodies, adaptive management, decision-making

1 Innledning

Arealbruksendringer er globalt den viktigste enkeltårsaken til tap av biologisk mangfold¹ og den viktigste årsaken til tap av arter og deres leveområder også i Norge. Vassdragsreguleringer har medført betydelige arealbruksendringer i Norge, gjennom hydrologiske endringer og fysiske barrierer med store økologiske konsekvenser i mange vassdrag. Sammen med forurensning er dette blant de største påvirkningene på miljøforholdene som er rapportert for norske vassdrag.² Det trengs miljøforbedrende tiltak for å sikre livskraftige forhold i mange vassdrag for å nå miljømålene i henhold til EUs vanndirektiv.³ Flere hevder at ambisjonsnivået for å nå målene i regulerte vassdrag er lave i Norge.⁴ Vi er den syvende største vannkraftnasjonen i verden målt etter produksjon.⁵ Vi har en av verdens høyeste andeler av fornybar elektrisitetsproduksjon. Vannkraft regnes som bærebjelken i vårt energisystem. I kraft av våre innsjømagasin har vi mer enn halvparten av den regulerbare vannkraften i Europa.

Påvirkning av vannkraft for deler av Sør-Norge er vist i figur 1. Om lag 70 prosent av den norske vassdragsnaturen er i ulik grad berørt av vannkraftreguleringer,⁶ som er rapportert som en av de dominerende påvirkningene på norske vannforekomster.⁷ Om lag 140 av totalt 449 større laksevassdrag er påvirket av vannkraftreguleringer,⁸ og for sjøørretbestander regnes vannkraftutbygging sammen med annen arealbruk som viktigste årsak til tapte bestander.⁹ I mer enn 210 av 1251 vurderte vassdrag (ca. 9,5 %) regnes vannkraft til å ha negativ påvirkning på sjøørret i Norge. Det er de økologiske forholdene i vassdragene utbygd for vannkraftproduksjon som er gjenstand for betraktningene vi gjør i denne artikkelen.

1 IPBES, *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, 2019.

2 WISE Water Framework Directive, 2021, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/wise-wfd>.

3 Direktiv 2000/60/EF.

4 www.vannportalen.no, se «Dialog med ESA om Norges gjennomføring av vanndirektivet (2011–).

5 International Hydropower Association (IHA), *Hydropower status report 2020*, 2020.

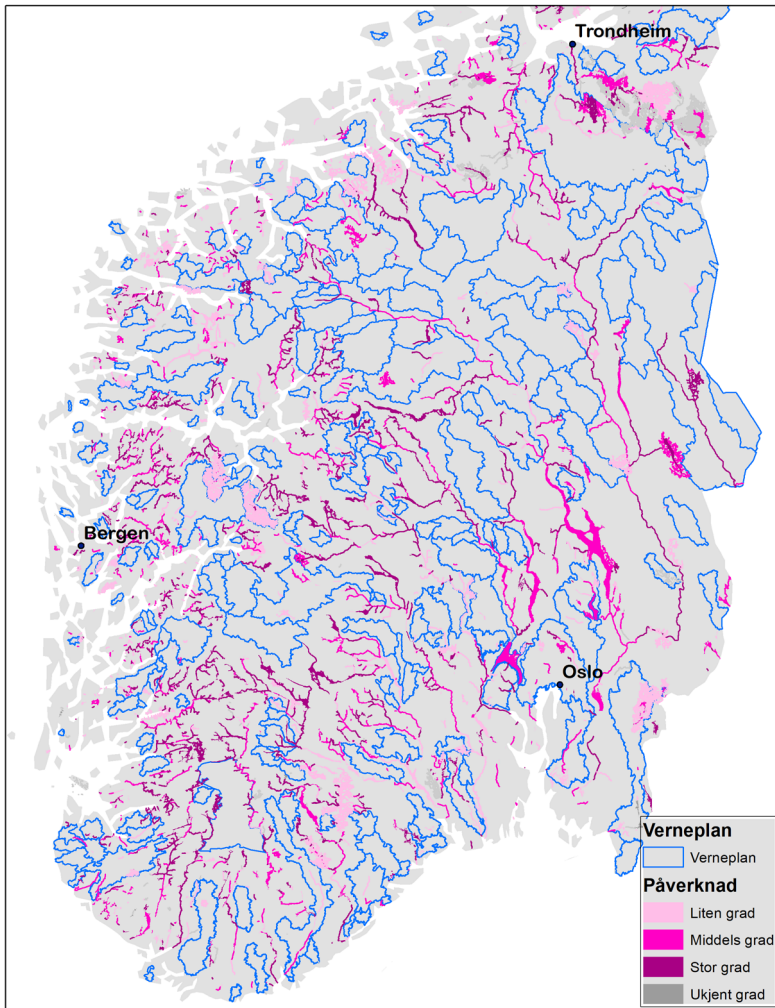
6 Knut Hofstad og Jo H. Halleraker, «Vannkraft» i Store norske leksikon, 22. juni 2022, <https://snl.no/vannkraft>.

7 <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/wise-wfd>.

8 Vitenskapsrådet for lakseforvaltning, *Status for norske laksebestander i 2021*, rapport 16, 2021.

9 Vitenskapsrådet for lakseforvaltning, *Klassifisering av tilstanden til sjøørret i 1297 vassdrag*, rapport nr. 9, 2022.

Om lag 25 prosent av vassdragene er beskyttet gjennom verneplaner for vassdrag, og er vernet mot vannkraftprosjekter med installert effekt større enn 1–3 MW. Også andre inngrep skal i prinsippet kun tillates med forsiktighet for å beskytte vassdragsbeltet.¹⁰ Verneplanene skal beskytte et representativt utvalg av intakt vassdragsnatur mot fysiske inngrep, og de vassdragene som er eller blir utbyggt (figur 1) er ikke



Figur 1. Kartet viser intensiteten av vannkraftpåvirkning på vassdragsøkologi (grader av lilla basert på skjønsmessige vurderinger) i Sør-Norge. De blå linjene viser nedbørfeltgrensene til vernede vassdrag.¹¹

10 Forskrift 10. november 1994 nr. 1001 om rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag.

11 Vann-Nett, juni 2021, https://temakart.nve.no/link/?link=vannkraft_med_paavirkningsgrad.

frittatt for miljøkrav. Kartutsnittet for Sør-Norge illustrerer at betydelige deler av vassdrag er omfattet av de rikspolitiske retningslinjene for verna vassdrag. Samtidig er de økologiske forholdene i mange elver og innsjøer påvirket av vannkraftreguleringer, gjennom overføringer og endret vannføring, dammer og vannstandsendringer i innsjømagasiner eller raske endringer i vannstand i elver. Vi ser fra kartet at en del av de vernede vassdragene også er påvirket av vannkraft, trolig fordi flere av disse fikk konsesjon før vassdraget ble innlemmet i en av verneplanene for vassdrag.

Forvaltningsprinsipper om bærekraftig bruk av Norges vassdragsressurser følger av miljørettsprinsippene i naturmangfoldloven (nml.),¹² dels av vannressursloven (vrl.)¹³ og vassdragsreguleringsloven (vregl.),¹⁴ samt våre forpliktelser etter EUs vanndirektiv som er implementert i norsk rett gjennom vannforskriften.¹⁵ Vannforskriften skal følges opp med fastsettelse av miljømål for de enkelte elver og innsjøer i de regionale vannforvaltningsplanene, og følges opp med konkrete tiltak for hver vannforekomst for å nå målene fastsatt i tråd med EUs vanndirektiv.

EUs grønne giv (Green Deal) og den vedtatte taksonomien for bærekraftig finans¹⁶ underbygger mange av de samme miljøprinsippene og skal gjøre det mer lønnsomt å drive virksomhet i tråd med miljøstandarder. Taksonomiens kriterier for bærekraftige investeringer utfordrer også vannkraftindustrien.

Det anslås at omtrent 80 prosent av norsk klima- og miljøregelverk kommer fra EU gjennom EØS-avtalen.^{17,18} Mange av miljøkravene i EU-retten må gjennomføres i norsk rett, og får direkte betydning for norsk vannkraft og forvaltningens konsesjonsvedtak, blant annet ved revisjoner. God og oppdatert tiltakspraksis for vannkraftaktørene sammen med

12 Lov 19. juni 2009 nr. 100 om forvaltning av naturens mangfold (nml.).

13 Lov 24. november 2000 nr. 82 om vassdrag og grunnvann (vrl.).

14 Lov 14. desember 1917 nr. 17 om regulering og kraftutbygging i vassdrag (vregl.).

15 Forskrift 15. desember 2006 nr. 1446 om rammer for vannforvaltning (vannforskriften).

16 EU forordning 2022/852.

17 Klima- og miljødepartementet (KLD), *EØS-avtalen om klima og miljø*, 11. oktober 2021.

18 Malin Fosse, «Nytt i miljøretten 2021 – dette er European Green Deal» *Juridika Innsikt*, 28. oktober 2021.

tydelige politiske føringer blir dermed sentralt framover. Formålet med dette kapitlet er:

- 1) Å gi en oversikt over tiltaksstatus (per september 2022) for det regulerte vassdragsmiljøet i Norge, og eksemplifisere gjenstående utfordringer med bærekraftig vannkraftproduksjon (nedstrømseffekter)
- 2) Å beskrive og vurdere hvor godt på vei Norge er mot en økosystembasert forvaltning av regulerte elver
- 3) Å diskutere aktuelle strategier og «forvaltningsgrep» for å beskytte og gjenopprette viktige miljøkvaliteter i vassdrag påvirket av vannkraftreguleringer, i lys av praksis ellers i Europa

2 Bærekraftig vassdragsforvaltning

Økosystembasert forvaltning er helhetlig forvaltning av natur og naturressurser, hvor den menneskelige aktiviteten må forvaltes slik at økosystemenes funksjon og struktur opprettholdes. Forvaltningen skal skje i både et langsiktig og sektorovergripende perspektiv, hvor summen av påvirkninger i et økosystem blir tatt i betraktning.

Økosystemtilnærming er forankret i Konvensjonen om biologisk mangfold 5. juni 1992 (CBD), og baseres på tolv prinsipper utarbeidet i Malawi i 1999. Av Malawi-prinsippene følger blant annet at ulike arter og leveområder må forvaltes i sammenheng, at forvaltningen må åpne for å gjøre endringer når ny kunnskap kommer til, og at man må ha koordinerte programmer for overvåking, vurdering, gjennomføring og kontroll/håndheving.

Økosystembasert forvaltning (ØBF)

Sentrale miljørettslige holdepunkter for hva en helhetlig og økosystembasert forvaltning (ØBF) innebærer:

- i) Et best mulig kunnskapsgrunnlag (om inngrep og økologiske forhold)
- ii) Økosystemtilnærming (sumvirkninger og vesentlige påvirkninger)
- iii) Miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder (tiltak), også omtalt som BAT (*best available technology*) i forhold til forurensing eller fysisk avbøtende tiltak
- iv) Adaptiv forvaltning, med uttesting og optimalisering av økologiske tiltak
- iv) Påvirker-betaler-prinsippet; sektoren som påvirker økosystemet skal bekoste tiltakene

Kilder: Aas mfl. (2019), nml. (2009), Vannforskriften (2006), KLD (2016), Schmutz & Sandzimir (2018).

Miljørettslige forvaltningsprinsipper om bærekraftig bruk er nedfelt i nml. §§ 8-12, hvorav prinsippet om økosystembasert forvaltning kommer fram av § 10. En økosystembasert vannforvaltning er et viktig formål med vannforskriften.

I samsvar med vrl. § 9 fastsettes bindende miljøkvalitetsmål for vassdragene. Vannforskriften gir nærmere rammer for fastsetting av miljømålet, som skal sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene. Videre skal vannforskriften sikre at godkjente vannforvaltningsplaner med tilhørende tiltaksprogrammer revurderes og oppdateres hvert sjette år, jf. vannforskriften § 1. Miljømål må følges opp med tiltak for de enkelte elver og innsjøer, og i regulerte vassdrag kan aktuelle tiltak være knyttet til vannkraftproduksjon.

Ellers skal forvaltningen påse at miljøkvalitetsnormene for vassdrag hjemlet i vannressursloven og vannforskriften blir oppfylt gjennom indikatorer som kan overvåkes. Dette kan påvirke måten vannkraftanlegg driftes på. I dette ligger det en hovedregel om at irreversibel skade på det biologiske mangfoldet i og langs våre vassdrag skal unngås eller restaureres, gjennom en best mulig tilnærming til økologisk sammenheng i vassdragene. I praksis kan dette bety å sikre oppstrøms og nedstrøms vandring av arter og miljøbasert vannføring. Effektive miljøtilpasninger er relevante både i naturlige og de såkalte sterkt modifiserte vannforekomstene.

2.1 Lov om bærekraftig finans (taksonomien)

I desember 2021 vedtok Stortinget lov om offentliggjøring av bærekraftsinformasjon i finanssektoren mv.¹⁹ Med dette gjennomfører Norge to EU-forordninger (2019/2088 og 2020/852), som utgjør den såkalte taksonomien. Da forordningene var på høring i EU var det fra Norge, som resten av Europa, flest høringsinnspill om energirelaterte tema. I høringsvaret fra Finansdepartementet (2020) til EU-kommisjonen ble det gitt en rekke innspill om vannkraft til taksonomiforordningen.²⁰

19 Lov 12. desember 2021 nr. 161 om offentliggjøring av bærekraftsinformasjon i finanssektoren og et rammeverk for bærekraftige investeringer.

20 Europalov, *EU-rammeverk for fremme av grønne investeringer: utfyllende bestemmelser om klassifiseringssystemet*, 2021.

Taksonomien retter seg mot finansmarkedet. Det foreligger standardiserte klassifiseringssystem for hva som er bærekraftig økonomisk aktivitet og dermed hva som kan markedsføres som grønne investeringer. Dette skal til sammen gi banker, investorer og kapitalforvaltere bedre og mer kvalitetssikret informasjon om hva som er grønt og bærekraftig når de skal gi lån, investere eller sette sammen grønne fond. Samtidig er det ikke lovstridig å videreføre ikke-bærekraftige aktiviteter.

Vannkraft kan bidra til å oppfylle taksonomiens mål om å begrense klimaendringer, men taksonomiens krav til bærekraftig bruk og beskyttelse av vann, gjør at vannkraftproduksjon ikke automatisk kan kategoriseres som bærekraftig.

For vannkraftprosjekter er bærekraftkriteriene i taksonomien knyttet til prinsippet «Do No Significant Harm» (DNSH), og til vanddirektivets miljømål for bærekraftig bruk. I forordning 2020/852 art. 17 er en aktivitet i en vannforekomst i strid med DNSH dersom den er til skade for god tilstand eller godt økologisk potensial. Kriterier for bærekraftig vannkraft er videre supplert og spesifisert i EU-kommisjonens forordning (EU) 2021/2139 punkt 4.5, med krav til fiskevandring, vannføring og habitatbeskyttelse.

Vanddirektivet åpner for unntak fra miljømål og dermed å utelate relevante tiltak i regulerte vassdrag. Dette kan medføre at disse vannkraftprosjektene da ikke oppfyller taksonomiens bærekraftskriterier. For å oppfylle taksonomiens krav, er det ifølge EU-kommisjonen et absolutt krav å iverksette alle tekniske og økologisk relevante tiltak med sikte på best mulig oppnåelse av god tilstand eller godt potensial. En vannforekomst hvor det videreføres mindre strenge miljømål i medhold av vannforskriften § 10 (jf. vanddirektivet art. 4(5)), uten å iverksette nødvendige tiltak for så langt som mulig å sikte mot et godt potensial, innfrir derfor ikke taksonomiens kriterier.²¹

Et vannkraftanlegg blir ikke ulovlig selv om det ikke oppfyller taksonomiens bærekraftskriterier. Men for vannkraftproduksjon som ikke blir kategorisert som grønn etter taksonomiens kriterier, kan det få konsekvenser for kraftselskapets lånevilkår. Taksonomien skal gi selskapene økonomisk incentiv til å være en driver for miljøtiltak.

21 Christian Steel, «Re: Request to clarify interpretation of Taxonomy DNSH-criteria for hydropower – Ares(2022)4471485», 17. juni 2022 [e-post]; Sabima, «Ny lov kan hindre grønnvasking av norsk vannkraft, 30. august 2022, <https://www.sabima.no/ny-lov-kan-hindre-gronnvasking-av-norsk-vannkraft/>

2.2 Europeisk tiltakspraksis

I flere EU-prosjekter og forvaltningsundersøkelser er det gjort sammenstillinger av hvilke tiltakstyper som er vanligst for å bedre det fysiske miljøet i regulerte vassdrag og erfaringer med disse tiltakene.²²

EU-kommisjonen (2017) utarbeidet CIS (*Common Implementation Strategy*) veileder nr. 36, som detaljert beskriver hvordan avbøtende tiltak for nye vannkraftanlegg skal forstås. Essensen fra denne EU-veilederen er innarbeidet i oppdaterte presiseringer fra Klima- og miljødepartementet, som videre legger denne til grunn for norsk forvaltningspraksis framover.²³ I 2020 ble CIS-veileder nr. 37 publisert, som inneholder et europeisk tiltaksbibliotek med ytterligere beskrivelser av prinsippene som anses som god forvaltningspraksis.²⁴ Landene er ikke juridisk forpliktet til å følge anbefalingene. De er derimot forpliktet til å ha tilstrekkelige fagsystemer, og benytte metoder og tilnærminger som er i samsvar med kravene i vanndirektivet (tilsvarende som øvrige EU/EØS-relevante-veiledere). Dette for å sikre like miljøkrav og tiltaksforventninger, slik at enkelte land eller sektorer ikke får konkurransemessige fortrinn framfor andre. Vannmiljøtiltak og virkemidler i Norge ble sist oppdatert i desember 2020.²⁵

CIS-veileder nr. 37 gir en ny trinnvis framgangsmåte for vurdering av økologiske virkninger av fysiske inngrep, med tilhørende avbøtende tiltak *som normalt forventes*. Tiltaksgrensen skal derfor i utgangspunktet ikke være veldig forskjellig på tvers av landene. Disse forvaltningsprinsippene innebærer at alle tiltak som bidrar til å bedre det økologiske potensialet i en eller flere vannforekomster skal danne grunnlag for det framtidige miljømålet, og dermed regnes som mønsterpraksis-tiltak, der det i flere sammenhenger kan være aktuelt med en «pakke» av avbøtende tiltak som skal samvirke for å sikre funksjonelle økosystemer. I flere land er det nå en forventning om å legge tiltaksmetoden til grunn og gjennomføre

22 Jo H. Halleraker mfl., *Working Group ECOSTAT report on common understanding of using mitigation measures for reaching Good Ecological Potential for heavily modified water bodies – Part 1: Impacted by water storage*, Publications Office of the European Union 2016.

23 Klima- og miljødepartementet, *Veiledning til bruk av vannforskriften § 12 (om nye inngrep i vannforekomster) – med presisering*, 2021b.

24 EU-kommisjonen, *Steps for defining and assessing ecological potential for improving comparability of heavily modified water bodies*, 2020.

25 <https://www.vannportalen.no/veiledere/Virkemidler-og-tiltak-i-vannforvaltningen-01.12.2020/>

mulighetsstudier, for å oppdatere miljømål i vannforvaltningsplanene. Allikevel er det i vanddirektivet artikkel 4(3) og vannforskriften § 10 angitt godkjente grunner til å utelate relevante tiltak i sterkt modifiserte vannforekomster, selv om de har en god økologisk effekt, dersom det kan begrunnes med at de relevante tiltakene er

- a) teknisk umulige å gjennomføre (eksempelvis ikke plass til å bygge fisketrapp)
- b) går vesentlig ut over bruk (eksempelvis ift. vannkraftproduksjon eller evne til å levere effekt) eller miljøet i vid forstand (eksempelvis bevare kulturminner på bekostning av å restaurere vannmiljø)

Det skilles derfor prinsipielt i vannforskriften mellom hvorvidt tiltakene går vesentlig ut over bruk, eller om det går noe (litt) ut over bruken (eksempler på dette er miljøbasert vannføring som medfører litt redusert kraftproduksjon eller effekt-leveranse). Videre skal uforholdsmessige kostnadskrevende tiltak (høye totale tiltakskostnader i forhold til økologisk nytte) håndteres forskjellig. De sektorovergrepene miljømålene i vannforskriften og tilhørende unntaksbestemmelser, aktualiserer behov for konsistent forvaltningspraksis.²⁶ Politisk og mellom ulike sektormyndigheter har det likevel vært en tendens til at det blir uklare skillelinjer mellom hva som er vesentlig og mindre vesentlig. Slike vesentlighetskriterier er formulert i den norske veilederen om sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF),²⁷ men er senere ikke oppdatert i henhold til den nyeste relevante EU-veiledningen om SMVF.²⁸ Det var de nasjonale føringene fra 2014 som ble lagt til grunn da første generasjon vannforvaltningsplaner ble godkjent av departementene i 2016.²⁹ Når det gjelder prioritering av miljøforbedrende tiltak har relativt få vannforekomster påvirket av vannkraft der oppnåelse av miljømål kan medføre noe redusert kraftproduksjonen blitt prioritert. Kun noen få prosent av de vannkraftpåvirkede vannforekomstene i Norge har dermed

26 Ingrid W. Andersen, «EUs rammedirektiv for vann – miljøkvalitetsnormer for vannmiljøet i møte med norsk rett» *Kart og plan* 73 (2013) nr. 5 s. 355–366.

27 Departementsgruppa, *Sterkt modifiserte vannforekomster: utpeking, fastsetting av miljømål og bruk av unntak*, veileder 1, 2014.

28 EU-kommisjonen (2020).

29 Audun Ruud og Øystein Aas, *Vannforvaltningsplaner i Norge – opp som en løve, ned som en skinnfell? En dokumentanalyse av planprosessen i regulerte vassdrag som følge av regjeringens godkjenninger i 2016*, rapport 1351, NINA 2017.

fått miljømål som oppfyller nivået for mønsterpraksis.³⁰ Ambisjonsnivået ble imidlertid økt ved den sentrale godkjenningen av siste generasjons forvaltningsplaner (31. oktober 2022).³¹

Kriterier for bærekraftig vannkraft er innarbeidet i taksonomien for bærekraftig finans,³² og kan gjøre det mer attraktivt for produsentene med dyrere tiltak for å kvalifisere som grønn energi. For å defineres som bærekraftig vannkraft må tiltak

- a) sikre nedstrøms og oppstrøms fiskevandring (*fiskevandringstiltak*)
- b) sikre et minimum av økologisk tilpassede vannføringsmønstre, inkludert å avbøte raske, korttidsvariasjoner i vannføring fra effektkjøring og sediment-dynamikk
- c) beskytte eller forbedre habitater (*habitattiltak*)

Videre må den økologiske effekten av disse tiltakene dokumenteres med relevant overvåking.

Mønsterpraksis er dermed den beste tilgjengelige tiltaksløsning ut fra dagens kunnskap (og forutsetninger), for å utbedre økologiske effekter av fysiske endringer i elver og bekker. Mønsterpraksistiltak kan også omtales som *beste tilgjengelige driftsmetoder eller teknikker* (BAT), som er nærmere beskrevet både i det internasjonale og norske miljøregelverket, og en premiss for å regne en aktivitet som miljøforsvarlig.³³

Eksempler på mønsterpraksistiltak i vassdrag med menneskeskapte barrierer er (i) å sikre toveis fiskepassasjer som gir høy overlevelse forbi dammer og turbiner³⁴, eller (ii) velfungerende omløpsventiler som i tilstrekkelig grad demper hurtige vannstandsendringer ved utfall av kraftverk.³⁵

2.3 Tiltaksstrategier i utvalgte vannkraftland

Avbøtende tiltak for å sikre miljøforsvarlig vannkraftproduksjon er et viktig tema i mange europeiske land. Under oppsummerer vi kort status for tiltak i utvalgte land vi mener er relevante for å belyse norsk praksis,

³⁰ <https://vann-nett.no/portal>.

³¹ Klima- og miljødepartementet, «Et stort skritt videre for å nå vannmiljømålene», 31. oktober 2022, <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/et-stort-skrutt-videre-for-a-na-vannmiljomalene/id2942694/>

³² Kommissjonens forordning, EU 2021/2139 punkt 4.5.

³³ KLD, *Naturmangfoldloven kapittel II – alminnelige bestemmelser om bærekraftig bruk*, veileder, 2016.

³⁴ Hans-Petter Fjeldstad mfl., *Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk. Kunnskapsoppdatering og mønsterpraksis*, rapport 723, SINTEF 2018.

³⁵ Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), *Omløpsventiler i kraftverk*, faktaark nr. 7, 2016; NVE, *Optimalisert drift av omløpsventiler*, rapport 9, 2017.

og som har tilsvarende utfordringer som Norge med å avveie kraftproduksjon mot miljøtilpasninger på en kunnskapsbasert måte.³⁶

I både Frankrike, Sveits og Østerrike er det jobbet målrettet over mange år med å miljøtilpasse vannkraftporteføljen. Dette er blant annet skjedd i regi av internasjonalt vannmiljøsamarbeid, som The Alpine Convention,³⁷ Donau-kommisjonen³⁸ eller relatert til samarbeid i tysk-talende land om miljøtilpasset vannkraft. I disse fora er det utviklet prinsipper for bærekraftig vannkraft, der tiltakspraksis er sentralt, og tiltak for å dempe miljøvirkninger fra effektkjøring av kraftverk får stadig større oppmerksomhet. Frankrike var også tidlig ute med å innføre lovpålagt mønsterpraksis for sikker fiskevandring forbi vannkraftverk.³⁹

I Sveits er det innført en miljøavgift på strøm som alle forbrukere betaler. Dette går til et miljøfond som finansierer tiltak for å miljøtilpasse vannkraft, blant annet et dempingsmagasin for å avbøte raske vannstandsendringer fra effektkjøring.⁴⁰ I Østerrike var det i perioden 2009 til 2015 et statlig fond på ca. 180 millioner euro som muliggjorde miljøforbedrende tiltak i mange vassdrag. Fondsmidlene finansierte om lag 1000 nye fiskepassasjer, miljøtilpasset vannføring og annen elverestaurering (habitattiltak).

I de nasjonale vannforvaltningsplanene er det anslått at om lag 1000 km med elvestrekninger er påvirket av effektkjøring i Sveits,^{41,42} og ca. 800 km i Østerrike.⁴³ Intensiteten på disse påvirkningene varierer, og avbøtende tiltak utredes nå i en rekke vassdrag påvirket av effektkjøring. Dammer forårsaker også betydelige endringer i sediment- og

36 Berit Köhler mfl., «Hva kan vi lære fra gjennomførte vilkårsrevisjoner av vannkraftkonsesjoner i Norge?» *Kart og plan* 112 (2019) nr. 1 s. 65–102.

37 <https://www.alpconv.org/en/home/topics/water-management/>

38 International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR), *Guiding principles on sustainable hydropower development in the Danube Basin*, 2013.

39 Michel Larinier, «Fish passage experience at small-scale hydro-electric power plants in France», *Hydrobiologia* 609 (2008) s. 97–108.

40 Diego Tonolla mfl., «Evaluation of mitigation measures to reduce hydropeaking impacts on river ecosystems – a case study from the Swiss Alps» *Science of the Total Environment* 574 (2017) s. 594–604.

41 Plattform Renaturierung 2022, <https://plattform-renaturierung.ch/schwall-sunk/sanierungsplanung/#>.

42 Personlig meddelelse, Diego Tonolla 2021.

43 Franz Greimel mfl., «Hydropeaking impacts and mitigation» i *Riverine ecosystem management*, Stefan Schmutz og Jan Sendzimir (red.), Springer 2018, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3_5.

substratforhold i nedstrøms elvestrekninger, og behovet for avbøtende tiltak av disse problemene har fått økt oppmerksomhet de senere årene.

I mange svenske regulerte vassdrag gikk det lenge sent med miljøtiltak grunnet omfattende forvaltningsprosesser. I 2019 ble det enighet om en nasjonal prioriteringsplan for miljørevisjon (*omprovning*) av alle vannkraftanlegg i Sverige de neste 20 år. I denne nasjonale planen inngår blant annet et vannkraftmiljøfond for å finansiere miljøtiltak (ca. 1 mrd SKR bekostes av de største energiselskapene), lovendringer og en politisk beslutning om at inntil 1,2 TWh kan omdisponeres til miljøtilpasset vannføring.⁴⁴

Avbøtende tiltak finansieres ulikt i disse landene, og modeller for samfinansiering finnes i Sveits, Østerrike og Sverige,⁴⁵ mens det i Norge er hver enkelt regulant som må dekke alle utgifter knyttet til tiltak og påfølgende overvåking. I alle disse landene så kan man påstå at mønsterpraksis gjennomføres etter påvirker-betaler-prinsippet, hvor påvirker er den enkelte forbruker eller energiselskapet. Det er også en innebygd forventning om adaptiv forvaltning; altså at tiltakene må evalueres og eventuelt ytterligere forsterkes med nye tiltak hvis nødvendig.

3 Miljøvirkninger av vannkraftreguleringer

3.1 Hydrologiske endringer ved vannkraftreguleringer

Utbygging av vannkraftprosjekter vil påvirke lokale miljøforhold.⁴⁶ Vannkraft er en teknologi som bygges rett inn i naturen og direkte utnytter de lokalt tilgjengelige vannressursene og topografien (høydeforskjellene) på stedet. Miljøkonsekvensene fra vannkraftprosjekt vil derfor være unikt gitt utformingen av det enkelte anlegg og de naturkvaliteter som påvirkes. På tross av dette er det mulig å beskrive noen mer generelle trekk om hvilke miljøkonsekvenser vannkraftprosjekter typisk skaper.

44 Havs- og Vattenmyndigheten, «Nationell plan för moderna miljövillkor för vattenkraften», publisert 13. oktober 2018, oppdatert 1. april 2021, [https://www.havochvatten.se/arbete-i-vatten-och-energi/produksjon/vattenkraftverk-och-dammar/nationell-plan-for-omprovning-av-vattenkraft.html](https://www.havochvatten.se/arbete-i-vatten-och-energi/produksjon/vattenkraftverk-och-dammar/nationell-plan-for-omprovning-av-vattenkraft/nationell-plan-for-omprovning-av-vattenkraft.html).

45 Berit Köhler og Audun Ruud, *How are environmental measures realized in European hydropower?* HydroCen rapport 6, Norwegian Research Centre for Hydropower Technology 2019.

46 Store deler av delkapittel 3.1 er publisert av forfatter Tor Haakon Bakken på Store norske leksikon: https://snl.no/Hydrologiske_endringer_ved_vannkraftreguleringer.

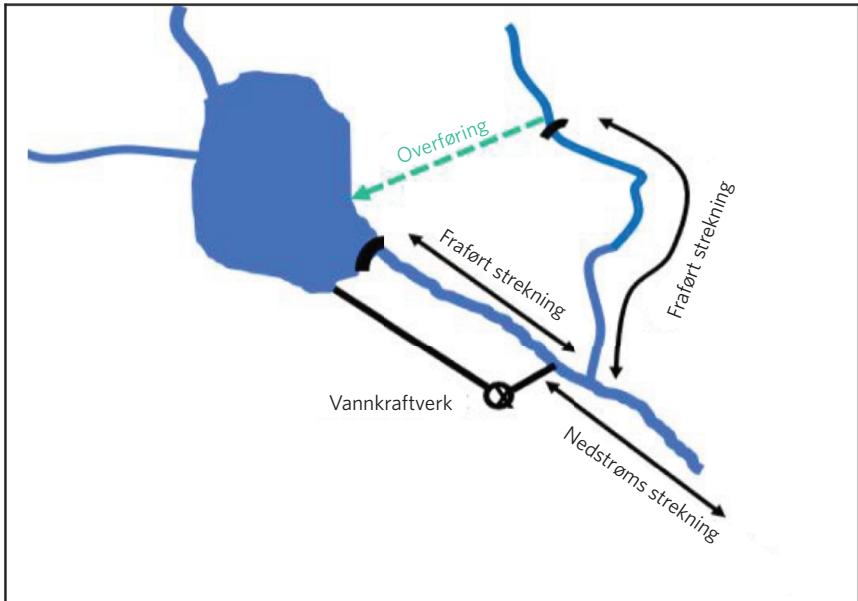
Magasin bygges for å sikre at vann er tilgjengelig for kraftproduksjon i perioder hvor tilsiget er lite og kraftbehovet stort. I det norske kraftsystemet betyr det at magasinet typisk fylles under perioder med stor snøsmelting på vår og forsommeren, og i perioder på høsten med mye nedbør. På vinteren er kraftbehovet stort og tilsiget begrenset, og magasinet tappes gjerne i denne perioden. Dette innebærer en omdisponering av vannet over året. Størrelsen på magasinet avgjør lagringskapasiteten. De største magasinene (flerårsmagasin) kan teoretisk sett lagre tilsiget fra flere år i magasinet.

Elver nedstrøms en regulering påvirkes ulikt, avhengig av hvor i det regulerte systemet den aktuelle elvestrekningen befinner seg (se figur 2a). Elvestrekninger hvor vannet blir fraført (fracførte elvestrekninger) vil kunne oppleve tørlegging store deler av året, med mindre det er krav om vannslipp i disse elvestrekningene (minstevannføring) i konsesjonsvilkårene. Minstevannføringene er som regel kun en liten andel av den opprinnelige vannføringen de fleste dager i året. Figur 2b viser vannføringsdata fra to ulike vannføringsstasjoner i Orkla, hvor Bjørset Dam (lys grønn penn) ligger rett oppstrøms inntaket til Svorkmo kraftverk, og Storsteinhølen (mørk grønn penn) ligger rett nedstrøms kraftverksinntaket, det vil si på fraført elvestrekning. De lave nivåene på den blå grafen indikerer minstevannføring vinter og sommer på henholdsvis 4 m³/s og 20 m³/s, en vannføring som er relativt høy sammenlignet med mange andre konsesjoner. De små pulsene (toppene) med høyere verdi innebærer «tapt» vann grunnet flom.

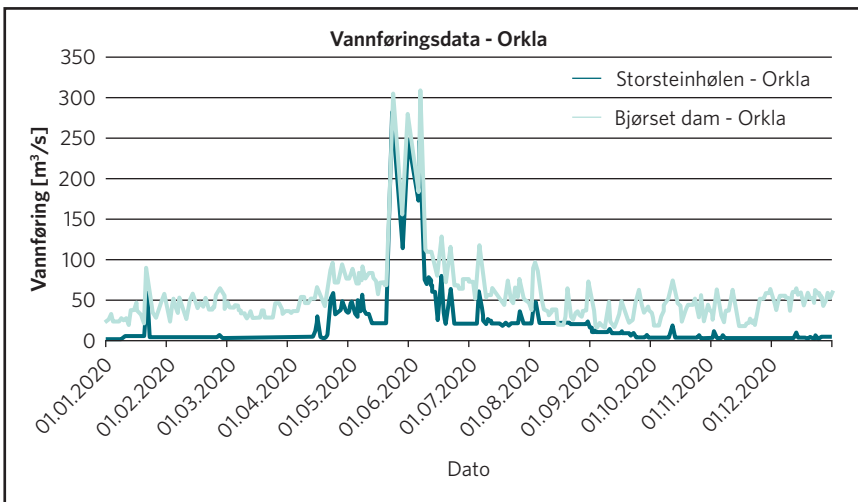
Endringene i vannføringsmønsteret påført elvene fra reguleringen kan gi andre fysiske endringer som er bestemmende for hvor store de biologiske endringene kan bli.⁴⁷ Eksempler på dette er endring i vanntemperatur, isproduksjon, vanddekket areal og substratsammensetning. Alt dette er faktorer som har betydning for det fysiske habitatet og biologiske prosesser i elver, og vil kunne gi direkte og nærmest umiddelbare virkninger på de økologiske forholdene. Det kan også gi mer langsiktige endringer, som for eksempel gradvis forringelse av substratet. Gassovertmetning er også en problemstilling som kan gi episodiske skader og dødelighet på fisk, ofte grunnet luftmedrivning fra bekkeinntak.⁴⁸

47 Torbjørn Forseth og Atle Harby (red.), *Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag*, temahefte 52, NINA 2013.

48 Ulrich Pulg mfl., «First observations of saturopeaking: Characteristics and implications» *Science of the Total Environment* 273 (2016) s. 1615–1621.



(a)



(b)

Figur 2 a og b. Den øvre delen av figuren viser skjematisk et eksempel på en vannkraftregulering med to elvestrekninger med fraført vann, og en elvestrekning nedstrøms kraftverksutløpet. Det er to målestasjoner for vannføring i Orkla (nedre del), hvor Bjørset dam (lys grønn linje) måler vannføring oppstrøms inntaket til Svorkmo kraftverk og Storsteinhølen (mørk grønn) måler vannføring nedstrøms kraftverksutløpet. Kilde: Data fra NVE Sildre (2021).⁴⁹

⁴⁹ NVE Sildre, 2021 <https://sildre.nve.no/station/121.39.o>.

Etablering av magasin og andre konstruksjoner i vassdraget som inntak i bekker og mindre elver og forbygninger langs elvebredden, vil være barrierer for vandrende arter. De vil også fange sedimenter og næringsstoff samt fragmentere vassdragene, med mindre det etableres fungerende vandringsløsninger⁵⁰ eller forbislipp av sedimenter og næringsstoffer.⁵¹ Det er viktig å understreke at det er behov for løsninger både for oppstrøms og nedstrøms vandring, hvor ulike varianter av fisketrappes er det vanligste for oppstrøms vandring. Nedvandring gjennom kraftverksinntak og turbiner vil lede til både skader på fisk og ofte høy dødelighet, og fisken må derfor ledes sikkert forbi.⁵²

Effektkjøring er en bestemt type kjøremønster av vannkraftverket som medfører raske og hyppige endringer i vannføring og vannstand.⁵³ Effektkjøring er dels motivert ut fra behovet for å stabilisere kraftnettet og dels for å produsere kraft i perioder av døgnet, uka og året hvor kraftprisene er høye. Effektkjøring må ansees som en tilleggsbelastning på økosystemet i de berørte elvene, ut over de tradisjonelle virkningene av vannkraftreguleringene. Det er utviklet en metode og et klassifiseringssystem som beskriver hvordan miljømessig ansvarlig effektkjøring kan realiseres med driftsrestriksjoner.⁵⁴ Miljøvirkninger i det marine miljø av vannkraft er langt mindre undersøkt enn vassdragseffekter av vannkraft. Hydrologiske endringer som sesongvariasjon av ferskvannstilførsler i fjorder medfører blant annet endret temperatur og salinitet.⁵⁵ Dette kan ha konsekvenser for mange marine arter, men antas å være mindre enn i vassdragene. I det videre fokuserer vi primært på vassdragseffekter.

50 Fjeldstad mfl. (2018).

51 Ulrich Pulg mfl., *Tiltakshåndboka for bedre fysisk vannmiljø*, rapport 296, UNI Research Miljø LFI 2018.

52 FitHydro, *Decision Support System*, 2021.

53 Tor Haakon Bakken mfl., *Miljøvirkninger av effektkjøring: Kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri*, temahefte 62, NINA 2016.

54 Bakken mfl. (2022).

55 Mari S. Myksvoll og Frode Vikebo, «Vannkraft visker ut årstider i fjordene», *Bergens Tidende*, 26. februar 2022 [kronikk].

3.2 Miljøforbedrende tiltak

En forståelse av hva de faktiske miljøkonsekvensene av en regulering medfører er helt sentralt for å kunne identifisere treffsikre miljøforbedrende tiltak.^{56,57} Ut fra diagnosen vil man identifisere et sett med ulike tiltak som skal kunne gi den ønskede miljøforbedrende effekt. Ofte kan det være en kost-nytte-vurdering som avgjør hvilket tiltak man velger. Det er også viktig å være bevisst miljømålet før man velger miljøforbedrende tiltak. Enkelte tiltak kan favorisere bestemte arter (f.eks. laksefisk), mens andre tiltak kan ha en bredere effekt på hele økosystemet. Det finnes flere gode norske og europeiske oversikter over mulige miljøforbedrende tiltak ut fra et sett med typiske konsekvenser av vannkraftreguleringer.^{58,59} De vanligste tiltakene er på en overordnet måte gjengitt i tabell 1, organisert etter miljøkonsekvens og hovedpåvirkning fra vannkraftreguleringer.

Tabell 1. Eksempel på vanlige påvirkninger (problemtyper) i regulerte vassdrag i Norge, hvilken miljøkonsekvens de har medført for elvemiljø*, og mulige miljøforbedrende tiltak (ikke uttømmende liste).^{60,61,62,63}

	Hovedpåvirkning	Miljøkonsekvens	Relevante tiltaks eksempler
Hydrologiske endringer	Fraført vann (endret flomfrekvens)	Foringelse av habitat, reduserte leveområder, redusert biomangfold	Økt eller justert vannslipp i tørrlagte elver (#miljøbasert vannføring)
	Raske og hyppige endringer i vannføring (effektkjøring)	Foringelse av habitat ut over hva reguleringen i seg selv gir. I tillegg stranding (tørrlegging) og utspyling av elvelevende organismer	#Miljøtilpasset effektkjøring ved operasjonelle tiltak (myke overganger) eller strukturelle (omløpsventil, habitatjusteringer, dempingsmagasin)
Morfologiske endringer	Tilslamming av elvebunnen	Redusert skjul og forringelse av gyte- og oppvekstområder	# Sedimentforvaltning, fysiske endringer i elveleiet, fjerning av finstoff, tilførsel av substrat/stein av riktig kvalitet (gytegrus)
	Degradert habitat langs kantene/ elvebredden	Tap av habitat	Restaurering av kantvegetasjon, fjerning/justering av flomforbygning, etc.

56 Forseth og Harby (2013).

57 EU-kommisjonen (2020).

58 Pulg mfl. (2018), *Tiltakshåndboka*.

59 www.fithydro.wiki

60 Pulg mfl. (2018), *Tiltakshåndboka*.

61 www.fithydro.wiki

62 EU-kommisjonen (2020).

63 Vannportalen.no – Virkemidler og tiltak i vannforvaltningen (2020).

	Hovedpåvirkning	Miljøkonsekvens	Relevante tiltaks eksempler
Barrierer og fragmentering	Dam eller annen hindring (terskler) på tvers av elv	Fragmentering av økosystem, manglende tilgang for fisk til gyte eller oppveksthabitat, turbin-dødelighet	#Oppvandring: trappeløsning/ omløp tilpasset stedege arter. Nedvandring: rister, ledegjerder, avskrekking.
	Barriere på tvers av eller langs med elva (forbygning, kulvert e.l.)	Fragmentering av økosystem, redusert rekruttering	Fjerning eller justering av barrieren
Andre vanlige påvirkninger	Endret vanntemperatur	Endret eggutvikling og klekkespunkt, redusert vekst	Endret tapperegime fra magasin eller variable inntak
	Luftovermetning	Økt dødelighet, sår hos fisk («dykkesyke»)	Hindre luft inn i inntak, lufting nedstrøms, ultralyd

*Miljøvirkninger i magasin og i det marine miljø er her utelatt.

Spesifikke tiltak som allerede er innarbeidet i EUs taksonomi for bærekraftig vannkraft.⁶⁴

3.3 Mønsterpraksistiltak

Veien mot en mer økosystembasert vassdragsforvaltning bør innebære at ett eller flere av tiltakene i tabell 1 bør realiseres.^{65,66} Nytteten og egnetheten av de enkelte tiltak vil avhenge av;

- hvorvidt påvirkningen er tilstede og hvor intense eller vesentlige disse påvirkningene er
- hva som er de økologiske flaskehalsene for påvirkede arter og naturtyper (som kan være både lokalitets- og sesongspesifikke)
- hvor økologisk effektive tiltak er, og om dette er dokumentert med representativ overvåking

Det er en felles forståelse i Europa at god mønsterpraksis innebærer iverksettelse av tiltak som sikrer selvreproduserende bestander.⁶⁷ Gitt at vannkraftreguleringen har en vesentlig påvirkning på stedege arter, så er det i utgangspunktet en forventning om at dette skal avbøtes med

64 EU-kommisjonen, *Taxonomy for sustainable finance*, 2021.

65 Stefan Schmutz og Jan Sandzimir (red.), *Riverine ecosystem management*, Springer 2018.

66 EU-kommisjonen (2020).

67 EU-kommisjonen (2020).

relevante tiltakstypene fra tabell 1, eller med avbøtende tiltak som er enda mer kostnadseffektive.

Det finnes også tilfeller hvor ytterligere tiltak nedstrøms utløp av kraftverk ikke er aktuelt dersom;

- kraftverksutløpet går direkte i fjord eller annet innsjømagasin, hvor det antas at påvirkningen fra reguleringene er mer begrenset
- allerede gjennomførte tiltak gir ønsket avbøtende effekt, dokumentert gjennom overvåkning

4 Hvordan benyttes oppdatert kunnskap?

Flere viktige norske kunnskapsoppsummeringer som identifiserer relevante avbøtende tiltak med mest fokus på laksefisk for regulerte vassdrag⁶⁸ er utarbeidet de senere årene:

- Miljødesign i regulerte laksevassdrag⁶⁹
- Håndbok om miljøtilpasset effektkjøring⁷⁰
- Tiltakshåndboka for bedre fysisk vannmiljø⁷¹

Norske fagmiljøer er blant de fremste i verden når det gjelder miljøtilpasninger for laks med betydelig overføringsverdi til å iverksette god praksis-tiltak for mange andre fiskearter.⁷² For mindre ikoniske arter, vassdragsavhengige naturtyper og effekter i det marine miljø er det fortsatt betydelige kunnskapshull, selv om flere elvebreddarter og naturtyper i vassdrag (delta, flomsletter) er på rødlista som følge av blant annet vannkraftreguleringer.⁷³ Det er gjennomført en rekke avbøtende tiltak i norske

68 Bjørn Ove Johnsen (red.), *Effekter av vassdragsregulering på villaks*, Kunnskapssenter for laks og vannmiljø.

69 Forseth og Harby (2013).

70 Bakken mfl. (2016).

71 Pulg mfl. (2018), *Tiltakshåndboka*.

72 Niels Nielsen og Marcell Szabo-Meszaros (red.), *Hydropower and fish: A roadmap for best practice management*. IEA Hydropower, under utgivelse. <https://www.hydropower-dams.com/news/hydropower-and-fish-a-roadmap-for-best-practicemanagement/>

73 Artsdatabanken, *Norsk rødliste for arter 2021*, 2021.

vassdrag i forbindelse med vassdragsreguleringer, særlig for å avbøte miljøforhold i selve vannstrengen. Erfaringer med tiltakene viser imidlertid at det ofte er mangel på klare målsettinger eller mangel på metoder for å evaluere effekten av tiltakene.⁷⁴

En økosystembasert forvaltning må åpne for å endre på tiltakspakken når ny kunnskap kommer til. Hittil er relativt få eldre vannkraftreguleringer blitt modernisert i henhold til oppdatert kunnskap (per 2018). Dette skyldes flere forhold. Blant annet er få eldre reguleringer blitt gjenstand for vilkårsrevisjoner eller tilsvarende prosesser for å bringe inn mønsterpraksis-tiltak for å avbøte vesentlige økologiske påvirkninger i vassdragene.⁷⁵

4.1 Adaptiv forvaltning

En vurdering av forvaltningspraksis følger mønsterpraksis-tiltak må således gjøres for vedtak fattet i nyere tid, eller at vedtak legger opp til en adaptiv forvaltningspraksis i form av prøvereglement. Sistnevnte vil innebære at man utformer vilkår og optimaliserer avbøtende tiltak slik at ny kunnskap fortløpende kan fases inn. For industrikonsesjoner ihht. forurensingsloven, gjøres dette i større grad ved at BAT-prinsipper legges inn i vilkårene.⁷⁶ Tiltak for å påvise og eventuelt avbøte gassovermetning er eksempel på en «ny» påvirkningstype, som er i ferd med å bli mønsterpraksis i Norge. Her er det i ferd å befeste seg standard formuleringer i de aller fleste nyere naturforvaltningsvilkår. Det gir rom for å pålegge relevante avbøtende tiltak som konsesjonæren må bekoste. Dette kan innebære å stanse kraftverk i perioder eller «lufte» gassovermettet vann.⁷⁷

74 Brian Glover mfl., *Avbøtende tiltak i regulerte vassdrag*, rapport 10, NVE 2012.

75 Olje- og energidepartementet (OED), *Retningslinjer for revisjon av konsesjonsvilkår for vassdragsreguleringer*, 2012.

76 KLD (2016).

77 Pulg mfl. (2016).

4.2 Følger revisjonsvedtak økosystembaserte prinsipper?

Etter vregl. § 8 kan vilkårene i en vannkraftkonsesjon tas opp til revisjon etter 30 år. I OEDs retningslinjer fra 2012 er det klargjort at hovedformålet med revisjon er å bedre miljøtilstanden i regulerte vassdrag. Revisjoner er et sentralt virkemiddel for å oppnå miljømålene i vannkraftpåvirkede vassdrag.

En utfordring med vilkårsrevisjoner er at de bare kan gjennomføres hvert 30. år, mens status for den økologiske tilstanden i henhold til vannforskriften § 1 første ledd skal vurderes hvert sjette år. I dette inngår nettopp hvorvidt det er kommet fram nye relevante tiltak som kan gjøre en vassdragsregulering mer miljøtilpasset.⁷⁸ Ordinære revisjoner må derfor kunne suppleres med andre omgjøringsregler, som vrl. § 28 og forvaltningens ulovfestede omgjøringsadgang. Dette er helt sentralt for å gi tilstrekkelig adgang til endring i henhold til vannforskriften og prinsippene for en økosystembasert forvaltning (se foregående omtale). Vannforskriften er ikke et verneregulverk, men et regelverk som snarere tydeliggjør forvaltningsprinsipper for bærekraftig bruk av vassdrag. På linje med relevante prinsipper i nml. kap. II, skal dermed samfunnsnyttene av vassdragsreguleringen (både kraftproduksjon, flomdemping og andre formål) avveies mot de relevante miljøforbedrende tiltakene inkludert om de går **vesentlig** ut over blant annet vannkraftproduksjon.⁷⁹

I forbindelse med revisjon av vannkraftkonsesjoner har flere aktører hatt en klar oppfatning om at kunnskapsgrunnlaget har vært utilstrekkelig i flere av de vedtatte sakene fram til 2017.⁸⁰ Ufullstendig eller svakt kunnskapsgrunnlag ble særlig framhevet for å vurdere potensialet for å ivareta biologisk mangfold (altså andre vassdrags-tilknyttede arter enn fisk), eller brukerinteresser relatert til friluftsliv

78 EU-kommisjonen (2020).

79 Departementsgruppen (2014).

80 Köhler mfl. (2019).

og landskapsopplevelse, der beslutninger i stor grad er skjønnsbasert. I flere av sakene medførte kunnskapsmangelen at relevante tiltak ble minimert eller utelatt i det endelige vedtaket. Førre-var-prinsippet i naturmangfoldloven § 9 slår fast at mangel på kunnskap ikke skal brukes som begrunnelse for å unnlate å treffe forvaltningstiltak når det foreligger en risiko for alvorlig eller irreversibel skade på naturmangfoldet. Bestemmelsen skal legges til grunn som retningslinje ved vedtak om revisjon av konsesjonsvilkår, jf. nml. § 7. Det kan dermed hevdes at hensynet til førre-var-prinsippet i naturmangfoldlovens § 9 ikke ble vurdert eller tillagt særlig vekt i de første revisjonssakene. I to av disse sakene (Vinstra, Selbusjøen) ble de nye avbøtende tiltakene gjenstand for prøveperiode, for å overvåke om vannføringstiltakene virker etter hensikten.⁸¹

Vi har i tabell 2 sammenstilt et utvalg vannkraftsaker av ulike størrelser som har fått reviderte miljøvilkår eller moderne tiltak i nyere tid. Her inngår både nye konsesjoner og endrede konsesjoner (innkalte eller endelige vedtak etter en lengre prøveperiode, som i Alta). Vi har hovedsakelig satt søkelyset på virkninger og tiltaksbehov på berørte elvestrekninger i disse sakene.

Faktaboks som utdyper mønsterpraksis-vurderinger i eksempelsaker i tabell 2a og 2b

Fargekodene i celler som beskriver grad av mønsterpraksis for de miljøforbedrende/avbøtende tiltakene betyr: **Grønn**: utformingen av tiltaket innfrir trolig mønsterpraksis; **Gul**: tiltaket er delvis i tråd med mønsterpraksis, ev. mangelfullt dokumentert; **Oransje**: tiltaket er i liten grad i tråd med mønsterpraksis, ev. kun for enkelte relevante arter; **Rød**: relevant avbøtende tiltak mangler eller er trolig dysfunksjonelle for relevante arter, og reguleringen kan derfor ikke regnes som miljøforsvarlig (på deler av vassdraget); **Grå**: reguleringen utbygd slik at påvirkningen og tiltakstypen (trolig) ikke er relevant. **Merk også rød skrift, som antyder uavklart/usikkert tiltaksbehov.**

Kraftverk: kraftverket konsesjonen er knyttet til. **Vassdrag**: vassdrag som primært er påvirket av vannkraftreguleringen. Kilder: NVEs vannkraftdatabase og konsesjonsvilkår fra <https://atlas.nve.no/>.

81 Köhler mfl. (2019).

Tabell 2a. Tabellen viser utvalgte kraftverk og vassdrag og deres karakteristika, samt informasjon om oppstrøms habitattiltak og tiltak tilknyttet opp- og nedvandring forbi barrierer, skjønnsmessig vurdert etter grad av mønsterpraksis. Se faktaboks for detaljert forklaring av kolonnene i tabellen og tiltaksbeskrivelse i tabell 1. KONSEJNSVILKÅR ER GJENNOMGÅTT FRA KONSEJNSDATABASEN TIL NVE OG VED HJELP AV NVE ATLAS.

Kraftverk/ vassdrag	Vedtaks- år	Første prod. år	Energi MW/GWt	Nøkkel- arter	Dam/barriere		Frøtøt(e) elvestrekning(er) («minstevannføringsstrekning»)			
					Oppv.	Nedv.	Elve- strekning (ant)	Minste-Q [m ³ /s]	Andel av maks Q (%)	Red. GWt (%)
Trollheim/ Surna (1)	Kgl.res. 2021	1968	400 MW/ < 893	NLV	Oppstrøms naturlig hinder		> 10 km (4)	Ja, forbi to inntak	0,46/45 m ³ /s (1,02%)	Ca. 35 GWt (3,9%)
Alta (2)	2010 (prøverg.)	1987	150 MW/ 762	NLV	Oppstrøms naturlig hinder		1-2 km (1)	Nei, men kort strekning		0
Straumsmo/ Bardu (3)	Kgl.res. 2021	1966	130 MW/ < 704	Ørret	Oppstrøms naturlig hinder		> 10 km (5)	Ja, 0,5-2 m ³ /s (fra dam)	0,5-2/70 m ³ /s (0,7%)	Ca. 20 GWt (2,8%)
Lovik/ Storelva (4)	Kgl.res. 2019	1952	1,2 MW/ 4,7	Anadrom (sjørøye), katadrom	Nei	Nei	1-2 km (1)	Nei	0%	0
Laudal/ Mandal (5-#)	2013/ 2020 (prøverg.)	1981	32 MW/ 185	Anadrom (NLV), katadrom	Trapp, miljø- design	Lede- gjerde (2021)	2-5 km (1)	Ja, 6-25 m ³ /s # (5)	6-25/110 m ³ /s (4,5-11%)	15-26 GWt # (8-14%)
Kolsvik/ Åbjørta (6)	Omgjørt 2014	1979	128 MW/ 549	Anadrom	Oppstrøms naturlig hinder		> 10 km (9)	Ja, 7 m ³ /s (1. juli- 15. september)	0-7/31 m ³ /s (0-2,3%)	Noe >0,04%
Meråker/ Stjørdalselva (7)	1989 (prøverg.)	1994	87 MW/ 464	NLV	Oppstrøms naturlig hinder		> 10 km (>10)	Ja, i) Torsbjørka 0,1-0,5 m ³ /s, ii) Dalåa 0,2-0,8 m ³ /s, iii) Tevla 0,2-0,5 m ³ /s	0,5-1,8/37 m ³ /s (1,4-4,9%)	Noe > 2 %
Aura/Liddals- vassdrag (8-#)	Kgl.res. 2021	1955	290 MW/ 1852	Anadrom, katadrom, elvemusling	Oppstrøms naturlig hinder		> 10 km (11)	Nei, kun resttillig	0%	0

N. Røssåga/ Røssåga (9)	Kgl.res. 2022	1955	350 MW/ 2001	Anadrom	Oppstrøms naturlig hinder	>10 km (1)	Nei, kun resttilsig	0 %	Økt prod. pga. nye turbiner
Fosstveit/ Vegårdsvassdr (10)	2019	2008	2 MW/ 8	Anadrom, katadrom	Trapp/ åleleder	< 0,5 km (1)	Ja, 0,35–0,55 m ³ /s	0,35/16 m ³ /s (2,2 %)	Litt i omløpskanal > 3 %
Eiriksdal/ Daleelva (11)	Kons. 2008	2013	80 MW/ 342	Anadrom	Oppstrøms naturlig hinder	> 5 km (4)	Nei	0 %	0
Rosten/ Gudbrandsålg (12)	Kons. 2014	2018	80 MW/ 192	Harr, innlandsfisk	Oppstrøms naturlig hinder	2–5 km (1)	Ja; 1,5–3 m ³ /s	1,5–3/85 m ³ /s (1,8–3,5 %)	Noe
Nye Jølstra/ Jølstra (13)	Kons. 2017	2021	60 MW/ 233	Storaure, innlandsfisk	Oppstrøms naturlig hinder	2–5 km (1)	Ja, 4–12 m ³ /s (fra inntak)	4–12/ 55 m ³ /s (7,3–22 %)	< 30 GWt (< 13 %)
Tolga/ Glomma (14)	Kons. 2017	2021	46 MW/ 205	Harr, innlandsfisk	Omløpsbekk Innovativ løsning	> 10 km (1)	Ja, 7–12 m ³ /s + lokkevannslipp	7–12/60 m ³ /s (12→ 20 %)	28–37 GWt (< 18 %)
Nedre Otta/ Gudbrandsålg (15)	Kons. 2017	2020	86 MW/ 315	Harr, innlandsfisk	Oppstrøms naturlig hinder	> 10 km (1)	Ja, 10–30 m ³ /s (fra inntak)	10–30/180 m ³ /s (5,6–17 %)	O/U Eidfossen (minstevann- føringsturbin) –0 GWt
Driva (16)	Kons. 2005	1973	140 MW/ 602	NLV	Oppstrøms naturlig hinder	> 10 km (2)	Ja, fra ett inntak (Dalsbekken)	0–0,2/30 m ³ /s (0–0,7 %)	< 1 %

(5) – Adaptive tiltaksløsninger under utvikling i Mandalselva: med ulike vannføringsregimer og innovative nedvandringsløsninger (som kan bli mønsterpraksis om det tilpasses alle relevante arter). Om sommeren varierer kravet til forbislipp mellom 8 og 25 m³/s avhengig av vannføring. I tillegg skal Laudal kraftverk stanses i 6 timer hver natt til lørdag (NVE saknr. 202006764-14).

(8) – Dam og vanninntak oppstrøms naturlig vandringshinder, men vannuttak tidvis så stort at fiskevandring og ekstreme vanntemperaturer er problematisk i de delene av vassdraget med størst grad av vann-overføringer til magasinet.

Tabell 2b. Tabellen viser utvalgte kraftverk og vassdrag og deres karakteristika, samt informasjon om tiltak som direkte påvirker elv nedstrøms kraftverksutløp, skjønnsmessig vurdert etter grad av mønsterpraksis. Se faktaboks for detaljert forklaring av kolonnene i tabellen og tiltaksbeskrivelse i tabell 1.

Kraftverk/ vassdrag	Elve- strekning	Nedstrøms kraftverk DVF = minste driftsvannføring (m ³ /s) og som % av maks slukeevne i kraftverket				Temperatur-tiltak
		DVF [m ³ /s]	DVF ratio (% av maks Q)	Oppløring	Myke overganger Nedkjøring	
Trollheim/ Surna	> 10 km	15 m ³ /s	45/15 (33%)	Ingen begrensning	Konkrete grenser i cm/t i ulike «Q-vindus»	67% Ja, nytt inntak i Follsjø
Alta	> 10 km	16-45 m ³ /s	96/16 (34%)	Ja, ikke endres raskere enn 2 m ³ /s per døgn (mellom 16-33 m ³ /s)		Ja, overflateinntak med driftstilpasn.
Straumsmo/ Bardu	> 10 km	Ja, 0,5-12 (1. mai-30.sept)	70/12 (sommer), 70/> 0,5 (vinter) (> 0,02%)	Ingen begrensning	Alltid gradvis; aldri > 18 m ³ /s per 30 min	Nei (uavklart behov)
Lovik/ Storelva	2-5 km	Nei, men mulig høy driftstid		Ja (men ikke konkretisert grenser)		Nei (uavklart behov)
Laudal/ Mandal	> 10 km	Ja; 5-12 m ³ /s	110/5-12 (4-11%)	Uavklart for oppløring	Ja, nedkjøring i praksis konkretisert etter prøvereglement	Nei (uavklart behov)
Kolsvik/ Åbjøra				Utløp rett i fjorden		
Meråker/ Stjørdalselva	> 10 km	9,5 m ³ /s	37/9,5 (26%)	Uavklart for oppløring	Ja, med myke overganger, nedkjøring konkretisert etter prøvereglement	Ja Nei (uavklart behov)
Aura/Littdals- vassdraget				Utløp rett i fjorden # (8)		
						Trolig ekstreme temperaturer i fraførte elver

N. Røssåga/ Røssåga	5-10 km	30 m ³ /s hele året og >100 m ³ /s i 3 dager for smolt-utvandring	105/30 (29 %)	Ingen begrensning	Mellom 60 og 30 m ³ /s; maksimalt reduseres med 7,5 m ³ /s hvert 15. minutt	Ja, minimum 30 m ³ /s (> 29 %)	Nei (uavklart behov)
Fostveit/ Vegårdsvassar	5-10 km	Ja; 0,35-0,55 m ³ /s	16/0,35 (2,2 %)	Nei, ikke mulig med konsesjonsvilkår		Nei	Elvekraftverk
Eiriksdal/ Daleelva	5-10 km	Ja, 1,5-6 m ³ /s (tilpasses smoltutvandring)	16/1,5 (9,4 %)	Ja, alle reduksjoner < 13 cm/t		Ja (50 %)	Nei (uavklart behov)
Rosten/ Gudbrandslåg	> 10 km	1,5-3 m ³ /s	85/1,5 (1,8 %)	Ja, med myke overganger (ikke ytterligere konkretisert)		6,5 m ³ /s (8 %)	Elvekraftinntak
Jølstra	1-2 km	4-12 m ³ /s	55/4 (7,3 %)	Ja (men ikke konkretisert grenser)		45 m ³ /s (80 %)	Elvekraftinntak
Tolga/ Glomma	> 10 km	7-12 m ³ /s	60/7 (11,7 %)	Ja (men ikke konkretisert grenser)		7 m ³ /s (12 %)	Elvekraftinntak
Nedre Otta/ Gudbrandslåg	> 10 km	Ja, differensiert; fra 10 m ³ /s og vannvolum til lokkevannslipp og vannsport	180/10 (5,6 %)	Ja, konkretisert; opp-/nedtrapping skal foregå i intervall på maks 20 m ³ /s per time		21 m ³ /s (12 %)	Elvekraftinntak
Driva	5-10 km	Ja, 10-11 m ³ /s	30/11 (37 %)	Uavklart for oppkjøring	Ja, ved lavvassperioder ikke reduseres > 40 % av foregående døgn maks Q	10 m ³ /s (33 %)	Nei (uavklart behov)

For tabell 2a: Vedtak, år: når konsesjonsvedtaket, endelige vilkår (evt. etter periode med prøvereglement) eller omgjøring/revisjonene (Kgl res) ble gitt. **Først prod. år:** det første året kraftverket produserte. **Energi:** installert kapasitet i kraftverket (i MW = megawatt) og gjennomsnittlig årsproduksjon (i GWt = gigawatt-timer). **Nøkkelarter:** de sentrale artene i vassdraget som er påvirket av reguleringen, hvor anadrom er arter som vandrer til havet for næringsøk og tilbake til ferskvann for å gyte, mens katadrom er arter som gyter i havet og bruker ferskvann til oppvekstområde. NLV – Nasjonale laksevassdrag.⁸² **Dam/barriere** henviser til om det er gjort tiltak for å sikre henholdsvis oppvanding (oppv.) og nedvanding (nedv.) forbi menneskeskapte barrierer. **Elvestrekning** (ant.): lengde av elvestrekning (i km) hvor vannet er fraført, og antall dammer/inntak på berørte elvestrekninger. **Minste-Q [m³/s]:** minstevannføring på fraført strekning, i m³/s. **Andel av maks Q (%):** forholdet mellom samlet vannslipp og maks slukeevne i kraftverket. **Red. kraftprod. GWt (%):** redusert/tapt kraftproduksjon grunnet justert slipp av minstevannføring (ved revisjon), i GWt eller prosent av totale årsproduksjon (ikke justert for klimavann).

For tabell 2b: DVF: minste driftsvannføring (m³/s). nedstrøms kraftverksutløp **DVF ratio (%)** er det prosentvise nivået på minste driftsvannføring ift. største turbinvannføring i kraftverket.

Myke overganger (oppkjøring/nedkjøring): henviser til om det er omtalt i konsesjonsvilkårene at kraftverket skal driftes på en skånsom måte med hensyn på start og/eller stopp i forbindelse med effektkjøring, og ev. hva dette betyr i hastigheter på vannstandsendringer ved henholdsvis oppkjøring og nedkjøring. **Omløpsventil** angir hvorvidt omløpsventil er installert for forbislipp av turbinvannføring for å unngå stranding ved utfall av kraftverk og kapasiteten på omløpsventil (i m³/s og % av maks driftsvannføring). **Temperaturtiltak** beskriver hvorvidt det er tiltak i inntaksmagasinet som sikrer mer naturlig vanntemperatur nedstrøms utløpet av kraftverket eller på fraført elvestrekning (Åbjøra).

4.2.1 Vannføringstiltak

Dette er hovedsakelig tiltak i form av pålagte vannslipp forbi inntak eller dam, eller fyllingsrestriksjoner i vannkraftmagasiner som kan betegnes å gå vesentlig ut over vannkraftproduksjonen.⁸³ I de senere årene er også behovet for fleksibilitet framhevet fra OED og Statnett, noe som kan medføre økt effektkjøring. Dette gjorde at det ble sendt ut nasjonale føringer fra KLD og OED i januar 2014, som var førende fram mot de reviderte vannforvaltningsplanene (inntil September 2022).⁸⁴ I det nasjonale revisjonsprosjektet⁸⁵ anbefalte NVE og Miljødirektoratet i fellesskap at de aller fleste større, eldre vannkraftanlegg burde prioriteres for vilkårsrevisjoner med økt slipp av vann, og eventuelt magasinrestriksjoner, i spesielt

82 L. Asbjørn Vøllestad mfl., «10 års erfaring med nasjonale laksevassdrag – virker systemet?» *Vann* (2018) nr. 1 s. 102–117.

83 Departementsgruppa (2014).

84 Vannportalen, 2022, <https://www.vannportalen.no/organisering2/nasjonal-vannforvaltning/nasjonale-foringer-forventninger-og-planretningslinjer/>.

85 NVE, *Vannkraftkonsesjoner som kan revideres innen 2022. Nasjonal gjennomgang og forslag til prioriteringer*, rapport 49, 2013.

verdifulle deler av vassdragene. De nasjonale føringene har nok blitt forstått ulikt av aktørene.⁸⁶ I praksis har føringene medført en restriktiv praksis for slipp av vann for å bedre økologiske forhold og tilnærmet eliminert alle vannstandsrelaterte tiltak i magasin. Enkelte vil hevde at moderne miljøtilpasninger eller mønsterpraksis snarere er blitt unntaket enn hovedregelen i mange gjennomførte revisjoner.⁸⁷

I revisjonsprosjektet ble det beregnet at norsk vannkraftproduksjon ville økt med kun ca. 1 prosent dersom alle de eksisterende minstevannføringskravene pr 2012 ble fjernet.⁸⁸ Økt nyttbart hydrologisk tilsig til norske vannkraftmagasiner har økt betydelig de siste tiårene (klimavann). Ifølge beregninger vil tilsiget framover grunnet klimaendringer fortsette å øke ytterligere. Det nyttbare tilsiget har i perioden 1981–2010 økt med cirka 3,3 prosent på landsbasis sammenlignet med forrige 30-årsperiode. Ulike klimaframskrivninger viser at endringer i nedbørsfordelingen og nyttbart tilsig kan endre seg betydelig framover (størrelsesorden 2–16 % økning). Modellene viser betydelig ulik regional fordeling, og større år til år variasjon, men klimavann kan alene gi 8 TWh mer kraft mot slutten av dette århundret.^{89,90} Klimavann, sammen med en betydelig økt produksjon av fornybar energi fra vindkraft, småskala vannkraft og noe ny stor vannkraft medførte ny norsk rekord ved inngangen til 2021. Da var den samlede installerte produksjonskapasitet på 37 732 MW med en samlet normalårsproduksjon på 153,2 TWh.⁹¹

I flere revisjonssaker fra tabell 2a ser vi at det ikke er pålagt tiltak som medfører redusert kraftproduksjon (eks. 2, 4, 8, 9 og 11). I sakene der vilkårene om vannslipp er endret er det snakk om tap av kraftproduksjon fra mindre enn 1 prosent til ca. 5 prosent (eks. 1, 3, 5, 6 i tabell 2a).

86 Ruud og Aas (2017).

87 Tabell 2; Ruud og Aas (2017); Köhler mfl. (2019).

88 NVE (2013).

89 NVE, «Klimaendringene gir økt vannkraftproduksjon», 17. desember 2019, sist oppdatert 28. august 2020, <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/klimaendringene-gir-okt-vannkraftproduksjon/>

90 Valentin Koestler mfl., *Vannkraftverkene i Norge får mer tilsig*, rapport 50, NVE 2019.

91 Energifakta Norge, «Kraftproduksjon», 13. mai 2022, <https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftforsyningen/>

Sammenlignet med nye konsesjoner, som oftere har høyere nivå på minstevannføring, er det et gjennomgående lavt ambisjonsnivå i de fleste revisjonssaker med hensyn til miljøforbedring, og vesentlig lavere enn det som var krafttapssjablongen i revisjonsprosjektet.⁹²

4.2.2 Fiskevandringstiltak

Så vidt forfatterne er kjent med, foreligger det ingen fullgod nasjonal oversikt over hvilke vannkraftdammer som er anlagt på naturlige fiskevandringshindre (bratte fosser) og hvilke som er nye barrierer for vandring. Dette er sentral informasjon for å identifisere behov for sikre toveisløsninger for fiskevandring og økologisk kontinuum.

En rekke fisketrapper er bygget i regulerte vassdrag i Norge for å sikre tilgang til ovenforliggende leveområder.⁹³ Mange er hovedsakelig designet for oppvandring av strømsterke laksefisk (laks, sjøørret) og har varierende funksjonalitet for andre fiskearter. Enkelte har blitt re-designet for flere arter i senere år, som i Høyegga i Glomma.⁹⁴ Løsning for nedvandring sikrer at fisk ikke skades gjennom turbiner. Hydraulisk tilpassede ledegjerder foran inntakene har fått økt oppmerksomhet i senere år,⁹⁵ men er fortsatt ikke anvendt i mange vannkraftanlegg. Lovende løsninger finnes i enkelte vannkraftanlegg der fiskevandringstiltak har hatt fokus. Tolga kraftverk i øvre deler av Glomma er et av de første kraftverkene i Norge med en naturlig omløpskanal og gjerde som leder fisk bort fra turbinene. Velfungerende vandringstiltak som mønsterpraksis er på plass i flere elver i Agder og Telemark. Det er gjort en stor innsats de senere årene for å etablere mønsterpraksis for sikker to-veis vandring av både bestemte fiskearter og ål. Det gjelder blant annet Kragerø- og Skiensvassdraget, Gjerstadvassdraget (Stifoss), Storelva (Fosstveit), Nidelva (Rygene og Evenstad), Tovdalselva (Boen), Otra (Fennefoss) og

92 NVE (2013).

93 Miljødirektoratet, *Nasjonal gjennomgang av eksisterende fisketrapper for å klargjøre tilstand og restaureringsbehov*, M-nummer 2145, 2021.

94 Pulg mfl. (2018), *Tiltakshåndboka*.

95 <https://www.nina.no/fishpath>

Kvinavassdraget (Rafoss og Dvergfoss). De aller fleste av disse er pr 2022 allerede bygd.⁹⁶

4.3 Miljøforsvarlige vannkraftreguleringer

Det kan være krevende å sammenligne ulike vassdragsreguleringer, da miljøvirkninger og løsninger kan være spesifikke for det enkelte prosjekt. Allikevel har vi i tabell 2 forsøkt å vise hvorvidt relevante tiltakene er på plass eller ikke. Vi har gjort en skjønnsmessig evaluering av hvor godt miljøeffektene avbøtes med relevante tiltak i disse moderne vedtakene.

I tabell 2a og b inngår vannkraftsaker der mønsterpraksistiltak kan hevdes å være på plass (grønn bakgrunn i tabellen), og dermed innfri forventninger om miljøforsvarlig vannkraftdrift (best praksis pr nå). Felles for flere av disse er at vedtakene med pålagte avbøtende tiltak er gjort de senere årene, og dermed bygger på innovative tiltak eller oppdatert kunnskap. Flere av sakene er i nasjonale laksevassdrag, der tiltakene gjerne er utformet i dialog med forskere (Alta, Surna, Mandalsvassdraget, Stjørdalsvassdraget mfl.). I noen veldig få saker har tiltak for tilpasning av temperatur blitt pålagt, primært for å øke overlevelsen av laksesmolt. Det gjelder i eksemplene 1, 2 og 6 i tabell 2b. Samtidig er tiltakene for å oppnå naturlig vanntemperatur utformet ganske ulikt i disse sakene. I Surna ble Statkraft gjennom kongelig resolusjon (mars 2021) pålagt å bygge nytt inntak som et temperaturløst tiltak med tiltakskostnad på ca. 20 millioner kroner. Regulant har tidligere (2012) installert en omløpsventil til ca. 22 millioner kroner. Disse tiltakene, sammen med vilkår som begrenser nedtappingshastigheter ved effektkjøring i Surna og vannslipp i to sidevassdrag, gjør at denne store vannkraftreguleringen framstår som en av de best miljøtilpassede i Norge til nå.

Eksemplene nr. 11–14 i tabell 2a og b er blant få større vannkraftanlegg som har fått konsesjon i perioden 2008–2017. Alle disse har differensierte, miljøbaserte vannføringskrav både på fraført elvestrekning og nedstrøms kraftverksutløp. Flere har også avsatt vannvolum for å sikre

96 <https://www.vannportalen.no/vannregioner/agder/>; <https://www.vannportalen.no/vannregioner/vestfold-og-telemark/>

lokkevannføringer eller vannsportsaktiviteter, noe som er mindre vanlig i de eldre vannkraftsakene.

Omløpsventiler som skal sikre mot uforutsette utfall av kraftverkene er også gjeldende i de fleste av sakene i tabell 2, riktignok med varierende relativ slukeevne. Jo større slukeevne, desto større er evnen til å dempe stranding av ungfisk når vannstanden synker nedstrøms kraftverksutløpet. Nye Jølstra kraftverk utmerker seg med en av de største omløpsventilene i Norge med en kapasitet på 44 m³/s, som er om lag 80 prosent av maksimal turbinvannføring.

Et stort antall mindre vannkraftverk har fått konsesjon og er blitt bygget på 2000-tallet, fram til slutten av nye el-sertifikat (2021). Felles for mange av disse er relativt likelydende vilkår og dermed mange av de samme tiltakstypene. Typiske vilkår er i) minstevannføring som faste hydrologiske størrelser; typisk Q_{95} sommer/vinter (den vannføringsverdien som historisk overskrides 95 % av tiden); ii) begrensning på raske vannføringsendringer for å unngå stranding av fisk, typisk gjennom kvalitative formuleringer som «myke vannføringsoverganger»; iii) pålegg om omløpsventil; og iv) formuleringer for å unngå gassovermetning.

4.4 Eksempler på ikke-bærekraftige vedtak

Revisjonsveilederen⁹⁷ konkretiserer i liten grad en tiltaksgrense for bærekraftig vannkraft. En kombinasjon av taksonomikriteriene og relevante tiltakstyper som normalt forventes⁹⁸ muliggjør etter vår vurdering langt mer konkrete holdepunkter for å identifisere innslagspunkt for bærekraftige vedtak.

I Andøy kommune regnes Lovik kraftverk å ha medført at anadrome bestander – særlig sjørøye, som er en svak bestand i både dette vassdraget og mange andre vassdrag i Nord-Norge – og ålebestanden har fått sterkt redusert utbredelse eller er forsvunnet. Dette er en følge av både manglende vannføringskrav og at dammen ved utløpet av innsjøen Bleksvatn har vært et vandringshinder siden 1953 (se eks. 4 i tabell 2).

⁹⁷ OED (2012).

⁹⁸ EU-kommisjonen (2020); EU-kommisjonen (2021), *Taxonomy*.

I 2019 ble miljøvilkårene revidert, der regulant fikk pålegg om å etablere omløpsventil og krav om myke overganger ved effektkjøring. Fiske- eller ålepassasje inn og ut av innsjømagasinet ble ikke etablert, ei heller ble det satt krav om minstevannføring, noe som bør forventes for å kvalifisere til mønsterpraksis. Dette revisjonsobjektet hadde lavere prioritet,⁹⁹ primært fordi det er et lite vassdrag og et lite kraftanlegg (< 5 GWT i årsproduksjon). Redusert inntekt fra vannkraftproduksjonen eller lav betalingsevne hos konsesjonær påvirker hvorvidt mønsterpraksistiltak kreves. For et lite kraftverk med begrenset produksjon og store miljøkonsekvenser, kan kostnadene ved minstevannføring bli store i forhold til kraftverkets bedriftsøkonomiske tåleevne. Med en bedre samfunnsøkonomisk kost-nytte-vurdering kan miljøgevinstene veie opp for et marginalt krafttap. I dette vedtaket tillegges konsesjonærens økonomi stor vekt i forhold til den nytten et vannføringskrav vil gi for miljøforholdene i det berørte vassdraget. I flere andre land, som Sveits og Sverige, er kraftprodusentene sin begrensede betalingsevne eller vilje løst ved at tiltakene finansieres over et fond,¹⁰⁰ som sågar kan innebære restaurering av et vassdrag ved fjerning av dam (altså nedleggelse av kraftveket). Vedtakspraksis i norske revisjonssaker er hittil vært at ingen vannkraftanlegg har blitt lagt ned, selv om fjerning av vannkraftsdam har skjedd i elva Tromsa (Fåvang).¹⁰¹

Revisjonssaken Aura (eks. 8 i tabell 2) påvirker vannmiljøet både i Aura-Eira-vassdraget i Eikesdalen og i Litldalsvassdraget (utløp i Sundalen), som er betydelig påvirket av flere overføringer og en rekke bekkeinntak. Det var fra miljør siden forventninger om restaurering av øvre deler av Aura, da dette var et av vassdragene med høyest prioritet for miljøforbedringer.¹⁰² Det var særlig behovet for miljøbasert vannføring på lakseførende strekning i Aura som var utredet, som også er leveområde for truede arter som ål og elvemusling, med periodisk svært liten restvannføring. Ulike utredninger ble utført i regi av Statkraft, der

99 Kategori 1.2-vassdrag i NVE (2013).

100 Köhler og Ruud (2019).

101 Graeme Green, «Norway blows up hydro dam to restore river health and fish stocks», *The Guardian*, 14. januar 2022, <https://www.theguardian.com/environment/2022/jan/14/norwegians-blow-up-hydro-dam-restore-river-fish-health-aoe>

102 Kategori 1.1-vassdrag i NVE (2013).

et mulighetsstudium av å kombinere dette med et O/U-prosjekt eller minstevannføringsturbin som kunne utnyttet fallet fra Aursjøen til øvre deler av Aura ble utarbeidet. Revisjonsvedtaket i denne store reguleringen med en årsproduksjon på ca. 1850 GWh endte med ingen nye slipp (tap) av vann. Dette ble begrunnet med at fordelene for vassdragsmiljøet, fisk og andre interesser ikke veier opp for den reduserte kraftproduksjonen eller reguleringsevne i Aura.¹⁰³

Vitenskapsrådet for lakseforvaltning har også klassifisert Auralaksebestanden som en av de sterkest vannkraftspåvirkede i Norge, mens laksebestandene i Alta og Mandalselva som lite vannkraftpåvirket, på tross av relativt stor kraftproduksjon begge steder. Det kan vanskelig argumenteres med at mønsterpraksis eller miljøforsvarlig drift av den reguleringen er vedtatt, som trolig verken vil møte vannforskriftens eller taksonomiens prinsipper om bærekraftig bruk.¹⁰⁴

4.5 Tiltaksstatus nedstrøms norske vannkraftsutløp

Tilstrekkelig kunnskap om miljøvirkninger og relevante tiltak er sentralt for å sikre god praksis i regulerte vassdrag. Dette forutsetter ofte stedegne undersøkelser. Det er ofte flere tiltakstyper som er relevante på elvestrekninger nedstrøms kraftverksutløp enn på elvestrekninger med kun fraført vannføring (jf. figur 2a og tabell 1). Mange vannkraftpåvirkede elver er utpekt som sterkt modifiserte.¹⁰⁵ På tross av dette er det en forventning om at mønsterpraksis skal gjennomføres for å avbøte de økologiske effektene på en best mulig måte.¹⁰⁶ Dette for å oppnå godt økologisk potensial, slik det er beskrevet i vannforskriften.

103 Kongelig resolusjon (2021).

104 Vitenskapsrådet for lakseforvaltning, *Status for norske laksebestander i 2021*, rapport 16, 2021.

105 Departementsgruppen (2014).

106 EU-kommisjonen (2020).

Tabell 3. Et overslag over omfanget av de mest aktuelle avbøtende tiltak på elvestrekninger nedstrøms utløp fra norske kraftverk og vandringsbarrierer for fisk pr 2021.

Tiltakstype	Ca. antall elver med tiltaket	Ca. % av relevante konsesjoner	Tiltaks-program ¹⁰⁷	Gjenstående utfordring (kvalitativt vurdert)
Omløpsventil (A) (primært for å dempe utfall av kraftverk)	N > 110 (+ ca. 30 ikke utbygde)	13 % av vannkraftpåvirkede elver > 1 km nedstrøms kraftverk	1	Stadig vanligere tiltakstype etter 2005, også pålagt i en rekke vannkraftskonsesjoner som fortsatt ikke er satt i produksjon. Tiltakstypen er mindre vanlig i andre land, dermed en tiltakstype som Norge utmerker seg på.
Myke vannførings- overganger (B) (primært for å unngå stranding av ungfisk)	N > 350	32 % av vannkraftpåvirkede elver > 1 km nedstrøm kraftverk	10	Er innarbeidet i relativt mange konsesjonsvilkår for å unngå stranding av ungfisk, men vagt formulert i de fleste konsesjoner (så myke overganger som mulig).
Minste driftsvannføring (C)	N = 357 (års sikkert krav)	63 % med års sikkert minstekrav	131	Betydelig variasjon i nivå på minstevannføringen (% av slukeevnen i kraftverket), og ikke alle har mer enn krav i sommerhalvåret.
Dempingsmagasin (D) (alternativ eller supplement til tiltak A-C over)	Ingen nybygde magasin, men finnes luker i utløpet av enkelte innsjøer som kan styres for å dempe raske endringer i vannføring.		0	Aktuell tiltakstype regulerte vassdrag i alpene. ^{108,109} Knappt reelt vurdert i Norge til nå.
Sikker oppvandring (G)	437 trapper, hvorav 25 er prioriterte restaureringsobjekter i vannkraftpåvirkede elver.		243	Ganske vanlig tiltakstype, men en del av disse er også etablert på naturlig vandringsbarrierer, og i forbindelse med andre hindre enn vannkraftsdammer (kompensasjonstiltak).
Sikker nedvandring (H)	Ganske få eksempler i Norge til nå, trolig < 20 (setabell 2a).			Effektive nedvandring-løsninger - særlig i større elver er fortsatt under utprøving.

Kilder: Data er basert på lister fra NVEs miljøtilsyn, supplerende gjennomgang av konsesjonsvilkår via NVE Atlas^{110,111} og vedtatte tiltak i vannforvaltningsplaner pr 2021.¹¹²

107 <https://vann-nett.no/innsyn-klient/measure/221?regionid=all>.

108 Tonolla mfl. (2017).

109 Halleraker mfl. (2016).

110 Halleraker mfl. (2022).

111 Miljødirektoratet (2021).

112 <https://vann-nett.no/portal>.

Internasjonalt er det økende oppmerksomhet på hvordan vassdragsanlegg påvirker de naturlige sedimentforholdene i vassdrag.^{113,114} Denne tiltakstypen har ikke fått like mye fokus i Norge, trolig grunnet de mer begrensede sedimenttilførselene vi har i de fleste norske vassdrag. Fravær av naturlige flommer har imidlertid medført en forringelse av substratkvaliteten, med mer kompakt bunnmateriale som kan vanskeliggjøre gyting og redusere skjul for fisk og bunnlevende arter. I enkelte regulerte vassdrag er «ripping» (forstyrrelse av sedimentet slik at det blir mer porøst) eller fjerning av finstoff allikevel utført.¹¹⁵

4.5.1 Hvor lange elvestrekninger finnes nedstrøms norske vannkraftverk?

Det er over 570 kraftverksutløp som påvirker fra 1 til over 10 km nedstrøms elvestrekning. I disse vassdragene er det en del mønsterpraksistiltak som normalt forventes. Dermed tyder tiltaksstatus i tabell 3 på at det fortsatt er et betydelig tiltaksbehov for å sikre miljøforsvarlig drift av mange norske vannkraftverk, selv om flere nyere forvaltningsvedtak innfører flere tiltak som tidligere i liten grad har vært benyttet. Følgende økologiske tiltak nedstrøms kraftverk med utløp i elver (jf. figur 2b og tabell 3) kan betraktes som mønsterpraksis i Norge, gjerne i kombinasjon:

- a) Forsvarlig driftet omløpsventil¹¹⁶ (med stor nok slukeevne til å forebygge økologiske skader ved uforutsette utfall av turbinvannføring)
- b) Konkretiserte vilkår som begrenser hastighet på opp-/nedkjøring (vannstandsendringer < 10 cm/t)
- c) Sesongtilpasset nivå på laveste driftsvannføring (restvannføring + driftsvannføring skal ikke underskride et visst nivå av middelvannføringen)

113 EU-kommisjonen, *Integrated sediment management. Guidelines and good practices in the context of the Water Framework Directive 2022*, <https://environment.ec.europa.eu/system/files/2022-09/>

114 Christoph Hauer mfl., «The role of sediment and sediment dynamics in the aquatic environment» i *Riverine ecosystem management*, Stefan Schmutz og Jan Sendzimir (red.), Springer 2018, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3_8

115 Pulg mfl. (2018), *Tiltakshåndboka*.

116 Halleraker, Jo H. mfl., By-pass valves in hydropower plants: an ecologically important measure to mitigate stranding in rivers from emergency turbine flow shutdown. *River Research and Applications* (under utgivelse).

- d) Vanntemperaturtiltak, tiltak for å hindre/reducere gassovermetning, samt habitat-/sedimenttiltak

Vi har i det foregående hovedsakelig satt søkelys på nedstrømseffekter fra vannkraftproduksjon i elver. Samtidig er det betydelige utfordringer og behov for miljøtilpassede tiltak også på elver med fraført vannføring, forbi dammer på strekninger med opprinnelig fiskevandring og i inntaksmagasin, enten det er fra innsjø- eller mindre oppdemminger i elver.

Vi har relativt mange fisketrapper i Norge (> 400), hvorav flertallet er etablert for å muliggjøre vandring forbi andre hindre enn vannkraftdammer. Det er vedtatt en rekke nye fiskevandringstiltak (ca. 243 tiltak, med en investeringskostnad på ca. 196 millioner kroner (per 2020) relatert til eksisterende vannkraftanlegg i tiltaksprogrammene fra først planfase.

Det ble nylig dokumentert at i de over 1200 vannkraftmagasinene i Norge, så er det ganske unntaksvis gjennomført andre tiltak enn fiskeutsettinger.¹¹⁷ Ellers i Europa virker det også som det er gjort mindre forskning og utvikling (FoU) på tiltak i innsjømagasiner, men at det er mer søkelys på avbøtende tiltak i elvemagasiner (*ponded rivers*).¹¹⁸

5 Norsk forvaltningspraksis i et EU-perspektiv

Norge er den største vannkraftsprodusenten av alle land som gjennomfører vanndirektivet.¹¹⁹ Vi er også et av landene i Europa som har rapportert flest unntak fra å gjennomføre relevante tiltak i vannkraftpåvirkede vannforekomster.¹²⁰ Dette medfører mindre strenge miljømål i mange regulerte elver¹²¹. Flere andre land har fått tilbakemelding fra EU-kommisjonen om å forbedre metodene for å håndtere fysiske inngrep som vannuttak og hydrologiske endringer, med tydelige kriterier for når restaureringstiltak går «vesentlig ut over bruk eller miljø» og «andre

117 Ingeborg P. Helland mfl., *Towards environmental design in hydropower reservoirs – developing a handbook for mitigation measures in regulated lakes*, HydroCen rapport 10, Norwegian Research Centre for Hydropower Technology 2019.

118 Halleraker mfl. (2016).

119 IHA (2020).

120 <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/wise-wfd>.

121 <https://www.nrk.no/emne/vannkraft-1.15094633>.

midler som er miljømessig vesentlig bedre» EU forventer at vurderingene bør være forutsigbare og etterprøvbare.¹²² Videre er flere land bedt om å bedre kunnskapsgrunnlaget for hvorvidt godt økologisk potensial nås med relevante tiltak i vannforekomster utpekt som sterkt modifiserte. Konsistent forvaltningspraksis forventes også for bruk av unntak for ikke å gjennomføre økologisk effektive avbøtende tiltak.¹²³

Forvaltning av vannkraftpåvirkede elver og innsjøer er ikke uvesentlig for EU-systemet. I praksis så tydeliggjør også EUs taksonomi for bærekraftig vannkraft forventninger om å innføre mønsterpraksistiltak for å sikre økologisk bærekraft, herunder unngå bruk av unntak i vannforskriften.¹²⁴ Allikevel har den formelle tilbakemeldingen på Norges rapportering av den første generasjonen med vannforvaltningsplaner trukket ut i tid. Hittil er norsk forvaltning gitt en stor grad av fritt skjønn i vannkraftssaker. Flere forslag til hydromorfologiske klassifiseringssystemer er ikke omarbeidet til nasjonale fagsystemer ennå.¹²⁵ Norsk forvaltningspraksis har hittil i stor grad vært sak-til-sak-basert, der vår gjennomgang tyder på ulik praksis og mangel på lik behandling fordi relevante tiltak er utelatt med uklar nytte-kost-begrunnelse (tabell 2). Dermed vil sterke brukerinteresser kunne påvirke fokus og kanskje kunnskapsgrunnlaget i enkeltsaker. Eksempelvis får tiltak for laks stor oppmerksomhet i Norge, særlig i nasjonale laksevassdrag, noe som er i tråd med intensjonene i ordningen (lakse- og innlandsfiskeloven § 7).¹²⁶ Kunnskapsgrunnlaget og forvaltningskapasitet er størst i laksevassdrag, og norsk praksis siste de ti år er langt fremme i å miljøtilpasse vannkraftreguleringer for å optimalisere forholdene for laksefisk.¹²⁷

For en del tiltakstyper utmerker nok Norge seg internasjonalt. Det gjelder særlig tiltaks for å avbøte nedstrømseffekter av vannkraftdrift, som a) miljøtilpasset effektkjøring, b) relativt høye driftsvannføringskrav

122 EU-kommisjonen, *European overview – implementation of planned programmes of measures and new priority substances*, 2021.

123 Jf. vannforskriften § 5 og bruk av unntak fra miljømål jf. vannforskriften § 10.

124 Sabima, «Ny lov kan hindre grønnvasking av norsk vannkraft», 30. august 2022, <https://www.sabima.no/ny-lov-kan-hindre-gronnvasking-av-norsk-vannkraft/>

125 Peggy Zinke mfl., «Kartlegging av hydromorfologi i norske elver – erfaringer med ulike metoder i Surna og Gudbrandsdalslågen» *Vann* (2018) nr. 2 s. 168–179.

126 Lov 15. mai nr. 47 om laksefisk og innlandsfisk mv. (lakse- og innlandsfiskeloven – laksfl.).

127 Forseth og Harby (2013).

i flere vassdrag og c) omløpsventiler for å dempe utfall og vanntemperaturtiltak, selv om sistnevnte foreløpig er pålagt i få vassdrag (Surna (1), Alta (2), Åbjøra (6); se tabell 2).

Samtidig er det en ganske pragmatisk prioritering som gjennomsyrrer mange av vedtakene. Laksevassdrag har en tendens til å få høy prioritet, mer ambisiøse¹²⁸ tiltak og jevnt over strengere krav til kunnskapsgrunnlaget¹²⁹ enn en del innlandsvassdrag med «vanlige ferskvannarter», men også mindre prioritet enn regulerte vassdrag hvor truede vassdragstilknyttede arter kunne fått miljøforbedrede tiltak. Ordningen med nasjonale lakselver ble innført for å gi en særlig beskyttelse og prioritet for miljøforbedrende tiltak for villaksen, og har ført til flere avslag av nye vannuttak. Lakseinteresser har vist seg å veie tungt også utenom de nasjonale laksevassdragene.¹³⁰

Norge er blant landene i Europa med flest laksebestander, men arten er allikevel ikke noen ansvarsart.¹³¹ Ved oppdatering av truede arter i Norge i 2021¹³² ble villaks oppført, men allikevel ikke primært på grunn av vannkraftpåvirkning. Derimot er 122 andre vassdragstilknyttede arter, i stor grad arter som lever i eller ved elvebredden, oppført som truede helt eller delvis som følge av vannkraftpåvirkning. Det er imidlertid få eksempler på revisjonssaker hvor noen av disse 122 arter er framhevet for miljøforbedrende tiltak.

Vannforskriftens formuleringer om bærekraftig bruk skiller i prinsippet lite mellom vanlige og truede vassdragstilknyttede arter, selv om register over leveområdet for økonomisk viktige arter er blant mange formalkrav i vannforskriftens paragrafer. Det stilles minimum miljøkvalitetskrav som i liten grad har blitt benyttet i norsk naturforvaltning tidligere,¹³³ men etter vannforskriften § 13 kan det stilles strengere krav etter andre miljøbestemmelser, som for eksempel gir særlige vern for enkelte arter. Eksempler på dette kunne vært å løfte fram særskilte tiltakskrav for vassdragstilknyttede arter og naturtyper, som prioriterte arter (elvesandjeger)

128 NVE (2013).

129 Vitenskapsrådet for lakseforvaltning (2021); Vitenskapsrådet for lakseforvaltning (2022).

130 Vøllestad mfl. (2018).

131 Artsdatabanken, (2021), *Rødliste*.

132 Artsdatabanken, (2021), *Ansvarsarter – rødlista i et europeisk perspektiv*.

133 Andersen (2013).

eller utvalgte naturtyper. Så vidt vi har erfart (tabell 2a og b) er denne delen av vannforskriften lite innarbeidet i gjeldende forvaltningspraksis for vannkraftpåvirkede vannforekomster eller i revisjonssaker.

5.1 Mulige strategier og forvaltningsgrep

Vi mener det er behov for å kommunisere tydeligere hvilke tiltak som er mulige og som kan forventes for å kvalifiseres som mønsterpraksis. Dette er viktig for at så vel vannkraftsprodusenter, andre brukerinteresser og forvaltningsorganer får en felles forståelse av sentrale påvirkning og hvordan disse kan eller bør avbøtes. Det er behov for å regelmessig utvikle, oppdatere og publisere kunnskapsstatus gjennom veiledere og håndbøker for de beste økologiske tiltak i regulerte vassdrag. Publikasjoner utgitt gjennom forskningssenteret CEDREN, tiltakshåndboka fra NORCE¹³⁴ eller internasjonale tiltaksbiblioteker¹³⁵ er gode eksempler på dette.

I over 350 norske konsesjonsvilkår, og de aller fleste av de nyeste anleggene er det formuleringer som har til hensikt å begrense økologisk skade fra effektkjøring og raske vannstandsendringer. I de aller fleste mangler konkretiserte tiltaksgrenser som muliggjør å føre miljøtilsyn annet enn på en skjønnsmessig måte. Det er derfor behov for å sette kunnskapsbaserte kvantitative mål på hva som forventes. Uten tydelige tiltaksgrenser som innarbeider oppdatert kunnskap om økologiske påvirkninger fra effektkjøring, er det også vanskelig å utøve en konsistent forvaltning i form av miljøtilsyn i tråd med internkontroll etter vassdragslovgivningen¹³⁶ eller overvåkbare funksjonskrav (etter vannforskriften).

Kunnskapsbaserte tiltaksgrenser må overvåkes gjennom egnede bioindikatorer. Kritiske flaskehalsar og akutte endringer for alle relevante arter må hensyntas. Eksempler på dette er kunnskap om økologiske virkninger av raske vannføringsendringer nedstrøms kraftverk¹³⁷ eller gassovermetning som kan medføre akutt dødelighet hos ungfisk.¹³⁸

134 Pulg mfl. (2018), *Tiltakshåndboka*.

135 Nielsen og Szabo-Meszaros (under utgivelse).

136 Forskrift 28. oktober 2011 nr. 1058 om internkontroll etter vassdragslovgivningen (IK-vassdrag).

137 Bakken mfl. (2021).

138 Ulrich Pulg mfl., *Gassovermetning i vassdrag – en kunnskapsoppsummering*, rapport 312, NORCE LFI 2018.

6 Oppsummering

Om ikke det norske ambisjonsnivået justeres opp, vil få norske vannkraftprosjekter kvalifisere til å omtales som miljømessig bærekraftige. Med ambisjonsnivå sikter vi til både takten i modernisering av miljøtilpasninger gjennom innkalling, omgjøring og revisjoner med moderne vilkårssett som innfrir bærekraftskriteriene i taksonomien.

Det er per oktober 2022 fortsatt uenighet om hvordan bærekraftskriteriene for norsk vannkraft blir rapportert framover.¹³⁹ Kan for eksempel landene angi deler av en og samme vannkraftutbygging som bærekraftig på de deler som har mønsterpraksistiltak, samtidig som andre deler av vassdraget uten avbøtende tiltak rapporteres som ikke bærekraftige? Effektive miljøtilpasninger er relevant både i naturlige og sterkt modifiserte vannforekomster. Gjennom en mer adaptiv forvaltning og kunnskapsutveksling med andre land kan en større andel av de regulerede vassdragene i Norge få en bedre miljøtilstand ved å fase inn mønsterpraksistiltak.

Naturmangfoldloven og vannforskriften gir til sammen viktige holddepunkter for hva en helhetlig og økosystembasert forvaltning (ØBF) innebærer. Forvaltningsprinsipper om bærekraftig bruk¹⁴⁰ av Norges vassdragsressurser er nedfelt i disse, og følges opp med tiltak for de enkelte elver og innsjøer i de regionale vannforvaltningsplanene. EUs grønne satsning (Green Deal) og den definerte taksonomien for bærekraftig finans underbygger ytterligere mange av de samme prinsippene. Til sammen bidrar dette til å gjøre bærekraftig vannkraft mer konkret enn før.

Økt krav til bærekraftig produksjon påvirker også vannkraftindustrien. Vannkraftreguleringer sikrer tilgang til fornybar og ren energi, men påvirker også miljøforholdene negativt i mange vassdrag. Det er derfor en sentral diskusjon hva som definerer bærekraftig vannkraft og hvilken betydning dette vil ha for operativ drift av eksisterende anlegg og utvikling av nye vannkraftprosjekter (finansiering) for å gjøre fornybarnæringen grønnere.¹⁴¹ Avbøtende tiltak som sikrer bestander som reproducerer

¹³⁹ Sabima (2022), «Ny lov».

¹⁴⁰ KLD (2016).

¹⁴¹ PWC, En grønnere fornybarnæring – muligheter og utfordringer, rapport for Energi Norge 2022.

seg selv blir trolig en forutsetning. Naturmangfoldloven sammen med vannforskriften forutsetter at forvaltningsvedtak blant annet bygger på

- i. et best mulig kunnskapsgrunnlag (om inngrep og økologiske forhold)
- ii. økosystemtilnærming (sumvirkninger og vesentlige påvirkninger)
- iii. miljøforsvarlige teknikker og beste tilgjengelige driftsmetoder

Forvaltningen skal sørge for at miljøkvalitetsnormene for vassdrag hjemlet i vannforskriften blir oppfylt gjennom indikatorer som kan overvåkes.¹⁴² Dette kan påvirke tiltakspraksis og dermed måten vannkraftanlegg driftes på framover.¹⁴³ I dette ligger en hovedregel at irreversibel skade på det biologiske mangfoldet i og langs våre vassdrag skal unngås eller restaureres, gjennom en best mulig tilnærming til økologisk sammenheng i vassdragene. Dette betyr å sikre oppstrøms og nedstrøms vandring av arter, samt miljøbasert vannføring. Effektive miljøtilpasninger med bruk av best praksis¹⁴⁴ er relevant både i naturlige og de sterkt modifiserte vannforekomstene.¹⁴⁵ Gjennom systematisk FoU om miljøvirkninger og avbøtende tiltak, er det mulig å miljøtilpasse vannkraft med økologisk effektive tiltak. Hittil er relativt få eldre regulerte vassdrag revidert i tråd med ØBF, og flere innfrir trolig heller ikke moderne kriterier om miljømessig bærekraft. Dette vil antageligvis innebære at mer ambisiøse miljøtilpasninger og dokumentasjonskrav trengs for å gjøre vannkraften grønnere¹⁴⁶ dersom en større andel av den norske vannkraftporteføljen skal kunne omtales som miljømessig bærekraftig. Omfattende bruk av unntaksbestemmelsene i vannforskriften og ny kunnskap om påvirkninger og relevante tiltak som forventes, medfører at konsesjonsvilkår bør oppdateres oftere enn det som har vært forvaltningspraksis til nå.

142 Andersen (2013).

143 Ruud og Aas (2017).

144 Nielsen og Szabo-Meszaros (under utgivelse).

145 EU-kommisjonen (2020); EU-kommisjonen (2022).

146 PWC (2022).

Takk til

Arbeidsinnsatsen fra Jo H. Halleraker til dette kapitlet er muliggjort gjennom stipend (prosjekt 289725) fra OFFPHD-programmet i Norges forskningsråd. Takk for gode innspill og diskusjoner om tematikken fra kollegaer i NVE og Miljødirektoratet, og til Frode Kroglund (SF i Agder) for gode innspill til tematikken. Takk til Knut Alfredsen (NTNU) for reproduksjon av figur 1.

Kilder

Litteratur

- Andersen, Ingrid W., «EUs rammedirektiv for vann – miljøkvalitetsnormer for vannmiljøet i møte med norsk rett» *Kart og plan* 73 (2013) nr. 5 s. 355–366.
- Artsdatabanken, *Norsk rødliste for arter 2021* <https://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021>.
- Artsdatabanken, *Ansvarsarter – Rødlista i et europeisk perspektiv. Norsk rødliste for arter 2021* <https://www.artsdatabanken.no/rodlisterforarter2021/fordypning/ansvarsarterrodlistaieuropeiskperspektiv>.
- Bakken, Tor Haakon mfl., (red.), *Miljøvirkninger av effektkjøring: Kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri*, temahefte 62, NINA 2016.
- Bakken, Tor Haakon mfl., «Classification of hydropeaking impacts on Atlantic salmon populations in regulated rivers» *River Research and Applications* 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/rra.3917>
- Fjeldstad, Hans-Petter mfl., *Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk. Kunnskapsoppdatering og mønsterpraksis*, rapport 72, SINTEF 2018.
- Forseth, Torbjørn & Atle Harby, *Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag*, temahefte 52, NINA 2013.
- Fosse, Malin, «Nytt i miljøretten 2021 – dette er European Green Deal» *Juridika Innsikt* 28. oktober 2021.
- Glover, Brian mfl., *Avbøtende tiltak i regulerte vassdrag. Målsettinger og suksesskriterier*, rapport 10, NVE 2012.
- Greimel, Franz mfl., «Hydropeaking impacts and mitigation» i *Riverine ecosystem management*, Stefan Schmutz og Jan Sendzimir (red.), Springer 2018 s. 91–110. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3_5
- Halleraker, Jo H. mfl., *Working Group ECOSTAT report on common understanding of using mitigation measures for reaching good ecological potential for heavily*

- modified water bodies – Part 1: Impacted by water storage*, JRC rapport EUR 28413, Publications Office of the European Union 2016.
- Halleraker, Jo H. mfl., «Assessment of flow ramping in water bodies impacted by hydropower operation in Norway – is hydropower with environmental restrictions more sustainable? *Science of the Total Environment* 832 (2022). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154776>.
- Halleraker, Jo H. mfl., By-pass valves in hydropower plants: an ecologically important measure to mitigate stranding in rivers from emergency turbine flow shutdown. *River Research and Applications* (under utgivelse).
- Hauer, Cristoph mfl., «The role of sediment and sediment dynamics in the aquatic environment» i *Riverine ecosystem management – science for governing towards a sustainable future*, Stefan Schmutz og Jan Sandzimir (red.), Springer 2018.
- Helland, Ingeborg P. mfl., *Towards environmental design in hydropower reservoirs – developing a handbook for mitigation measures in regulated lakes*, HydroCen rapport 10, Norwegian Research Centre for Hydropower Technology 2019.
- Hofstad, Knut og Jo H. Halleraker, «Vannkraft» i Store norske leksikon, 22. juni 2022. <https://snl.no/vannkraft>.
- International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR), *Guiding principles on sustainable hydropower development in the Danube Basin*, 2013. <https://www.icpdr.org/main/activities-projects/hydropower>.
- International Hydropower Association (IHA), *Hydropower status report 2020 – sector trends and insights*, 2020.
- IPBES, *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, 2019. <https://ipbes.net/global-assessment>.
- Johnsen, Bjørn Ove (red.), *Effekter av vassdragsregulering på villaks*, Kunnskapssenter for laks og vannmiljø.
- Klima- og miljødepartementet, «Et stort skritt videre for å nå vannmiljømålene», 31. oktober 2022. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/et-stort-skrutt-videre-for-a-na-vannmiljomalene/id2942694/>
- Koestler, Valentin mfl., *Vannkraftverkene i Norge får mer tilsig*, rapport 50, NVE 2019.
- Köhler, Berit & Audun Ruud, *How are environmental measures realized in European hydropower?* HydroCen rapport 6, Norwegian Research Centre for Hydropower Technology 2019.
- Köhler, Berit mfl., «Hva kan vi lære fra gjennomførte vilkårsrevisjoner av vannkraftkonsesjoner i Norge? En dokumentanalyse av resultater, prosess og kunnskapsgrunnlag» *Kart og plan* 112 (2019) nr. 1, 65–102. DOI: <https://doi.org/10.18261/issn.2535-6003-2019-01-06>
- Michel Larinier, «Fish passage experience at small-scale hydro-electric power plants in France», *Hydrobiologia* 609 (2008), s. 97–108.

- Nielsen, Niels og Marcell Szabo-Meszáros (red.), *Hydropower and fish: A roadmap for best practice management*, IEA Hydropower under utgivelse.
- Pulg, Ulrich mfl., «First observations of saturopeaking: Characteristics and implications» *Science of The Total Environment* 573 (2016) s. 1615–1621. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.143>
- Pulg, Ulrich mfl., *Tiltakshåndboka for bedre fysisk vannmiljø*, rapport 296, Uni Research Miljø LFI 2018a.
- Pulg, Ulrich mfl., *Gassovermetning i vassdrag – en kunnskapsoppsummering*, rapport 312, NORCE LFI 2018.
- PWC, *En grønnere fornybarnæring – muligheter og utfordringer*, rapport for Energi Norge 2022. https://www.energinorge.no/contentassets/3dce65bf4e748ea8cce5c8c4965bb27/energi_norge_barekraftsrapport-2022.pdf
- Ruud, Audun og Øystein Aas, *Vannforvaltningsplaner i Norge – opp som en løve, ned som en skinnfell? En dokumentanalyse av planprosessen i regulerte vassdrag som følge av regjeringens godkjenninger i 2016*, rapport 13, NINA 2017.
- Schmutz, Stefan og Jan Sandzimir (red.), *Riverine ecosystem management – science for governing towards a sustainable future*, Springer 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3>
- Tonolla, Diego mfl., «Evaluation of mitigation measures to reduce hydropeaking impacts on river ecosystems – a case study from the Swiss Alps» *Science of the Total Environment* 574 (2017) s. 594–604. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.101>
- Vitenskapsrådet for lakseforvaltning, *Status for norske laksebestander i 2021*, rapport 16, 2021.
- Vitenskapsrådet for lakseforvaltning, *Klassifisering av tilstanden til sjørret i 1297 vassdrag*, temarapport 9, 2022.
- Vøllestad, L. Asbjørn mfl., «10 års erfaring med nasjonale laksevassdrag – virker systemet?» *Vann* (2018) nr. 1 s. 102–117.
- Zinke, Peggy mfl., «Kartlegging av hydromorfologi i norske elver – erfaringer med ulike metoder i Surna og Gudbrandsdalslågen» *Vann* (2018) nr. 2 s. 168–179.
- Aas, Øystein mfl., *Ecosystem-based management: Miracle or mirage?*, rapport 1802, NINA 2020.

Lover og forskrifter

- Lov 14. desember 1917 nr. 17 om regulering og kraftutbygging i vassdrag (vassdragsreguleringsloven – vregl.).
- Lov 15. mai 1992 nr. 47 om laksefisk og innlandsfisk mv. (lakse- og innlandsfiskloven – laksfl.).
- Lov 24. november 2000 nr. 82 om vassdrag og grunnvann (vannressursloven – vrl.).

Lov 19. juni 2009 om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven – nml.).

Lov 22. desember 2021 nr. 161 om offentliggjøring av bærekraftsinformasjon i finanssektoren og et rammeverk for bærekraftige investeringer.

Forskrift 10. november 1994 nr. 1001 om rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag.

Forskrift 15. desember 2006 nr. 144 om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften).

Forskrift 28. oktober 2011 nr. 1058 om internkontroll etter vassdragslovgivningen (IK-vassdrag).

Offentlige dokumenter og lovforarbeider

Convention on Biological Diversity, *Convention on Biological Diversity, decisions on the ecosystem approach*, 10. januar 2008. www.cbd.int/ecosystem/decisions.shtml.

Departementsgruppen, *Sterkt modifiserte vannforekomster: utpeking, fastsetting av miljømål og bruk av unntak*, veileder 1, 2014.

EU-kommisjonen, *Exemptions to the environmental objectives according to Article 4(7) – new modifications*, CIS guidance 36, 2017.

EU-kommisjonen, *Steps for defining and assessing ecological potential for improving comparability of heavily modified water bodies*, CIS guidance 37, 2020.

EU-kommisjonen, *European overview – implementation of planned programmes of measures and new priority substances*, 2021. https://ec.europa.eu/environment/publications/6th-water-framework-directive-and-floods-directive-implementation-report_en.

EU-kommisjonen, *Taxonomy for sustainable finance*, 2021.

EU-kommisjonen, *Integrated sediment management – Guidelines and good practices in the context of the Water Framework Directive*, 2022. https://environment.ec.europa.eu/system/files/2022-09/CISdocumentsedimentfinalTO_BE_PUBLISHED_1430554724.pdf

Europalov, *EU-rammeverk for fremme av grønne investeringer: utfyllende bestemmelser om klassifiseringssystemet*, EØS-notat, 17. desember 2021.

Finansdepartementet, *Taxonomy – Norway's response to the consultation on the draft delegated regulation, høringsvar til EU-kommisjonen*, 17 desember 2020.

Havs- och Vattenmyndigheten, «Nationell plan för moderna miljövillkor för vattenkraften», publisert 13. oktober 2018, oppdatert 1. april 2021, <https://www.havochvatten.se/arbete-i-vatten-och-energiproduktion/vattenkraftverk-och-dammar/nationell-plan-for-omprovning-av-vattenkraft/nationell-plan-for-omprovning-av-vattenkraft.html>

- Klima- og miljødepartementet, *Naturmangfoldloven kapittel II – alminnelige bestemmelser om bærekraftig bruk*, veileder, 2016.
- Klima- og miljødepartementet, *EØS-avtalen om klima og miljø*, 11. oktober 2021.
- Klima- og miljødepartementet, *Veiledning til bruk av vannforskriften § 12 (om nye inngrep i vannforekomster) – med presisering*, 2021b.
- Kongelig resolusjon, *Kongelig resolusjon fra OED for revisjon av konsesjonsvilkår for aurareguleringene*, vedtak av 23. juni 2021.
- Miljødirektoratet, *Nasjonal gjennomgang av eksisterende fisketrapper for å klargjøre tilstand og restaureringsbehov*, M-nummer 2145, 2021.
- Norges vassdrags- og energidirektorat, *Vannkraftkonsesjoner som kan revideres innen 2022. Nasjonal gjennomgang og forslag til prioriteringer*, rapport 49, NVE 2013.
- Norges vassdrags- og energidirektorat, *Omløpsventiler i kraftverk*, faktaark 7, NVE 2016.
- Norges vassdrags- og energidirektorat, *Optimalisert drift av omløpsventiler*, rapport 83, NVE 2017.
- Norges vassdrags- og energidirektorat, *Start-stop practice in small Norwegian hydropower plants*, rapport 9, NVE 2017.
- Olje- og energidepartementet, *Retningslinjer for revisjon av konsesjonsvilkår for vassdragsreguleringer*, veileder, OED 2017.
- Prop. 208 LS (2020–2021) *Lov om offentliggjøring av bærekraftsinformasjon i finanssektoren og et rammeverk for bærekraftige investeringer og samtykke til deltagelse i en beslutning i EØS-komiteen om innlemmelse i EØS-avtalen av forordning (EU) 2019/2088 og forordning (EU) 2020/852.*