

Rapport

Mange og små eller store og få?

En sammenligning av miljøvirkningene ved ulike strategier for utvikling av vannkraft

Forfatter(e)

Tor Håakon Bækken

Håkon Sundt, Audun Ruud



Mange små?



Ett stort?

SINTEF Energi AS

Postadresse:

0314 Oslo

Sentralbord: 73597200

Telefaks:

energy.research@sintef.no

www.sintef.no/energi

Foretaksregister:

NO 939 350 675 MVA

Rapport

Mange og små eller store og få?

En sammenligning av miljøvirkningene ved ulike strategier for utvikling av vannkraft

EMNEORD:

Vannkraft, småkraft,
miljøvirkninger,
sammenlignende studie,
forvaltningsstrategi

VERSJON

1.0

DATO

2012-01-06

FORFATTER(E)

Tor Haakon Bakken
Håkon Sundt, Audun Ruud

OPPDRAUGSGIVER(E)

Norges forskningsråd

OPPDRAUGSGIVERS REF.

PROSJEKTNR

12X67530

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

45+ vedlegg

SAMMENDRAG

Denne studien har sammenlignet de akkumulerte miljøvirkningene av 27 småkraftverk mot miljøvirkningene av et gjennomsnitt av tre store vannkraftanlegg, hvor utvalget av de små anleggene og gjennomsnittet av de store produserer omtrent like mye energi. Basert på det empiriske grunnlaget anvendt i denne studien er miljøkonsekvensene av stor vannkraft noe færre og noe mindre alvorlige enn de akkumulerte miljøvirkninger fra de 27 små anleggene. Resultatene er imidlertid marginale i favør av stor vannkraft og beheftet med usikkerheter grunnet manglende presisjon i grunnlagsdataene, umoden metodikk for akkumulering av miljøvirkninger fra mange små anlegg og utstrakt bruk av skjønn i overgangen mellom den naturfaglige beskrivelsen av miljøkonsekvensene og konsekvensklasser (Vegvesen, 2006). Grunnlagsdataene i studien har primært vært offentlig tilgjengelige konsekvensutredninger (KU-er). Resultatene må derfor sies å ha begrenset utsagnskraft for å kunne trekke generelle konklusjoner.

De identifiserte miljøvirkningene er til en viss grad ulike av type og størrelse slik at en individuell verdisetting og politiske eller forvaltningsmessige prioriteringer vil til en stor grad være bestemmende for den foretrukne strategi for utvikling av vannkraft. Frå 2012 fremmes produksjonsstimulerende tiltak som følge av felles sertifikatmarked med Sverige. Småkraft har så langt vært prioritert i Norge, men når Norge gjennomfører EUs Vanndirektiv i alle nedbørsfelt bør man legge merke til våre funn, spesielt med tanke på potensialet i utvidelse av allerede eksisterende vannkraftanlegg.

UTARBEIDET AV

Tor Haakon Bakken

SIGNATUR



KONTROLLERT AV

Atle Hørby

SIGNATUR



GODKJENT AV

Magnus Korpås

SIGNATUR



RAPPORTNR

TR A7180

ISBN

978-82-594-3508-8

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	5
1.1	Bakgrunn for studien	5
1.2	Begrepet "småkraft versus stor vannkraft"	6
1.3	Forståelse av begrepet "miljøkonsekvens"	6
2	FORMELT RAMMEVERK OG RELEVANTE PLANER.....	8
2.1	Lovverk som regulerer utvikling av vannkraft i Norge.....	8
2.2	Retningslinjer ved søknad om utbygging av vannkraft.....	11
2.2.1	Planlegging, bygging og drift av små kraftverk (NVE-veileder 1/2010)	11
2.2.2	Retningslinjer for konsekvensutredninger (KU) ved stor vannkraft.....	13
3	METODISK TILNÆRMING OG VALG AV EKSEMPLER.....	15
3.1	Valg av småkraft-region og karakteristika.....	17
3.2	Valg av store vannkraftanlegg og karakteristika.....	19
3.2.1	Vestsideelvane-prosjektet.....	20
3.2.2	Vigdøla kraftverk.....	21
3.2.3	Trollheim kraftverk og Gråsjø kraftverk.....	22
4	MILJØVIRKNINGER AV VANNKRAFTPROSJEKTENE	24
4.1	Miljøvirkninger av småkraftverk-prosjektene i Sogn og Fjordane	24
4.2	Miljøvirkninger av de store vannkraftprosjektene	27
4.2.1	Miljøvirkninger av Vestsideelvane-prosjektet.....	27
4.2.2	Miljøvirkninger av Vigdøla kraftverk	27
4.2.3	Miljøvirkninger av Trollheimsreguleringen.....	29
4.3	Oppsummering av miljøvirkninger for store vannkraftprosjekt.....	30
5	RESULTATER.....	33
6	DISKUSJON	35
6.1	Vurdering av miljøfaglige forhold.....	35
6.2	Overordnede forvaltningsmessige betraktninger.....	40
7	KONKLUSJON	41
8	REFERANSER	44

Anneks 1. Detaljert oversikt over identifiserte miljøkonsekvenser for alle analyserte småkraftanlegg i Sogn og Fjordane	47
Anneks 2. Miljøvirkninger i Vestsideelvane-prosjektet – tema omhandlet i KU	49
Anneks 3. Miljøvirkninger i nedbørfelt/vassdrag berørt av Vigdøla kraftverk – tema omhandlet i KU	53
Anneks 4. Miljøvirkninger i nedbørfelt/vassdrag berørt av Trollheimsreguleringen	57

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn for studien

Studien er utført som en del av GOVREP, et prosjekt organisert i forskningssenteret CEDREN (Centre for Environmental Design of Renewable Energy – www.cedren.no). GOVREP er en forkortelse for "GOVernance for Renewable Electricity Production" og har som overordnet problemstilling om å utvikle kunnskap om *hvordan beslutningstakere bedre kan forene miljø- og energipolitiske hensyn*.

Prosjektet skal utvikle kunnskap og verktøy for bedre å analysere, koordinere og vurdere relevante politiske virkemidler og tiltak som skal tilrettelegge for en mer effektiv realisering av både miljø- og energipolitiske målsetninger.

En av delstudiene analyserer tekniske og miljømessige forhold rundt forvaltning og utvikling av vannkraftproduksjon og studien som rapporteres her er en av de spissede problemstillingene gjennomført innenfor denne delstudien.

Vurdering av miljøvirkninger ved utvikling av mange småkraftprosjekter sammenlignet med miljøvirkninger av store vannkraftprosjekter, er valgt basert på oppfatningen om at småkraft har små miljøvirkninger ("grønn vannkraft"), mens stor vannkraft anses å gi store miljøkonsekvenser for vassdragsnaturen. En slik oppfatning bør undersøkes basert på følgende:

- Det har tilkommet mye kunnskap om hvordan designe vannkraftprosjekter på en god miljømessig måte.
- Det har vært stor utbygging av småkraft gjennom flere år. Det er begrenset kunnskap om små vassdragsinngrep og summen av disse inngrepene er antageligvis ikke ubetydelige.

Ingen kjente studier er gjennomført med den hensikt å systematisk sammenligne summen av miljøulempene av mange små inngrep opp mot en eller noen få store vannkraftutbygginger. Holdningen til større vannkraftprosjekter er i stor grad tuftet på historiske erfaringer, mens det er begrenset oppmerksomhet rundt utviklingen av småkraft. Dette gjør det svært vanskelig for allmennheten og interesseorganisasjoner å protestere mot denne bølgen av inngrep i norsk natur i den grad det er uønsket. Det kan også være sterke lokale næringsinteresser knyttet til utvikling av småkraft, noe som kan overskygge de negative miljøvirkningene slike utbygginger kan føre til.

Som forberedelse til oppfølgingen av EUs Vanndirektiv gjennom Vannforskriften (Miljøverndepartementet, 2006) vedtok Stortinget at det er behov for å gjennomgå den helhetlige planleggingen av vannkraft, inkludert en oppdatering av Samlet Plan. Regjeringen har foreløpig ikke fulgt opp dette. Det ble heller ikke gitt noen nye signaler i forbindelse med godkjenning av de første vannforvaltningsplaner i 2010 (Knudsen and Ruud, 2011). En slik gjennomgang vil både kunne bidra til å oppdatere det faktiske potensialet for videre vannkraftutvikling i Norge, klargjøre beslutningspremisser for videre vannkraftutvikling på nasjonalt nivå og dermed gi et bedre grunnlag for å vurdere store utbygginger sett i forhold til videre utvikling av småkraft.

Når Norge inngår i et felles sertifikatmarked med Sverige vil det etableres nye, effektive virkemidler for å stimulere elektrisitetsproduksjon. Mange mener at vannkraft er et kostnadseffektivt alternativ, men nettopp i en slik ny situasjon er det avgjørende å ha bedre forståelse av hvilken type vannkraftprosjekter som bør stimuleres. Dette er helt avgjørende dersom vi bedre kan forene miljø- og energipolitiske mål. I den forbindelse er det viktig å understreke at den framtidige utviklingen av fornybar energi ikke handler om å utvikle enten småkraft eller stor vannkraft (eller andre fornybare energikilder), men en kombinasjon av disse som reduserer de totale miljøulempene til et minimum og samtidig forsyner samfunnet med energi av den rette kvalitet.

1.2 Begrepet "småkraft versus stor vannkraft"

Det er i den senere tid kommet en del kritikk mot å skille mellom småskala vannkraft og stor vannkraft (Edenhofer *et al.*, 2011) hvor det argumenteres mot at det finnes klare skiller mellom miljøkonsekvenser som opptrer kun ved store prosjekter og ikke små (og muligens vice versa). Dette kan synes rimelig og vi anser det lite sannsynlig at disse skillene inntreffer nøyaktig ved de grensene som er satt for henholdsvis mikrokraftverk, minikraftverk eller småkraftverk¹ (OED, 2007), og særlig ettersom disse henviser til en installert (teknisk) effektkapasitet, som til en viss grad kan være frikoblet størrelsen/omfanget (nedbørfeltareal) av naturressursen den skal utnytte (L'Abée-Lund, 2005). Når vi likevel har valgt å jobbe utfra en slik inndeling så har det med at forvaltningen av vannkraftressursene og konsesjonssystemet opererer med slike begreper og grenseverdier. Eksempelvis råder det ulike krav til dokumentasjon ved utvikling av konsesjonssøknader for ulike størrelser av anlegg, og det har periodevis også vært diskutert om subsidiering av vannkraftprosjekter skulle være differensiert i forhold til størrelse, til favør av små vannkraftprosjekter. Det er derfor relevant å forfølge dette videre. Hensikten med denne studien har vært å vurdere miljøkonsekvensene av mange småkraftverk opp mot utvikling av ett eller noen få større anlegg og derigjennom undersøke hvorvidt det er rimelig å hevde at smått er bedre enn stort eller motsatt. Dette vil kunne danne grunnlag for å stille spørsmål om det er naturfaglig eller forvaltningsmessig fornuftig å opprettholde en inndeling av vannkraftprosjekter basert på størrelseskategorier.

I denne studien skiller vi hovedsakelig mellom småkraft kategorisert som anlegg < 10 MW installert effekt og stor vannkraft som anlegg med installert effekt > 10 MW. Anlegg på noe over 10 MW er ikke nødvendigvis et veldig stort anlegg, men ettersom det finnes et forvaltningsmessig skille her så er det hensiktsmessig å benytte dette i denne GOVREP-studien.

1.3 Forståelse av begrepet "miljøkonsekvens"

For å kunne analysere og diskutere forringelse av miljøkvaliteter ved vannkraftutbygginger er det behov for en definisjon og avklaring av begrepet "miljø". Miljø er et mange-fasettert begrep og kan beskrives gjennom et sett av ulike naturkvaliteter. Ved utarbeidelse av konsekvensutredninger (KU-er) for stor og liten vannkraft er det definert en rekke miljørelaterte tema som inngrepet skal vurderes med hensyn på (NVE-Vassdragsavdelingen, 1998), (NVE, 2010), (Korbøl *et al.*, 2009), (Jensen *et al.*, 2010) utdypet i kapittel 2.2 i denne rapporten. Vannforskriften ((Miljøverndepartementet, 2006) peker på biologiske kvalitetselementer som vurdering av elver eller innsjøers økologiske tilstand. For elver er makrofytter og bunnvegetasjon, bunnlevende virvelløse dyr og fiskefauna de biologiske kvalitetselementene som benyttes til å fastsette miljøtilstand. Mens planteplankton, makrofytter og bunnvegetasjon, bunnlevende virvelløse dyr og fiskefauna brukes til å bestemme miljøtilstand i innsjøer. I tillegg til de biologiske indikatorene benyttes fysiske (hydrologiske, hydromorfologiske) og kjemiske parametere som støtteparametere rundt de biologiske kvalitetselementene.

Det kan være fornuftig å sortere ut hva som kan omtales som direkte og indirekte miljøkonsekvenser. Med direkte miljøkonsekvenser tenkes her på en faktisk negativ endring i vassdragsbiologien, mens en indirekte konsekvens er en endring i det fysiske eller kjemiske miljøet som former kvaliteten på leveområdene til planter og dyr i vassdraget. En endring i fysisk eller kjemisk tilstand behøver ikke å ha en negativ konsekvens i seg selv, men kan utløse en forringelse av biologisk/økologisk tilstand. Presentasjon av både fysiske og biologiske konsekvenser av et vassdragsinngrep kan i noen tilfeller være to ulike tilnærminger til

¹ Mikrokraftverk under 0,1 MW, minikraftverk i området 0,1-1 MW og småkraftverk i området 1-10 MW, utdypet i kapittel 2.2. I denne studien skiller vi hovedsakelig mellom småkraft kategorisert som anlegg < 10 MW installert effekt og stor vannkraft som anlegg med installert effekt > 10 MW.

å belyse samme problem, ettersom det ofte kan være sammenhenger mellom fysisk endring og biologisk virkning. Dette er imidlertid ikke en én-til-én sammenheng da én fysisk endring kan gi flere forskjellige biologiske virkninger og én biologisk virkning kan oppstå som følge av flere fysiske og biologiske endringer (Armstrong *et al.*, 2003).

Det er verdt å poengtere at kunnskapen om forholdet mellom fysisk påvirkning og biologisk virkning er langt fra komplett og at det er store usikkerheter vedrørende disse sammenhengene. Det bør også sies at biologiske data (observasjoner) kan være langt mer ressurskrevende å framskaffe enn fysiske data (hydrologiske/hydromorfologiske) slik at fysisk/kjemisk overvåking i mange tilfeller kan være både enklere og billigere. I regulerte vassdrag er det imidlertid ikke til å komme bort fra at bevaring og forvaltning av miljøkvaliteter ofte handler om å bevare bruksverdier i vassdrag i form av laks- og ørretstammer. Det er store nærings- og fritidsinteresser knyttet til disse fiskeartene og ofte stort lokalt engasjement for å opprettholde bestandene. Denne noe ensidige forvaltningen kan imidlertid til en viss grad rettferdiggjøres ved å betrakte laks og ørret som indikator-arter for miljøtilstanden i elva, på lik linje som Vanndirektivet har valgt å forvalte etter biologiske kvalitetselementer.

I forbindelse med utvikling av vannkraft og særlig småkraft dukker begrepene sumvirkning av mange inngrep og fragmentering opp. Forfatterne forstår bruken av sumvirkninger i denne forbindelse slik at "summen av mange inngrep kan være større enn summen av hva det enkelte inngrep i seg selv representerer". Enkelte tenker muligens også at når antall enkeltinngrep blir tilstrekkelig høyt nås bestemte terskelverdier (tålegrenser) hvor et nytt inngrep forårsaker større og mer endelig eller irreversibel skade på naturen. Med fragmentering av natur menes oppdeling av urørte området (INON-områder). Sumvirkninger og fragmentering er imidlertid begreper som er vanskelig å håndtere kvantitativt og kvalitativt, både naturfaglig og forvaltningsmessig.

Denne studien har ikke til hensikt å endre bruken av begrepsapparatet, men det er fornuftig å ha dette i bakhodet når identifikasjon og sammenstilling av miljøulempere gjøres senere i rapporten. Når det gjelder strukturering og inndeling av miljøtema så følges derfor i stor grad den inndeling som benyttes i kildelitteraturen som igjen henger nøye sammen med hvilke miljøtema og dets inndeling forvaltningsapparatet pålegger utbygger å benytte (oversikt gitt i kapittel 2).

2 FORMELT RAMMEVERK OG RELEVANTE PLANER

Dette kapittelet redegjør for det formelle rammeverket som regulerer utbyggingen av liten og stor vannkraft i Norge. Kapittelet har ikke til hensikt å presentere et fullstendig bilde av dette rammeverket, men å framheve de deler som er viktigst for analyse og diskusjon i denne studien. Det henvises til (Knudsen and Ruud, 2011) for en bredere presentasjon av temaet.

2.1 Lovverk som regulerer utvikling av vannkraft i Norge

En rekke lover regulerer utnyttelse av elver og bekker til vannkraftformål og inngrep i naturen. De viktigste i denne sammenhengen er følgende lover:

Vannressursloven

Vannressursloven er den generelle loven om vassdrag. Den pålegger alle å opptre aktsomt for å unngå skade eller ulempe i vassdraget for allmenne eller private interesser. Som vassdrag regnes vann/innsjøer, elver og bekker med års-sikker vannføring (bekker som vanligvis ikke tørker ut), med tilhørende bunn og bredder opp til vannstanden for 10-årsflommer. Loven inneholder også regler om grunnvann. På grunnlag av vannressursloven regnes alle vannkraftverk som inngrep det må vurderes/gis konsesjon for. De minste småkraftverkene (mini- og mikrokraftverk) kan få konsesjonsfritak, men dette må vurderes av NVE.

Vassdragsreguleringsloven

Vannkraftprosjekter som er over en viss størrelse, og som vil endre vassdragets vannføring ved reguleringer og/eller overføringer, er konsesjonspliktig etter vassdragsreguleringsloven. Loven inneholder regler om konsesjonssøknad, konsesjonsbehandling, konsesjonsvilkår, ekspropriasjon m.m. Tiltak som krever konsesjon etter vassdragsreguleringsloven behandles etter reglene i denne loven, men flere av reglene i vannressursloven gjelder også for disse tiltakene.

Plan- og bygningsloven

Plan- og bygningsloven har bestemmelser om planlegging og behandling av saker om bygge- og anleggsarbeider. Alle tiltak må avklares i forhold til kommuneplanens arealdel eller reguleringsplan for området. Tiltak som er gitt konsesjon etter vannressursloven eller vassdragsreguleringsloven er unntatt fra plan og bygningslovens byggesaksbehandling, men lovens øvrige deler gjelder.

Mindre vassdragsinngrep vil ofte ikke kreve tillatelse etter vannressursloven. Det vil da være tilstrekkelig med behandling som byggesak. Uvesentlige terrenginngrep trenger heller ikke byggetillatelse. For større tiltak, f.eks. flomverk eller masseuttak, kan det på den annen side være nødvendig med reguleringsplan, eventuelt dispensasjon fra gjeldende plan. Slik dispensasjon må godkjennes av fylkesmannen. Ved behandling av byggesøknad vil det være krav til ansvarlig søker og ansvarlig prosjekterende, på samme måte som for andre byggesaker. Søknaden avgjøres av kommunen.

I samsvar med Plan- og bygningsloven sine regler i paragrafene 8-1 til 8-5, kan Fylkeskommunen som enkelte kommuner utvikle planer knyttet konkret til vannkraft. Som første fylke i landet vedtok Hordaland en fylkesdelplan for små vasskraftverk den 9. desember 2009. Dette ble utarbeidet som et direkte resultat av OEDs retningslinjer for små vannkraft (OED, 2007). Målsetting med planarbeidet i Hordaland har vært å samle kunnskap om regionale og nasjonale verdier i mulige utbyggingsområder for å bedre grunnlaget for avveiing verdier/interesser samt vurdering av sumvirkninger i småkraftsaker. Samtidig har man utarbeidet

fylkespolitiske retningslinjer for å sikre at ny fornybar energiproduksjon i små-, mini- og mikrokraftverk ikke fører til tap av naturmangfold, friluftslivsområder eller landskap av stor verdi.²

Sogn og Fjordane Fylkeskommune har også utarbeidet en tilsvarende fylkesdelplan som administrasjonen allerede legger til grunn for sin praksis,³ men saken er formelt ikke ferdigbehandlet bl.a. fordi man ønsker mer dokumentasjon rundt ringvirkninger av utbyggingene⁴. Enkelte kommuner i Sogn og Fjordane har også utviklet egne planer så som Lærdal som vedtok sin kommunedelplan for små kraftverk i 2008.⁵

Lakse- og innlandsfiskloven

I følge lakse- og innlandsfiskloven og tilhørende forskrift om tekniske fiskekultiveringstiltak og inngrep i vassdrag, er det ikke tillatt å utføre fysiske tiltak som i påviselig grad forringer produksjonsmulighetene for fisk eller andre ferskvannsorganismer, uten tillatelse fra fylkesmannen. Tiltak som er gitt konsesjon etter vannressursloven eller vassdragsreguleringsloven trenger normalt ikke slik tillatelse.

Forurensningsloven

Forurensningsloven har regler om forurensning generelt. Loven er aktuell ved noen typer vassdragsinngrep, f.eks. graving som medfører tilslamming i vassdraget. Dette er særlig aktuelt ved avdekking av leirmasser og annet finstoff. Loven kan også komme til anvendelse ved uttak av vesentlige deler av vannmengden, dersom dette medfører at forurensende utslipp ikke fortynnes i samme grad som tidligere. Fylkesmannen har det regionale forvaltningsansvaret for loven. Kommunen er lokal myndighet.

Jordloven

Jordloven har regler om drift av jordbruksareal og skjøtsel av natur- og kulturlandskap. Forskrift om areal- og kulturlandskapstilskudd er hjemlet i jordloven. Den som vil oppnå areal- og kulturlandskapstilskudd, må ikke foreta større endringer eller inngrep i kulturlandskapet. Dette innebærer bl.a. at elver, bekker og grøfter skal holdes åpne, og at skogbryn og kantsoner mot innmark ikke skal dyrkes opp. Kommunen kan gi dispensasjon fra bestemmelsene i forskrift om areal- og kulturlandskapstilskudd.

Kulturminneloven

Kulturminneloven har bestemmelser om automatisk fredete kulturminner og andre bestemmelser som kan få betydning for vassdragstiltak. Forholdet til kulturminner blir som regel avklart gjennom den kommunale behandlingen. Loven forvaltes regionalt av fylkeskommunen, med unntak av samiske kulturminner som forvaltes av Sametinget. Kulturminner i vassdrag kan få betydning for konsesjonsbehandling etter vannressursloven og vassdragsreguleringsloven. Det kan settes vilkår for å ivareta kulturminner når konsesjon gis.

Vannforskriften

Som Norges oppfølging av EUs rammedirektiv for vann (OJEC, 2000) ble Vannforskriften vedtatt i 2006, med virkning fra 2007 (Miljøverndepartementet, 2006). Et hovedmål med EUs vanndirektiv er å bidra til å forbedre vannkvaliteten, både kjemisk og biologisk, i vannforekomster (OJEC, 2000). Dette skal skje

² Flere detaljer om Fylkesdelplan og retningslinjer for småkraftutvikling i Hordaland, se.

<http://www.hordaland.no/Hordaland-fylkeskommune/Naring/naringsutvikling/Energinaringar1/Energi/Fylkesdelplan-for-sma-vasskraftverk/>

³ Bekreftet av saksbehandler Joar Helgheim i en samtale 16.12 2011.

⁴ Flere detaljer om status for regional plan for vannkraft i Sogn og Fjordane, se:

<http://www.sfj.no/sff/k2pub.nsf/viewAttachments/C1256B3B0048DA1DC12578560041DECC!opendocument&frame=yes>

⁵ Mer om dette på:

<http://img7.custompublish.com/getfile.php/1342895.1657.qtcqpyuvfb/Kommunedelplan+for+små+kraftverk+-+Lærdal+kommune.pdf?return=laerdal.custompublish.com>

gjennom å forbedre vannkvaliteten der det allerede er foretatt inngrep som vesentlig påvirker kvaliteten, gjennom å sikre et 'godt økologisk potensial'. I tillegg skal man også bevare en god miljøtilstand i vannforekomster som i liten grad er preget av inngrep (ibid.). De fleste vassdrag med store vannkraftutbygginger, i tillegg til en rekke mindre vannkraftverk, vil regnes som 'sterkt modifiserte vannforekomster' og dermed kvalifisere til tiltak for å sikre godt økologisk potensial. I Norge er det opp til de regionale vannmyndighetene å klassifisere de ulike vannforekomstene, basert på nasjonale veiledere for klassifisering (DN, 2011).

Oppfølgingen av direktivet gjennom Vannforskriften innebærer at det utarbeides regionale vannforvaltningsplaner og tiltaksprogram for nærmere definerte vannområder. Norge er fra 2010 inndelt i 11 vannregioner, i tillegg til grensekryssende regioner. Vannregionene følger nedbørfelt. Siden Norge formelt vedtok EUs vanddirektiv senere enn EUs medlemsland, blant annet som følge av innpassing gjennom EØS-avtalen, har ikke Norge måttet følge de samme fristene som resten av EU. Norske myndigheter valgte likevel å følge EUs første frist for innlevering av vannforvaltningsplaner i 2010 ved å utpeke pilotområder. Denne første fasen blir karakterisert som en forsøksfase, og det er først i neste planperiode – som skal avsluttes innen 2015 – at regionale vannforvaltningsplaner formelt sett blir endelig fastsatt. I pilotfasen har fylkesmannen vært hovedansvarlig for arbeidet med planer. Dette ansvaret ble i 2010 overført til fylkeskommunen, som fortsatt skal trekke på fylkesmannsembetenes fagkompetanse. Arbeidet med planverket er videre organisert gjennom regionale vannutvalg og referansegrupper der ulike brukerinteresser, også knyttet til vannkraft, er representert. En viktig forutsetning i Vannforskriften er videre at tiltak som stipuleres gjennom tiltaksprogrammene må forankres i de enkelte sektorlovene. For vannkraft innebærer dette at blant annet vassdragsreguleringsloven og vannressursloven fortsatt skal brukes som basis og referanse for tiltak som pålegges vannkraftutbyggerne.

Vannforvaltningsplaner og tiltaksprogram for pilotområdene ble godkjent av regjeringen i juni 2010, under forutsetning av diverse justeringer (Miljøverndepartementet, 2010). En hovedkonklusjon fra regjeringens vedtak er at endringer knyttet til eksisterende vannkraftkonsesjoner, som vil kunne være nødvendig for å følge opp forvaltningsplanene, skal formuleres som del av de etablerte konsesjonsprosessene (ibid.). Det samme vil gjelde for nye konsesjoner. Forvaltningsplanene vil foreløpig derfor bare fungere som innspill som konsesjonsmyndighetene må forholde seg til, men som ikke har noen sterkere juridisk føring enn andre innspill i konsesjonsprosessen. Saken er fortsatt uavklart. Når det er ventet et betydelig antall vilkårsrevisjoner de kommende årene, har en gruppe norske miljøorganisasjoner med god bistand fra Landssammenslutninga av vassdragskommunar (LVK) klaget den norske regjering inn for EFTA Surveillance Authority (ESA) – nettopp fordi man vil få prøvd om den norske implementering av vanddirektivet er i tråd med forutsetningene. Minstevannføring, magasinrestriksjoner m.m. i gamle reguleringskonsesjoner er ifølge LVK et al tilgjengelige miljøvilkår som ikke kan forskyves til et senere revisjonstidspunkt. Klagerne understreker at miljømål og vannforvaltningsplaner må bli styrende i de vurderinger som gjøres under revisjon av vannkraftkonsesjoner. Revisjonsinstituttet må tilpasses vanddirektivets krav og den nye vannforvaltningen – ikke motsatt slik regjeringen besluttet i statsråd 11. juni 2010 da de første vannforvaltningsplanene ble vedtatt.⁶

Dette er status når Norge innleder et forpliktende samarbeid med Sverige om å stimulere til økt fornybar elektrisitetsproduksjon. Det er forventet at et felles sertifikatmarked med Sverige som har en ambisjon om å realisere 26,4 TWh innen 2020, i stor grad også vil stimulere ny vannkraftproduksjon i Norge. Denne rapporten setter søkelys på miljøeffektene av denne og hvorvidt det nødvendigvis er småkraften som representerer den grønne utviklingen.

⁶ For flere detaljer om ESA klagen se: <http://www.lundogco.no/no/LVK/Nyheter/LVK-nytt/LVK-nytt-2011/1411---LVK-har-bedt-ESA-se-pa-revisjonene/>

2.2 Retningslinjer ved søknad om utbygging av vannkraft

2.2.1 Planlegging, bygging og drift av små kraftverk (NVE-veileder 1/2010)

NVEs veileder i planlegging, bygging og drift av små kraftverk (NVE, 2010) erstattet NVEs tilsvarende veileder av 2003 og har til hensikt å rettlede ikke-profesjonelle utbyggere i hvordan en vellykket planlegging og utbygging av små kraftverk (under 10 MW) bør gjennomføres.

Kapitlet "Miljø- og samfunnskonsekvenser" i veilederen omhandler vurderinger av verdier, omfang og konsekvenser som legges til grunn for konsesjonsplikt. Avgjørelsen om konsesjonsplikt baseres på kvalifiserte vurderinger av utbyggingens konsekvenser for allmenne interesser. Med utgangspunkt i vannressursloven §8 "er det forbudt uten tillatelse å gjennomføre tiltak i vassdrag som kan være til nevneverdig skade eller ulempe for noen allmenne interesser".

De allmenne interessene som er aktuelle er blant annet fiskens frie gang, allmenn ferdsel, naturvern, biologisk mangfold, friluftsliv, vitenskapelige interesser, kultur- og landskapshensyn, jordvern og hensyn til flom og skred. NVE veileder 1/2010 (NVE, 2010) fastslår videre at det sjelden gis konsesjonsfritak for kraftverk med installert effekt over 1 MW. Ved konsesjonsplikt skal konsesjon kun gis "dersom fordelene ved tiltaket overstiger skader og ulemper for allmenne og private interesser (vannressursloven § 25)". I dette ligger at konsekvenser for allmenne interesser må være kartlagt i tilfredsstillende grad, slik at NVE har et godt nok grunnlag for å gi konsesjon, med eller uten vilkår (vannressursloven § 23). Utbyggingsplaner med konsesjonspålegg behandles av NVE, mens anlegg med konsesjonsfritak behandles etter plan og bygningsloven (PLB) av den berørte kommune.

NVE veileder 1/2010 identifiseres følgende tema som aktuelle i forbindelse med konsekvensvurdering av små vannkraft:

- Biologisk mangfold
 - *Det legges vekt på verdifulle naturtyper, truede vegetasjonstyper og rødlistearter. Vurderingen av konsekvenser for biologisk mangfold skal vedlegges som eget dokument. Beskrivelse av dette er gitt i NVE-veileder 3/2009 (Korbøl et al., 2009) og ikke ytterligere beskrevet her.*
- Landskap
- Fisk og ferskvannsbiologi
 - Redusert driv av bunndyr og vandringssperre for fisk ved inntaksdammen
 - Redusert vannføring på berørt strekning kan gi redusert produksjon og hindre vandring
 - Spredning av arter ved overføring av vann
 - Stranding av bunndyr og fisk nedstrøms kraftstasjon ved effektkjøring eller ikke planlagt stans i kraftverket
 - Redusert produksjon og endring i artssammensetning ved regulering av vann og ved etablering av inntaksmagasin i elver
 - Forurensning i anleggsperioden kan gi midlertidige negative effekter
- Fugl og annen fauna
- Friluftsliv og reiseliv
- Kulturminner og kulturmiljø
- Jordbruk, skogbruk og reindrift

Videre bes søker vurdere/foreslå avbøtende tiltak som kan redusere negative konsekvenser av inngrepet på ett eller flere av fagtemaene utover justering av selve prosjektdesignen, hvor følgende konkrete tiltak nevnes:

- Endret nivå eller regime for slipping av minstevannføring
- Tiltak for raskere revegetering
- Stenge permanente veier med bom

- Opprettholde fiskens vandringsmulighet
- Omløpsarrangement i kraftstasjonen
- Tilpasse anleggsperioden i tid for å redusere konflikt
- Utforming av kraftstasjon med nærområder
- Endret plassering og utforming av inntaksdam
- Endre trasé for vannvei

I søknader om utbygging av småkraftverk er det ofte størst fokus på fagtemaet "biologisk mangfold" som også skal inn som eget vedlegg. Det er også utarbeidet en egen mal for hvordan biologisk mangfold bør behandles i forbindelse med en konsesjonssøknad (Korbøl *et al.*, 2009). Andre fagtema kan inkluderes som delkapitler i selve konsesjonssøknaden. Veilederen oppfordrer til å kartlegge og identifisere de viktigste temaene som vil være vesentlige som grunnlag for de beslutninger som skal tas i forhold til "miljø, naturressurser og samfunn".

Konseptuelt er konsekvensutredninger (KU) for små vannkraft utført etter metoden dokumentert i Statens vegvesen håndbok 140 (Vegvesen, 2006). Metodikken inneholder følgende hovedoppgaver ved konsekvensvurderinger:

- Registreringer
- Verdivurdering
- Fastsettelse av omfang av påvirkning
- Konsekvensvurdering
- Avbøtende tiltak

OEDs "Retningslinjer for små vannkraftverk" angir følgende tema/undertema som viktige ved utarbeidelse av planer for småkraftverk (OED, 2007):

- Landskap
 - o Verdifulle landskapselementer
 - o Sårbare høyfjellsområder
 - o Fjordlandskap
- Biologisk mangfold
- Inngrepsfrie naturområder (INON)
- Fisk og fiske
- Kulturminner og kulturmiljø
- Friluftsliv
- Reiseliv hvor landskapet eller naturen er en vesentlig del av attraksjonen
- Reindrift

Temaene er i stor grad sammenfallende med tema gitt i NVE Veileder 1/2010 (NVE, 2010), men det er verdt å merke seg at påvirkning av inngrepsfrie områder (INON) er trukket fram som eget punkt i OEDs retningslinjer. Det er imidlertid verdt å merke seg at OEDs retningslinjer også omtaler sumvirkninger av vassdragsinngrep. Om sumvirkninger står det at "*Metoder for vurdering av sumvirkninger av flere tiltak innen et definert geografisk område er svakt utviklet. Dette gjelder spesielt vurderinger på overordnet, aggregert nivå, hvor informasjonen er begrenset og hvor nøyaktige beskrivelser og kartframstillinger av tiltakene ikke er tilgjengelig. Det foreslås derfor at det kun gis en skjønnsmessig omtale og vurdering av mulige sumvirkninger under oppsummeringen for hvert delområde*".

2.2.2 Retningslinjer for konsekvensutredninger (KU) ved stor vannkraft

Vannkraftutbygginger eller overføringer som gir mer enn 40 GWh/år i økt energiproduksjon, eller bygging av anlegg for oppdemming eller supplerende/varig lagring av vann over 10 millioner m³, skal behandles etter plan- og bygningslovens bestemmelser om KU, som er nedfelt i egen forskrift (Miljøverndepartementet, 2009). På bakgrunn av melding fra tiltakshaver fastsetter NVE utrednings-programmet (KU-programmet). NVE har utarbeidet en oversikt over hvilke tema som normalt skal behandles i KU-programmet (NVE-Vassdragsavdelingen, 1998), (Jensen *et al.*, 2010), men som kan tilpasses det enkelte prosjekt i den grad det er nødvendig. Endringer i lovgrunnlaget og stor pågang av både små og store vannkraftsaker gjorde det nødvendig med en ny og oppdatert veileder som tok for seg endringer i lovgrunnlag og prosedyrer. NVE-veilederen for konsesjonsbehandling av vannkraftsaker som ble utgitt i 1998 (relevant for vurdering av litt eldre KU) ble derfor erstattet av ny veileder i 2010. Den nye veilederen peker på følgende tema som normalt sett må utredes i en KU for stor vannkraft:

Hydrologiske forhold

- Hydrologi (overflatehydrologi, flomforhold, vanntemperatur, isforhold, grunnvann)
- Sediment-transport og erosjon
- Skred

Landskap, naturmiljø, kulturmiljø

- Landskap
- Geofaglige forhold
- Flora
- Fauna
- Ferskvannsbiologi (bunndyr, dyreplankton)
- Fisk
- Automatisk fredete kulturminner
- Nyere tids kulturminner
- Samiske kulturminner
- Kulturlandskap

Forurensning

- Vannkvalitet
- Annen forurensning (inkludert luft og støy)

Lokalklima

Naturressurser

- Jord- og skogbruksressurser
- Reindrift
- Ferskvannsressurser
- Marine ressurser
- Mineraler og masseforekomster

Samfunn

- Næringsliv og sysselsetting
- Befolkningsutvikling og boligbygging
- Tjenestetilbud og kommunal økonomi
- Sosiale forhold
- Helsemessige forhold

- Jakt
- Fiske
- Friluftsliv (inkludert turisme)

Dersom det blir gitt konsesjon, vil det samtidig bli fastsatt vilkår for å redusere identifiserte negative virkninger på miljøet. En viktig del av vilkårene er normalt manøvreringsreglementet som gir rammene for konsesjonen, herunder høyeste og laveste regulerte vannstand (HRV/LRV) og krav om minstevannføringer på elvestrekninger med fraført vann og nedstrøms kraftverksutløpet og gis som faste eller variable over året. Krav om oppfølgings-undersøkelser vil normalt også være hjemlet i vilkårene.

Den nye veilederen er tydelig på hvordan at hvert fagtema bør bygges opp på følgende måte:

1. Redegjørelse for dagens situasjon
2. Skildring av mulige negative og/eller positive virkninger av tiltaket
3. Forslag til avbøtende tiltak
4. Eventuelt tiltakshaverens egne vurderinger

Tematisk er det stor likhet mellom de fagtema veileder 1/1998 ((NVE-Vassdragsavdelingen, 1998) anbefaler i en analyse og de fagtema veilederen av 2010 (Jensen *et al.*, 2010) identifiserer. Ordlyden kan imidlertid være litt forskjellig og nye forvaltningsmessige temaer som rødlistearter, biomangfold og inngrepsfrie områder (INON) er følgelig inkludert i den oppdaterte veilederen. Generelt kan det sies at veilederen av 2010 er mer detaljert enn veilederen den erstatter. Videre anbefaler NVE at konsekvensutredningene følger metodikken som er gitt i Statens Vegvesens Håndbok 140 om konsekvensutredninger av ikke-prissatte konsekvenser (Vegvesen, 2006).

3 METODISK TILNÆRMING OG VALG AV EKSEMPLER

Tilnærmingen for studien har vært å sammenligne en gruppe med småkraftanlegg som til sammen gir en kjent mengde produsert energi (GWh) med en total installert effekt (MW), og stille summen opp mot ett eller noen få store vannkraftanlegg som produserer en sammenlignbar mengde energi (eller installert effekt). Når dette er etablert er summen av miljøvirkninger fra småkraftanleggene sammenstilt med miljøvirkningene fra det eller de store vannkraftanleggene. I oppsummeringen av miljøvirkningene av de små vannkraftprosjektene er både installert effekt og (faktisk eller forventet) energiproduksjon benyttet som sammenligningsgrunnlag. Det er imidlertid verdt å merke seg at årlig energiproduksjon (GWh) for et vannkraftanlegg ikke er en fast verdi da den vil variere med det årlige tilsiget, noe som gjelder både små anlegg uten magasinering og større anlegg med magasin. Stor variabilitet i tilsiget vil naturlig nok jevnes ut ved en større magasinkapasitet ettersom det er mulig å "fange opp flommer" til senere produksjon. Det er videre verdt å vite at små vannkraftprosjekter oftest regnes som uregulerbar kraft på grunn av nettopp liten magasineringskapasitet og disse vil kun produsere strøm når det er naturlig tilsig til anlegget. Det er også verdt å merke seg at det i Norge som regel er lite tilsig og liten produksjon i anlegg uten nevneverdig magasineringskapasitet når vi trenger energien som mest – i kalde perioder om vinteren.

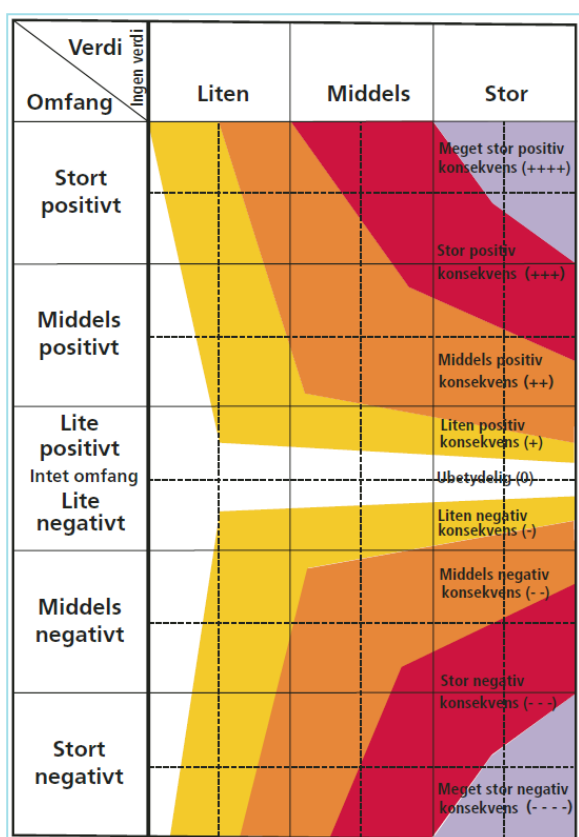
For å summere miljøvirkninger fra alle de utvalgte småanleggene er miljøvirkningene simpelthen summert eller telt opp der disse er kvantifisert og identiske av type. Miljøvirkninger som ikke er like av type er i utgangspunktet ikke forsøkt aggregert men kun systematisk sammenstilt. Ved å stille miljøvirkninger opp mot hverandre systematisk i en matrise så har denne tilnærmingen mange likheter med de innledende trinnene i en multi-kriterie analyse (MCA). I denne studien inngår ikke verdisetting eller vektning av de forskjellige påvirkningene for å finne "et aggregert tall" for den totale påvirkning. Man kunne tenke seg andre tilnærminger til summering av mange små miljøvirkning enn simpelthen å telle opp. Det er tidligere forsøkt utviklet metoder for aggregering av miljøvirkninger fra småkraftverk hvor skalering er gjort ved hjelp av GIS-metoder som angir andel og areal påvirket naturtype, for eks. (Erikstad *et al.*, 2009), og man kunne tenke seg tilsvarende kvantitative vurderinger av antall km elv påvirket av småkraftverk. Sumvirkninger og metoder for dette er for øvrig mer detaljert omtalt og problematisert i kapittel 6, men det er et faktum at det ikke finnes en god og faglig akseptert metodikk for hvordan dette skal utføres, noe som vanskeliggjør studier som dette.

Dataene for å vurdere miljøvirkninger i denne studien er basert på KU fra de utvalgte prosjektene. Grunnen til dette er at disse gir antageligvis det mest komplette bildet i forhold til de totale miljøvirkningene fra en utbygging, da undersøkelser i etterkant av en utbygging enten er mer målrettet mot ett eller noen få spesifikke konflikttema, eller at de kan være helt fraværende (gjelder primært småkraftanlegg). Dette introduserer samtidig en usikkerhet i forhold til de faktiske miljøvirkningene av et inngrep da en KU kun er en studie av forventede virkninger og ikke nødvendigvis de faktiske virkninger.

Ved å sammenligne summen av mange små anlegg mot kun ett større anlegg vil en sammenligning og generalisering utfra dette bli veldig følsom på valg av det store anlegget. Det er derfor valgt tre ulike store anlegg for å øke robustheten av resultatene.

Metodikken for konsekvensutredninger som er definert i Statens Vegvesens håndbok 140 (Vegvesen, 2006) er også mye benyttet utover veisektoren og brukt i forbindelse med søknad om inngrep i vassdrag. Veileder 1/2010 (NVE, 2010) henviser til denne håndboka om hvordan konsekvensene for det enkelte fagtema skal vurderes. Statens Vegvesens håndbok 140 beskriver ikke-prissatte konsekvenser som konsekvenser som "ikke beregnes i kroner og øre". I håndboka vektlegges tre begreper vedrørende ikke-prissatte konsekvenser (se Figur 1). Disse tre er *verdi*, *omfang* og *konsekvens*. Følgende sies om hver av de tre begrepene:

- Med verdi menes en vurdering av hvor verdifullt et område eller miljø er. Verdivurderingene gjøres av de avgrensede miljøene eller områdene som kan bli berørt av tiltaket. Verdien angis på en tredelt skala: liten-middels-stor.
- Med omfang menes en vurdering av hvilke endringer tiltaket antas å medføre for de ulike miljøene eller områdene, og graden av disse endringene. Omfanget vurderes for de samme miljøene eller områdene som er verdivurdert. Omfanget vurderes i forhold til alternativ 0 som tilsvarer ingen inngrep. Omfang angis på en fem-delt skala: stort negativt - middels negativt - lite/intet - middels positivt - stort positivt.
- Med konsekvens menes en avveining mellom de fordeler og ulemper et definert tiltak vil medføre i forhold til alternativ 0. Konsekvensvurderingen angis på en 9-delt skala fra svært stor negativ til svært stor positiv konsekvens. Resultatene av en utredning kan for eksempel presenteres i form av den såkalte konsekvensvifte (se Figur 1).



Figur 1. Verdi- og omfangsmatrise (konsekvensvifte) for framstilling av konsekvenser av vannkraftreguleringer (Vegvesen, 2006). Verdi angis som tredelt skala og omfang angis som fem-delt skala. Konsekvensen gis av kombinasjonen av verdi og omfang for hvert spesifikt prosjekt.

I denne studien er alle miljøvirkninger aggregert opp til konsekvens eller konsekvensgrad som enhet for sammenligning, både mellom de valgte store vannkraftanleggene og summen av småkraftanleggene. På veien til konsekvens for det enkelte miljøtema er det benyttet et faglig skjønn for å klassifisere konsekvensen i forhold til konsekvensvifte. Resultatene og sammenstillingene er følgelig svært avhengig av godheten og konsistensen i dette skjønn.

3.1 Valg av småkraft-region og karakteristika

Sogn og Fjordane ble valgt som geografisk region for denne studien av småkraftanlegg av følgende årsaker:

- Sogn og Fjordane er et fylke med allerede mye utbygd småkraft, sannsynligvis mye grunnet velegnet topografi og gode tilsigsforhold.
- Fylket gir god tilgang til data om miljøkonsekvenser og energiproduksjon/installert effekt.

Alle småkraftverk i denne sammenlignende studien er innenfor kategorien *småkraftverk* som defineres som anlegg som har en maksimalytelse mellom 1 og 10 MW. Det er primært i denne kategorien konsesjonsplikten for små anlegg slår inn, og hvor dokumentasjon av miljøvirkninger er enkelt tilgjengelig.

Data for småkraftanlegg fra Sogn og Fjordane er hentet fra henholdsvis NVEs konsesjonsdatabase (NVE, 2011a) og Miljøfaglig Utredning AS (MFU, 2011) sine nettsider. Sistnevnte har utført mange av konsekvensutredningene for småkraft i denne regionen. Felles for alle anlegg valgt ut for denne studien er:

- Alle anleggene er konsesjonspliktige (påvirker allmenne interesser) og en KU er utarbeidet for hvert av prosjektene.
- Alle anleggene har alle fått konsesjon av NVE til å bygges.

Figur 2 viser kartoversikt med alle 27 anlegg i Sogn og Fjordane som er tatt med i datagrunnlaget for småkraftanlegg. Anleggene er vist gjennom hvilke delnedbørfelt de berører.



Figur 2. Oversikt over vannkraftprosjekt i Sogn og Fjordane, gitt som hvilke delnedbørfelt (angitt i blått) de berører (NVE, 2011b).

Tabell 1 viser at gjennomsnittlig størrelse på nedbørsfelt for de 27 prosjektene som oppgitt i konsesjonssøknadene er 11 km². 9 av 27 småkraftanleggene i utvalget i Sogn og Fjordane har en strekning med fraført vann som direkte kan påvirke vandring av anadrom fisk. Anadrom fisk defineres som fisk som har en sjøfase i tillegg til ferskvannsfasen og dermed er avhengig av å vandre fra fødested i elv til hav/fjord og tilbake igjen for reproduksjon. De vanligste anadrome fiskeartene i Norge er laks, sjørøtt og sjørøye. Gjennomsnittlig lengde på strekning med fraført vann i de 9 prosjektene er 1,7 km. Summen av ytelsesmaksimum (installert kapasitet) for alle prosjektene er 112 MW og summen av midlere årlig forventet totalproduksjon er 390 GWh.

Tabell 1. Oversikt over småkraftanlegg i Sogn og Fjordane benyttet i denne studien, deres forventede produksjon og planlagt installert effekt, samt hydrologiske karakteristika. Strek i kolonnen ”Lengde elvestrekning med fraført vann (km)” indikerer at prosjektet ikke har (oppgitt) strekning med fraført vann.

Småkraft-prosjekt	Årlig produksjon (GWh)	Maks ytelse (MW)	Maks slukeevne (l/s)	Middel-vannføring (l/s)	Minste-vannføring (l/s) (vinter)	Nedbør-felt (km ²)	Lengde elvestrekning med fraført vann (km)
Bjåstad	38,2	9,3	3220	2010	50	20,1	-
Duvedalen	11,1	3,3	1500	750	60	5,1	-
Eitreeelvi	11,0	3,6	800	400	25	0,4	0,6
Eitreneselvi	9,4	3,0	720	414	30	5,7	-
Engeseteelva	10,1	3,0	1200	566	40	3,8	-
Hatlestad	13,4	3,2	850	420	25	4,4	-
Holsen	24,5	9,2	2550	1420	50	14,0	-
Hopland	17,0	5,5	2000	1300	50	17,4	3,0
Jordal	20,1	4,8	2900	1450	60	15,9	-
Kjørstad	8,0	2,5	1400	760	30	7,8	1,8
Kvamselva	9,2	2,4	1150	740	40	6,7	1,3
Kvernhuselva	11,5	3,6	1200	580	50	4,4	-
Lidal	20,8	5,7	1500	750	15/30	8,1	-
Mjølsvik	13,0	4,0	1260	790	100	7,6	-
Romøyri	27,9	8,5	1940	970	50	12,0	-
Røneid	14,7	4,3	1040	520	50	10,3	2,2
Sandalselva	8,4	2,5	4940	2800	250	33,9	-
Selselva	18,4	5,0	1040	669	30	4,5	1,8
Senneset	5,3	1,8	1000	500	20	7,2	2,2
Storelva kraft	11,0	3,2	1153	563	50	4,5	-
Storelva	10,8	3,7	6500	3300	260	24,5	-
Strupen	6,8	1,8	2760	1840	100	16,7	1,3
Sætrealdalen	26,2	4,5	1450	1200	25	9,5	-
Timbra	8,3	2,5	873	582	20	1,2*	-
Torvikelva	4,9	1,0	1250	920	100	13,6	-
Ygleelvi	14,0	4,6	900	490	30	5,1	-
Øyni	16,0	6,0	2700	1380	50	33,6	0,8
Sum alle prosjekt	390,0	112,4	49796	28084	1645	296,8	-
Gjennomsnitt	14,4	4,16	1844	1040	61	11,0	1,7

3.2 Valg av store vannkraftanlegg og karakteristika

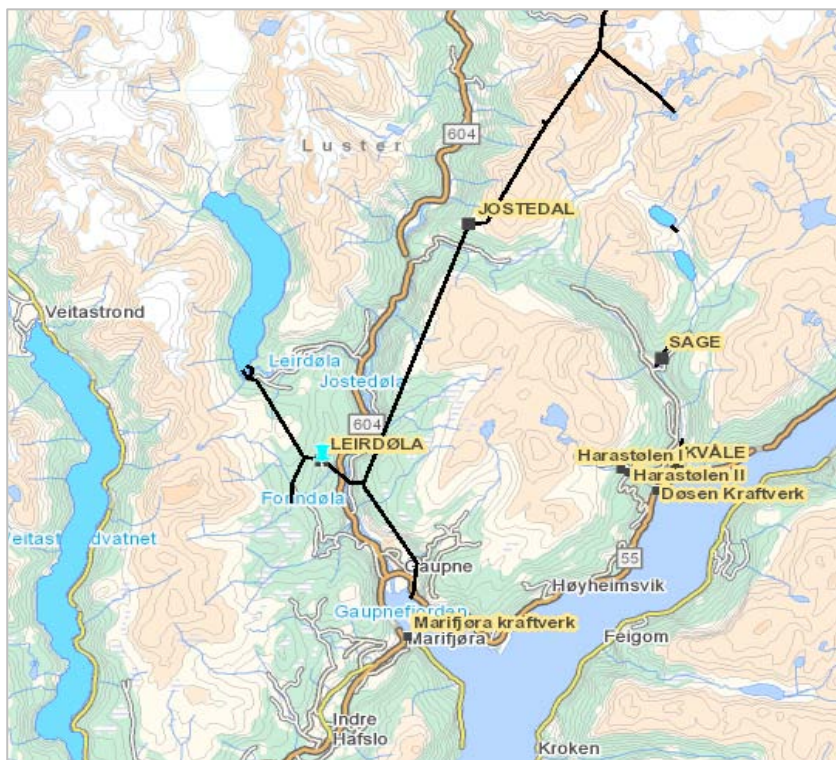
Ved valg av større vannkraftanlegg for sammenligning med utvalget av småkraftanlegg i Sogn og Fjordane ble følgende kriterier etablert:

- Anleggene burde være i størrelsesorden lik summen av de 27 småkraftanleggene, enten i form av installert kapasitet eller forventet energiproduksjon.
- De bør være "typiske" eller representative vannkraftanlegg for å kunne gi innspill til en mer generell konklusjon fra studien. Sammenligningsstudien vil være sensitivt for valg av anlegg og valget av flere store anlegg (replikater) vil styrke studien med hensyn til representativitet.
- De store anleggene bør helst ligge i samme region som småkraftprosjektene, eller i en region med lignende naturgrunnlag.
- Anleggene bør helst være relativt nye da nyere anlegg antageligvis er bedre dokumentert enn eldre anlegg, og har en design i tråd med hvordan nye anlegg i dag utformes.

Basert på disse kriterier ble følgende vannkraftprosjekt benyttet i analysen:

1. Det planlagte Vestsideelvane-prosjektet i Jostedalen, Luster kommune i Sogn og Fjordane (operatør: Statkraft)
2. Utvidelse av Vigdøla kraftverk i Jostedalen, Luster kommune i Sogn og Fjordane (operatør: Statkraft)
3. Det eksisterende Trollheim kraftverk i Surnadal kommune i Møre og Romsdal (operatør: Statkraft)

3.2.1 Vestsideelvane-prosjektet



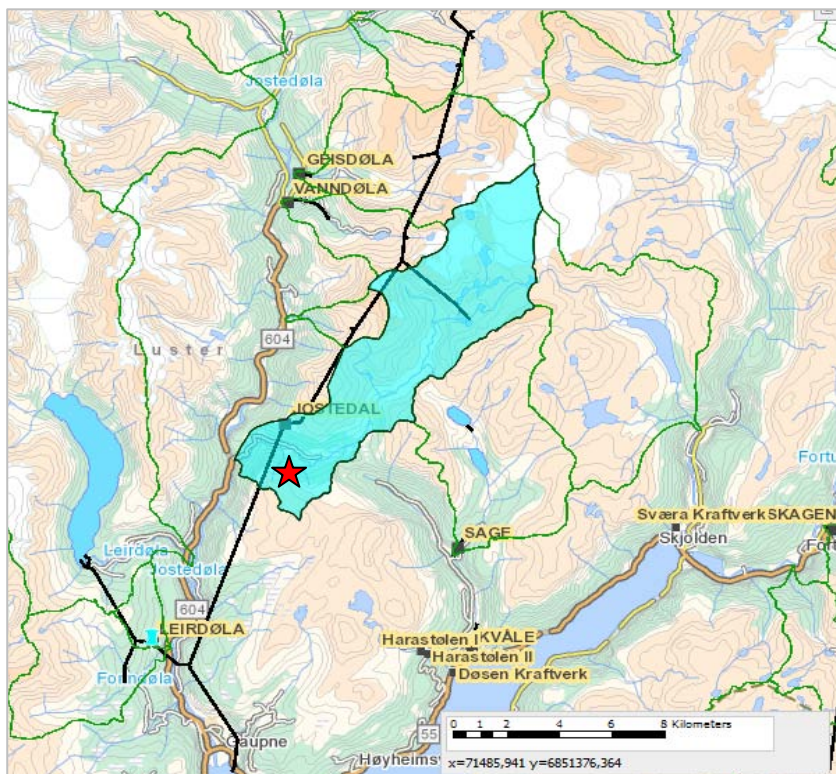
Figur 3. Leirdøla kraftverk og Tunsbergdalsmagasinet (NVE, 2011b).

Vestsideelvane er ikke berørt av vannkraftutbygging i dag. Prosjektet vil søke om å bygge ut Vestsideelvane og overføre vann til produksjon gjennom det eksisterende Leirdøla kraftverk som i dag regulerer Tunsbergdalsmagasinet. Planene defineres som et opprustnings- og utvidelsesprosjekt som i gjennomsnitt vil gi 125 GWh/år i økt produksjon. Prosjektet innebærer økt regulering/heving av reguleringen av Tunsbergdalsmagasinet.

Tabell 2. Nøkkelinformasjon om Vestsideelvane-prosjektet og påvirkede nedbørfelt/vassdrag. Tabellen gjengir også nøkkeltall for det eksisterende Leirdøla-prosjektet da det Vestsideelvane-prosjektet spiller sammen med dette (Statkraft, 2011c).

Parameter	Eksisterende i Leirdøla	Utvidelse med Vestsideelvane	Totalt etter utvidelse
Nedbørfelt [km ²]	154	52	206
Generatorytelse [MW]	115	ingen	115
Gjennomsnittlig årlig driftstid med full last [timer]	4330	1070	5400
Slukeevne [m ³ /s]	29	ingen	29
Antall aggregater	1	ingen	1
Gjennomsnittlig årsproduksjon [GWh]	498	125	623
Lagringsvolum innsjøer/reguleringsmagasin [mill m ³]	173	31	204

3.2.2 Vigdøla kraftverk



Figur 4. Jostedal kraftverk og Vigdøla nedbørsfelt (NVE, 2011b). Vigdøla kraftverk markert som rød stjerne.

Deler av Vigdøla nedbørsfelt overføres i dag til Jostedal kraftverk. Utløpsvannet fra Jostedal kraftverk går sammen med utløpsvannet fra Leirdøla kraftverk. Den foreslåtte utvidelsen innebærer å utnytte de nedre deler av Vigdøla nedbørsfelt og lede dette vannet inn i utløpsvannet til Jostedal kraftverk. Slukeevnen i Vigdøla kraftverk blir 3,2 m³/s med en Pelton-turbin. Effekten blir 16 MW og vil kunne gi 48 GWh/år i gjennomsnittlig produksjon (hovedsakelig om sommeren).

Bestemmelser i vassdragsloven er gjeldende for kraftverk med en planlagt produksjon over 40 GWh og vil slik være gjeldende for Vigdøla kraftverk. Utbyggingen av Vigdøla kraftverk vil derimot ikke overføre vann fra andre vassdrag til inntaksdammen og kraftgrunnlaget vil ligge under 500 naturhestekrefter, slik at det ikke trengs å søkes om konsesjon etter vassdragsreguleringsloven. KU er likevel utført i henhold til standard for undersøkelser og følger vanlig utforming.

Tabell 3. Nøkkelinformasjon om Vigdøla kraftverk og påvirkede nedbørsfelt/vassdrag (Statkraft, 2011b).

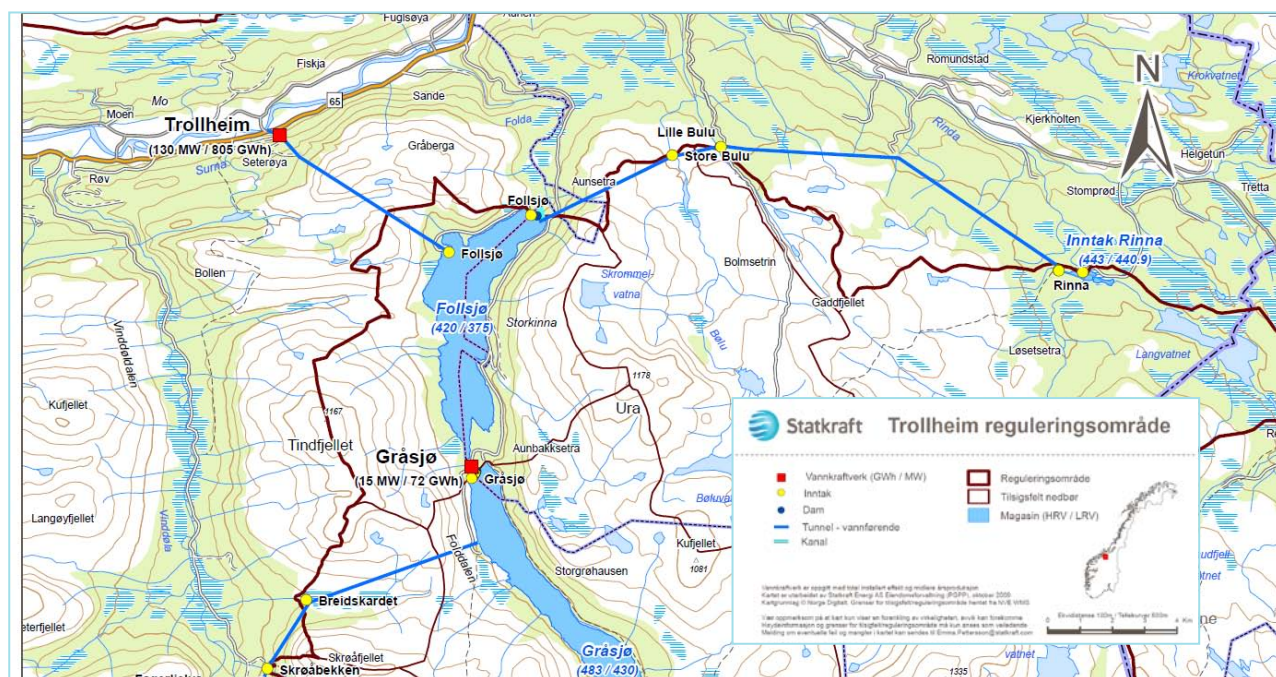
Parameter	Verdi
Nedbørsfelt [km ²]	47
Generatorytelse [MW]	16
Gjennomsnittlig årlig driftstid med full last [timer]	3000
Slukeevne [m ³ /s]	3,2
Antall aggregater	1
Gjennomsnittlig årsproduksjon [GWh]	48 (38 sommer, 10 vinter)
Lagringsvolum innsjøer/reguleringsmagasin [mill m ³]	0,012
LRV / HRV i reguleringsmagasin (m.o.h.)	605 / 607

Det må sies at den beskrevne utvidelsen i dette avsnittet ikke er noen stor vannkraftutbygging med sitt beskjedne tillegg på 16 MW, men er i vår studie blant de større anleggene da det er større enn maksimalgrensen for småkraft (10 MW).

3.2.3 Trollheim kraftverk og Gråsjo kraftverk

Trollheim kraftverk ligger i Surnadal kommune i Møre og Romsdal. Elven Folla reguleres gjennom magasinet Follsjo og kraftverket leder vannet ut i Surna ved Harang. Øvre deler av elvene Rinna, Store Bulu og Lille Bulu overføres til Follsjoen (se Figur 5). Trollheimsreguleringen består av kraftverkene Gråsjo og Trollheim og har to reguleringsmagasin, dvs. Follsjo og Gråsjo (se figur 5). Follsjomagasinet er regulert mellom 420 og 375 m.o.h. og har et 6,75 km² stort neddemmet areal ved 420 m.o.h. (HRV). Trollheim kraftverk utnytter vann fra Follsjoen. Gråsjo magasin har et neddemmet areal på 10,52 km² når magasinet er fylt opp til HRV. LRV er på 430 m.o.h. og Gråsjo kraftverk utnytter fallet mellom Gråsjo i oppstrøms ende og Follsjo. Øvre deler av Vindøla overføres til Gråsjo magasin.

Trollheim kraftverk har en midlere årsproduksjon på 805 GWh og installert effekt er 130 MW, mens Gråsjo kraftverk har en midlere årsproduksjon på 72 GWh og installert effekt er 15 MW. Trollheim kraftverk som står for størstedelen av produksjonen ble satt i drift i 1968 og skiller seg dermed ut i analysen ved å være del av et vannkraftsystem som ble etablert lang tid tilbake.



Figur 5. Trollheimsreguleringen med Trollheim kraftverk og Gråsjo kraftverk angitt som røde punkt. Overføringer av sidevassdrag til Follsjo magasin og Gråsjo magasin i tillegg til overføringstunnel til Trollheim kraftverk er angitt som blå linjer (Statkraft, 2011a).

Tabell 4. Nøkkelinformasjon om Trollheimsreguleringen og påvirkede nedbørfelt/vassdrag (Statkraft, 2011a).

Parameter	Trollheim kraftverk	Gråsjø kraftverk
Nedbørsfelt [km ²]	575	304 + 74 fra Vindøla
Generatorytelse [MW]	130	15
Gjennomsnitts årlig driftstid, full last [timer]	6192	-
Slukeevne [m ³ /s]	38,5	27
Aggregater	1	1
Gjennomsnittlig årsproduksjon [GWh]	805 (369 sommer, 436 vinter)	72
Innsjøer/reguleringsmagasin: Follsjø og Gråsjø [mill.m ³]	384	384

Trollheimsreguleringen har ingen fosser med sterkt redusert vannføring (>50 % reduksjon). Elvestrekninger med sterkt redusert vannføring (>50 % reduksjon) inkluderer Surna (22 km), Bulu (9 km) og Folla (8 km). Total strekning med sterkt redusert vannføring er 39 km. Overføringene fra Vindøla i vest til Gråsjø magasin og fra Rinna, Store Bulu og Lille Bulu i øst til Follsjø magasin gir mindre enn 50 % reduksjon i vannføring i de nevnte nabovassdragene, men i perioder med lavt tilsig overføres langt mer enn 50 prosent.

Total elvestrekning med påvirkning av anadrom fisk er 32 km, fordelt på 30 km i Surna og 2 km i Folla. Avstand fra utløp fra Trollheim kraftverk i Surna til fjorden er 18 km.

Nye anleggsveier i forbindelse med reguleringen er på 10 km fordelt på to veier på henholdsvis 6 km og 4 km i tilknytning til Follsjø og Gråsjø magasin. Ny kraftlinjeframføring er totalt mindre enn 1 km fra kraftstasjon til 132 kV linje Aure-Rindal.

4 MILJØVIRKNINGER AV VANNKRAFTPROSJEKTENE

4.1 Miljøvirkninger av småkraftverk-prosjektene i Sogn og Fjordane

Mange av prosjektene i Sogn og Fjordane (Tabell 5) medfører inngrep i områder som er definert som INON-områder eller såkalte inngrepsfrie naturområder. DN skriver at "Inngrepsfri natur i Norge (INON) er en kartfesting av inngrepsfri natur, der inngrepsfrie områder er definert som områder beliggende en kilometer eller mer fra tyngre tekniske inngrep⁷". INON-begrepet skal være en indikator på arealpåvirkning og arealutvikling og gi et bilde av i hvor stor grad et landskapsområde er eller kan bli påvirket av menneskelig aktivitet. Videre omhandler KU-rapportene fra utvalget av småkraftprosjektene i Sogn og Fjordane andre miljøtema som landskapsvernområde, anadrom fisk, fraføring av vann, endring i vannkvalitet, påvirkning av kulturlandskap og endring i vanntemperatur. Tabell 5 viser hvordan de ulike prosjektene berører hvert av disse tema og celler med strek angir at temaet ikke nevnes i KU-rapporten.

Miljøkonsekvenser som ikke omhandles i KU-rapportene for småkraftprosjektene kan være utelatt av flere årsaker:

- Miljøkonsekvensen er ikke aktuell/eksisterende eller er neglisjerbar i det berørte området
- Miljøkonsekvensen krever for store ressurser til undersøkelser og utredning av temaet er følgelig ikke utført

Tabell 5. De viktigste og hyppigste forekommende identifiserte miljøkonsekvenser i det gitte utvalget av småkraftverk. Tomme celler (strek/spørsmålsteget) betyr at temaet ikke er omtalt i KU-rapporten for det aktuelle småkraftprosjektet. Komplett oversikt finnes i Anneks 1.

Identifiserte miljøkonsekvenser i KU / Småkraft-prosjekt	Påvirkes inngreps-fritt natur-område? (INON)	Landskaps-vernområde	Anadrom fisk til stede	Fiske-fauna	Fraført vann på anadrom strekning	Endret vannkvalitet	Påvirket kulturlandskap /minner	Endret vanntemperatur
Bjåstad	Ja	Nei	Nei	Ja	Nei	-	Ja	-
Duvedalen	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	?
Eitreelvi	Ja	Nei	Ja	Ja	Nei	-	Nei	-
Eitreneselvi	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	-	Nei	-
Engeseteelva	Ja	Nei	Ja	Ja	Nei	Nei	Ja	?
Hatlestad	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	-	Ja	-
Holsen	Ja	Nei	Nei	Ja	Nei	-	Ja	Ja
Hopland	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja	?
Jordal	Nei	Nei	Ja	Ja	Nei	-	Ja	-
Kjørstad	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja	Nei	Ja
Kvamselva	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja	Nei	-	?
Kvernhuselva	Ja	Nei	Ja	Ja	Nei	-	Ja	?
Lidal	Ja	Nei	Ja	Ja	Nei	-	Ja	-
Mjølsvik	Ja	Nei	Ja	Ja	Nei	-	-	?
Romøyri	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	-	Ja	-
Røneid	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja	Nei	Nei	?
Sandalselva	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	-	Nei	?
Selselva	Ja	Ja	Ja	Ja	Nei	Ja*	Nei	?
Senneset	Nei	Nei	Ja	Ja	Nei	Nei	Nei	?
Storelva kraft	Ja	Nei	Nei	Ja	Nei	-	Nei	-
Storelva	Nei	Nei	Ja	Ja	Nei	-	Nei	?

⁷ http://www.dirnat.no/inon/definisjoner_og_inndelinger/

Strupen	Ja	Ja	-	Ja	Nei	-	Ja*	?
Sætedalen	Ja	Nei	Nei	Ja	Nei	-	Ja	?
Timbra	Ja	Nei	Nei	Ja	Nei	-	Nei	?
Torvikelva	Nei	Nei	Ja	Ja	Nei	-	Ja	-
Ygleelvi	Ja	Nei	Ja	Ja	Nei	-	Nei	?
Øyni	Ja	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja	Nei	-

I tillegg til miljøkonsekvensene listet i tabell 5 er det for noen få av anleggene også angitt andre miljøkonsekvenser, som for eksempel ”Myrområde blir negativt påvirket” og ”Redusert vannfuktighet påvirker mose negativt”. Disse er fanget opp i tabell 6, men der ikke koblet mot det aktuelle anlegget miljøvirkningen er identifisert for. Tabell 6 viser en oversikt over *alle* miljøkonsekvenser som er nevnt i KU-rapportene i utvalget av småkraftverk i Sogn og Fjordane. Visse miljøkonsekvenser som for eksempel ”Reduksjon i vannføring” og ”Fiskefauna berøres” påvirkes i de fleste av småkraftprosjektene. Andre miljøkonsekvenser nevnes kun i ett eller to prosjekt.

Det er verdt å merke seg at miljøkonsekvenser fra etablering av infrastruktur (anleggsveier, permanente veier, masseuttak, tipper, linjer) ikke er pålagt krav til utredning i KU-ene fra småkraftverk, men kan representere betydelige arealinngrep (Erikstad *et al.*, 2009), (Frilund, 2010) (sistnevnte for konsesjonsfrie mini- og mikrokraftverk).

Tabell 6. Andel av analyserte småkraftverk hvor de ulike miljøkonsekvensene er identifisert.

Miljøkonsekvens	Andel
Reduksjon i vannføring	100 %
Fiskefauna berøres av inngrep	78 %
Påvirket inngrepsfritt naturområde (INON)	67 %
Anadrom strekning (strekning med fisk som veksler mellom sjø- og ferskvannsfase)	56 %
Påvirket kulturlandskap/-minner	44 %
Elvestrekning med fraført vann på anadrom strekning	15 %
Rørgate fører til inngrep i marka	11 %
Endret vannkvalitet	11 %
Vannlevende organismer og fuktkrevende kryptogamer ved fosser blir negativt påvirket p.g.a. redusert vannføring	7 %
Nedsatt produksjon av invertebrater som medfører dårligere forhold for fossefall og fisk	7 %
Landskapsvernområde blir påvirket	7 %
Endret vanntemperatur	7 %
Miljø av lokal verdi blir negativt påvirket	4 %
Lokaliteter med edelløvskog blir berørt (verdireduksjon)	4 %
Myrområde blir negativt påvirket	4 %
Redusert vannfuktighet påvirker mose negativt	4 %

Tabell 7 gir en oppsummering av de viktigste miljøkonsekvensene fra småkraftprosjektene i Sogn og Fjordane og ligger til for sammenligning med de større vannkraftprosjekt.

Tabell 7 sammenholdes med Tabell 6 for å avgjøre viktigheten av hvert enkelt tema. Som nevnt tidligere er tema *Vannføring* gjennomgående i alle småkraftprosjektene og derfor en avgjørende faktor i bestemmelse av konsekvens av små vannkraft, mens tema *Vannkvalitet* kun er gjeldende i et lite utvalg av prosjektene.

Tabell 7. Tilleggsvurderinger av identifiserte miljøkonsekvenser listet i tabell 6.

Miljøkonsekvens - tema	Omfang
Vannføring	Alle anlegg påvirker vannføringen, primært gjennom fraført vann over en gitt strekning, antageligvis i mindre grad nedstrøms utløp da magasinkapasiteten antas veldig begrenset.
Fiskefauna	78 % av alle anlegg påvirker fiskefaunaen negativt
Anadrom fiskestrekning	Litt over halvparten av anleggene er lokalisert på anadrom elvestrekning og antas derfor å påvirke anadrom fisk (som vandrer mellom ferskvann og saltvann) negativt.
Inngrep i inngrepsfri natur	66 % av anleggene bygges i INON-områder
Kulturlandskap/-minner	Kulturlandskap og kulturminner blir påvirket i 44 % av prosjektene.
Vanntemperatur	For 11 % av anleggene er det rapportert om konsekvenser på vanntemperatur. Det anses imidlertid for å være en betydelig underrapportering på antall utbygginger som påvirker vanntemperatur. Det er imidlertid usikkert om det har noen økologisk konsekvens.
Vannkvalitet	Det rapporteres om endring av vannkvalitet i 11 % av prosjektene, men det er ikke nødvendigvis noe problem knyttet til endret vannkvalitet.
Andre konsekvenser på akvatiske/fuktkrevende arter	Vannlevende organismer og fuktkrevende kryptogamer negativt påvirket (2 anlegg), redusert produksjon av invertebrater (1 anlegg) og redusert fuktighet påvirker mose negativt (1 anlegg) ⁸
Påvirkning verdifulle naturtyper	I enkelte, få tilfeller rapporteres det at inngrepet påvirker negativt verdifulle/sjeldne naturtyper
Andre fysiske inngrep	Rørgate gir inngrep i 11 % av tilfellene ⁹

Vurdering av datagrunnlaget småkraft

Konsekvensutredningene utført for hvert av de 27 utvalgte prosjektene i Sogn og Fjordane er undersøkelser av forventede virkninger i forbindelse med alle deler av den fremtidige vannkraftutbyggingen i det spesifikke området.

KU-ene som er undersøkt har i stor grad kvalitative konklusjoner på mulige virkninger. Mangel på kvantitative resultater kan skyldes begrenset ressursbruk i undersøkelsene. Dette gjør det mulig å tolke de kvalitative resultatene/konklusjonene i KU-ene for hver av de 27 vannkraftprosjektene i flere retninger. Videre er detaljerte undersøkelser av fiskefauna kun gjort i enkelte KU-er. Mangelen på gjennomføring av undersøkelser av fisk kan skyldes flere faktorer:

- Berørt elvestrekning har ikke tidligere fått påvist vesentlig bærekraftig fiskefauna
- Begrensede midler til detaljerte undersøkelser av fisk gjør at andre mindre detaljerte undersøkelser prioriteres

Det må i tilfeller ved utelatelse av enkelte tema påpekes at det kan ha relevans for den søkte vannkraftutbyggingen.

De fleste av KU-ene i vannkraftprosjektene i Sogn og Fjordane følger NVEs mal for utarbeidelse av KU (NVE, 2010) som angitt for utbygging med mindre enn 10 MW installert effekt. I enkelte tilfeller har NVE befart områder som er en del av en søknad. KU-dokumenter inneholder også høringsuttalelser i forbindelse med offentlig høring av søknaden. Høringsuttalelser vurderes av NVE i endelig konklusjon om sakens utfall.

I tillegg er flere av sakene blitt endret av NVE før endelig godkjenning av prosjektet. Eksempler på endringer kan være relokalisering av inntaket, økning av minstevannføringsslipp eller mer omfattende avbøtende tiltak¹⁰. Dette innebærer at de miljøkonsekvenser som er nevnt i den opprinnelige KU (som benyttes i denne analysen) kan være redusert i forhold til konsekvens beskrevet i KU.

⁸ Dette tallet synes veldig lavt og det er mulig underrapportering på dette.

⁹ Dette tallet synes veldig lavt og det er mulig underrapportering på dette.

¹⁰ Pers. komm. Lars Midttun, NVE under Nasjonal Vannmiljøkonferanse, 2011

4.2 Miljøvirkninger av de store vannkraftprosjektene

4.2.1 Miljøvirkninger av Vestsideelvane-prosjektet

Miljøkonsekvenser som omtales heretter er relatert til overføring av vann fra Vestsideelvane til Leirdøla kraftverk og heving av dammen i Tunsbergdalsmagasinet. Prosjektet har tre alternativ for utbygging, samt ingen utbygging som et null-alternativ. De kommende kapitler omhandler miljøkonsekvenser som er nevnt i KU for alternativ A i prosjektet. Utredning av miljøfaglige tema i KU-rapporten for Vestsideelvane-prosjektet er vist i Anneks 2 og (Statkraft, 2011c).

Tabell 8 viser konsekvensvurderingene for hvert enkelt miljøtema nevnt i KU-rapportens oppsummering. Det er antatt små forskjeller i miljøvirkninger mellom de ulike utbyggingsalternativene. Konsekvensene varierer fra middels positiv virkning til stor negativ virkning.

Tabell 8. Sammenstilling av konsekvensvurderingene for de ulike utredningstemaene og utbyggingsalternativene for Vestsideelvane-prosjektet.

Tema	Konsekvens av utbyggingsalternativ A (omsøkt)
Landskap	Middels negativ
Naturmiljø	Stor negativ
Jakbart vilt	Liten negativ
Fisk	Liten negativ
Kulturminner og kulturmiljø	Liten negativ
Vannkvalitet og forurensning	Liten negativ
Naturressurser Grunnvann og vannforsyning	Ubetydelig
Naturressurser Skog- og jordbruk	Middels positiv
Naturressurser Mineral- og løsmasseforekomster	Ingen/ubetydelig
Friluftsliv	Liten-middels negativ
Reiseliv	Middels-stor negativ
Samfunn	Liten positiv

Vurdering av datagrunnlag

KU for Vestsideelvane-prosjektet er utført i henhold til NVEs veiledere og Statens vegvesens håndbok. Miljøtema vanntemperatur, isforhold og lokalklima, samt sedimenttransport og erosjon er i KU for Vestsideelvane-prosjektet nevnt i utredningen, men ikke tatt med i oppsummeringstabellen i samme rapport. Størrelse på konsekvens er basert på omtalen av temaet i KU. Disse miljøtema tas med i oppsummeringen og sammenligningen med større vannkraft i senere kapitler. KU-rapporten for Vestsideelvane-prosjektet har god detaljgrad og egner seg godt til sammenligningsstudien.

4.2.2 Miljøvirkninger av Vigdøla kraftverk

Miljøkonsekvenser omtalt i dette kapitlet er relatert til overføringen av de nedre deler av Vigdøla nedbørsfelt som per i dag ikke er berørt av utbygging. Vigdøla kraftverk vil utnytte nedre deler av Vigdøla kraftverk og få sitt utslipp i utslippsvannet til Jostedal kraftverk. Miljøfaglige tema i KU-rapporten for Vigdøla kraftverk er vist i Anneks 3 og (Statkraft, 2011b). Tabell 9 viser oppsummeringen av konsekvenser for hvert miljøtema for hvert berørt område i det aktuelle prosjektet. Konsekvensene varierer fra middels positiv virkning til liten-middels negativ virkning.

Tabell 9. Sammenstilling av konsekvens for de ulike utredningstemaene (verdi og omfang er kun angitt for de temaer hvor dette er relevant) (Statkraft, 2011b).

Tema	Konsekvens
Vanntemperatur	Lite negativ
Isforhold og lokalklima	Ubetydelig
Sedimenttransport og erosjon	Ubetydelig
Landskap	
-Vigdalen	Liten negativ
-Jostedalen	Ubetydelig-liten negativ
Friluftsliv	Liten negativ
Naturmiljø	
-Naturtyper, vegetasjon og flora	Ubetydelig
-Fauna	Liten-middels negativ
Jaktbart vilt	Lite negativt
Fisk	
-Vigdøla	Liten negativ
-Jostedøla	Ubetydelig-liten negativ
Kulturminner og kulturlandskap	
-Automatisk fredete kulturminner	Ubetydelig
-Nyere tids kulturminner	Liten negativ
-Kulturlandskap	Liten negativ
Naturressurser	
<i>Vigdalen og Ormbergstølen</i>	
-Skog -og jordbruk	Middels positiv
-Grunnvann	Lite negativ
-Mineraler og løsmasser	Ubetydelig
<i>Jostedalen</i>	
-Skog -og jordbruk	Ubetydelig
-Grunnvann	Ubetydelig
Vannkvalitet, vannforsyning og forurensning	
<i>Vigdalen og Ormbergstølen</i>	
-Vannkvalitet	Liten negativ
-Vannforsyning	Ubetydelig-liten negativ
<i>Jostedalen</i>	
-Vannkvalitet	Ubetydelig
-Vannforsyning	Ubetydelig-liten negativ
Samfunn	
-Næringsliv og sysselsetning	Lite positiv
-Samfunnsmessige forhold	Lite positiv
Reiseliv	Liten negativ

Vurdering av datagrunnlaget

På lik linje som med Vestsideelvane-prosjektet foreligger det en KU som er benyttet som grunnlag for oppsummeringen av miljøkonsekvenser. KU er utført i henhold til NVE og Statens vegvesens håndbøker. Lik oppbygging i KU for Vestsideelvane-prosjektet og Vigdøla-prosjektet skaper et godt sammenligningsgrunnlag mellom prosjektene. I KU for Vigdøla kraftverk er det for enkelte miljøtema skilt mellom de ulike berørte områdene i prosjektet. I den endelige oppsummeringen for sammenligning mellom liten og stor vannkraft (kapittel 4.3 og 5) er alle miljøkonsekvenser i hvert enkelt berørt område slått sammen til en gjennomsnittsverdi, slik at det er ett konsekvensresultat for hvert miljøtema.

4.2.3 Miljøvirkninger av Trollheimsreguleringen

Miljøkonsekvenser omtalt i dette kapittelet er relatert til utbyggingen av Trollheim og Gråsjø kraftverk, som begge inngår i Trollheimsutbyggingen. Det inkluderer etableringen av to vannkraftmagasin og overføring av vann fra flere nedbørsfelt. Tabell 10 oppsummerer miljøvirkninger av Trollheim og Gråsjø kraftverk identifisert i foregående delkapitler.

Tabell 10. Oppsummering av miljøkonsekvenser som følge av Trollheimsreguleringen. Ytterligere detaljer finnes i Anneks 4.

Miljøvirkning - tema	Omfang
Vannføring	Elvestrekninger med sterkt redusert vannføring (> 50 % reduksjon) - totalt 39 km; fordelt på Surna (22 km), Store Bulu (9 km), Lille Bulu og Folla (8 km). I tillegg er deler av sideelven Vindøla overført. Strekning med endret periodisering av vannføring: 18 km (fra utløp Trollheim kraftverk til fjorden). 4 km strekning med mer vann (Trollheim kraftverk til samløp Vindøla).
Vanndekket areal	Vannføringen er mer stabil enn før regulering i Surna nedstrøms utløpet av Trollheim. Ved full produksjon er elva breddfull ("maks vanndekket areal") og reduksjonen i vanndekket areal er relativ beskjeden ned til 15 m ³ /s som er kravet til minstevannføring. Totalt sett anses situasjonen å være litt negativt påvirket av reguleringen nedstrøms kraftverket. På strekningen med fraført vann fra samløp Rinna til Harang, er vanndekket areal sterkt redusert på grunn av overført vann.
Vanntemperatur	Vanntemperaturen nedstrøms kraftverket er lavere om sommeren og høyere om vinteren sammenlignet med før regulering. Dette påvirker både vekst hos fisk og total smoltproduksjon negativt. Oppstrøms utløpet av Trollheim kan det bli noe høyere vanntemperatur om sommeren som følge av lavere vannføring og mindre vann å varme opp fra atmosfæren.
Is	Surna islegges ikke lenger om vinteren nedstrøms kraftverksutløpet. Dette har primært negative virkninger for fisk grunnet større fare for predasjon og trolig høyere energiforbruk. Det er ikke kvantifisert hva dette innebærer for total populasjon.
Anadrom fisk	Påvirket strekning totalt 32 km, fordelt på Surna (30 km) og Folla (2 km). Derav 18 km nedstrøms utløp Trollheim (endret periodisering i vannføring) og 14 km med redusert vannføring (fraført). Før regulering ble mesteparten av fisk fanget oppstrøms kraftverksutløpet, mens det etter regulering er tatt fisk stort fanget nedstrøms kraftverksutløpet ¹¹ .
Smolt og gyting	Smoltproduksjonen i elva er kun undersøkt etter regulering. Den relative smoltproduksjonen er størst på strekningen med fraført vann, men denne har ofte sterkt redusert vanndekket areal og dermed mindre arealer tilgjengelig for fisk. Det settes ut smolt som kompensasjonstiltak. Kjøringen av Trollheim kraftverk tilpasses også fiskens behov under gyteperioden.
Stranding av fisk	Stranding er under normal drift ikke noe stort problem. To uhell med utfall i 2005 og 2008 har gitt stranding og fiskebestanden er også trolig påvirket negativt av varierende vannføring som følge av endringer i kraftproduksjonen.
Bunndyr	Reduksjon (ikke kvantifisert) i bunndyr biomasse forårsaket av regulering og effektkjøring.
Fosser	Ingen fosser har fått kraftig redusert vannføring
Etablering av magasiner (ved bygging)	Follsømagasinet: 6,75 km ² neddemmet areal; 45 m reguleringshøyde Gråsjømagasinet: 10,52 km ² neddemmet areal; 53 m reguleringshøyde
Andre fysiske inngrep	Nye anleggsveier: 10 km Ny kraftlinjeframføring: < 1 km

Vurdering av datagrunnlaget

Vurderingen av miljøkonsekvensene for Trollheimsreguleringen er ikke basert på KU som for Vestsideelvane-prosjektet og Vigdøla-utvidelsen. Grunnen til dette er at Trollheimsreguleringen ble realisert på 1960-tallet og evt. KU-er fra denne tiden er vurdert som lite relevante for denne studien. Datagrunnlaget i

¹¹ <http://www.nina.no/archive/nina/PPPBasePdf/rapport/2008/373.pdf>

denne rapporten er derfor primært satt sammen av undersøkelser utført av blant annet SINTEF og NINA i årene 2001 til 2010, blant annet (Alfredsen *et al.*, 2006; Sundt *et al.*, 2006; Forseth, 2009).

Sammenstillingen for Trollheimsreguleringen gir ikke en komplett oversikt over samtlige miljøkonsekvenser, da for eksempel konsekvenser på landskap (tipper, etc.) ikke er beskrevet av vårt litteraturtilfang, som til en viss grad er spesialstudier av de konsekvenser som oppleves mest problematiske i dag og som det kan være mulig å avbøte. Tabell 10 er imidlertid også supplert med kjente miljøvirkninger av utbyggingen (neddemming) som er lite belyst i den nyere litteraturen.

Undersøkelsene som ligger til grunn for miljøkonsekvensene i Surna gjelder kun for hovedelva. Det er ikke gjennomført undersøkelser av konsekvenser i sidevassdrag, med unntak av Rinna. Vindøla, Folla og Bulu er sideelver som påvirkes av Trollheimsreguleringen, men som ikke omhandles i de nyere utredningene i Surna. Oppsummerte konsekvenser for Trollheimsreguleringen er basert på subjektiv tolkning av konsekvenser nevnt i vedlegg.

4.3 Oppsummering av miljøvirkninger for store vannkraftprosjekt

Vurdering av datagrunnlaget for stor vannkraft i Tabell 11 gir en oppsummering av miljøkonsekvenser (etter NVEs veiledere og Statens vegvesens håndbok 140) for de tre valgte prosjektene i analysen. Tema listet i Tabell 10 (for Trollheimsreguleringen) følger ikke tema definert som mulige utredningspunkt i en KU (NVE-Vassdragsavdelingen, 1998) og (NVE, 2010), beskrevet i kapittel 2.2, men er strukturert slik de har vært tilgjengelig gjennom referansene som beskriver miljøforholdene i Surna og Trollheim kraftverk.

Tabell 11 viser at miljøkonsekvenser er varierende avhengig av utforming på prosjektene. De fleste tema viser en viss grad av påvirkning fra eksisterende eller planlagt regulering.

Tabell 11. Oppsummering av konsekvenser av valgte anlegg i analysen.

Miljøtema	Vestsideelvane-prosjektet (utbyggingsalt. A)	Vigdøla kraftverk	Trollheims-reguleringen ¹
Vanntemperatur	Middels negativ ²	Lite negativ	Stor negativ
Isforhold og lokalklima	Ubetydelig ³	Ubetydelig	Lite negativ
Sedimenttransport og erosjon	Middels negativ ⁴	Ubetydelig	Lite negativ
Landskap	Middels negativ	Vigdalen: Liten negativ Jostedalen: Ubetydelig-liten negativ	Middels negativ (reguleringsmagasin)
Friluftsliv	Lite-middels negativ	Liten negativ	Lite-middels negativ (fiske)
Naturmiljø -Naturtyper, vegetasjon og flora -Fauna	Stor negativ	Ubetydelig Lite-middels negativ	Lite negativ
Jaktbart vilt	Lite negativ	Lite negativt	Ingen/Ubetydelig
Fisk	Lite negativ	Vigdøla: Liten negativ Jostedøla: Ubetydelig-liten negativ	Middels negativ
Kulturminner og kulturlandskap -Automatisk fredede kulturminner -Nyere tids kulturminner -Kulturlandskap	Lite negativ	Ubetydelig Liten negativ Liten negativ	Ubetydelig
Naturressurser <i>Vigdalen og Ormbergstølen</i> -Skog-og jordbruk -Grunnvann -Mineraler og løsmasser <i>Jostedalen</i> -Skog-og jordbruk -Grunnvann	Middels positiv Ubetydelig Ingen/ubetydelig Middels positiv Ubetydelig	Middels positiv Lite negativ Ubetydelig Ubetydelig Ubetydelig	Ingen/ubetydelig
Vannkvalitet, vannforsyning og forurensning <i>Vigdalen og Ormbergstølen</i> -Vannkvalitet -Vannforsyning <i>Jostedalen</i> -Vannkvalitet -Vannforsyning	Lite negativ	Liten negativ Ubetydelig-liten negativ Ubetydelig Ubetydelig-liten negativ	Lite negativ (mindre vann oppstrøms gir mulig større påvirkning fra avrenning fra landbruk)
Samfunn -Næringsliv og sysselsetning -Samfunnsmessige forhold	Liten positiv	Lite positiv Lite positiv	Liten positiv
Reiseliv	Middels-stor negativ	Liten negativ	Lite negativ (fiske)

¹Konsekvenser for Trollheimsreguleringen er basert på faglig skjønn utfra konsekvenser gitt i kapittel 4.2.3.

²Vanntemperatur er i KU for Vestsideelvane-prosjektet nevnt i utredningen, men ikke tatt med i oppsummeringstabellen i samme rapport. Størrelse på konsekvens er her antatt basert på omtalen av temaet i KU.

³Isforhold og lokalklima er i KU for Vestsideelvane-prosjektet nevnt i utredningen, men ikke tatt med i oppsummeringstabellen i samme rapport. Størrelse på konsekvens er her antatt basert på omtalen av temaet i KU.

⁴Sedimenttransport og erosjon er i KU for Vestsideelvane-prosjektet nevnt i utredningen, men ikke tatt med i oppsummeringstabellen i samme rapport. Størrelse på konsekvens er her antatt basert på omtalen av temaet i KU.

Miljøkonsekvensene identifisert i Tabell 11 gir et overordnet bilde av konsekvenser av de store anleggene slik de oppsummeres i dag.

KU for Vestsideelvane-prosjektet og Vigdøla kraftverk er utført i henhold til NVE og Statens vegvesens håndbøker og disse to anleggene gir derfor et godt grunnlag for sammenligning med de utvalgte anleggene for småkraft i Sogn og Fjordane.

Konsekvenser for Trollheimsreguleringen er aggregert fra en naturvitenskapelig beskrivelse opp til konsekvens og konsekvensgrad basert på faglig skjønn utfra konsekvenser beskrevet i kapittel 4.2.3.

Det er problematisk at identifiserte fysiske konsekvenser, for eksempel virkninger på vanntemperatur og islegging, ikke er omsatt til indirekte konsekvenser på økosystemet. Dette er imidlertid et dilemma ved enhver konsekvensvurdering da det i mange tilfeller ikke eksisterer årsakssammenhenger mellom fysiske påvirkninger og økosystem-respons.

5 RESULTATER

Tabell 12. Oppsummering av tekniske nøkkeldata og miljøkonsekvenser for små og større vannkraftprosjekt.

Tema / Konsekvens	Vestsideelvane-prosjektet (utvidelse av Leirdøla kraftverk)	Vigdøla kraftverk	Trollheim og Gråsjø kraftverk	Gjennomsnitt alle store anlegg	Gjennomsnitt alle 27 småkraftverk ¹²
Ny effekt [MW]	0	16	145	54	112 (SUM)
Forventet ny energiproduksjon [GWh]	125	48	877	350	390 (SUM)
Vanntemperatur	Middels negativ	Liten negativ	Stor negativ	Middels negativ	Liten negativ
Isforhold og lokalklima	Ubetydelig	Ubetydelig	Liten negativ	Ubetydelig	Liten negativ
Sedimenttransport og erosjon	Middels negativ	Ubetydelig	Liten negativ	Liten negativ	Middels negativ ¹³
Landskap	Middels negativ	Liten negativ	Middels negativ	Middels negativ	Middels negativ
Friluftsliv	Liten-middels negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Middels negativ
Naturmiljø	Stor negativ	Liten negativ	Liten negativ	Middels negativ	Middels negativ
Jaktbart vilt	Liten negativ	Liten negativ	Ubetydelig	Liten negativ	Ubetydelig ¹⁴
Fisk	Liten negativ	Liten negativ	Middels negativ	Liten negativ	Middels negativ ¹⁵
Kulturminner og kulturlandskap	Liten negativ	Liten negativ	Ubetydelig	Liten negativ	Liten negativ
Naturressurser	Middels positiv	Liten positiv	Ubetydelig	Liten positiv	Ubetydelig
Vannkvalitet, vannforsyning og forurensning	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Samfunn	Liten positiv	Liten positiv	Liten positiv	Liten positiv	Liten positiv
Reiseliv	Stor negativ	Liten negativ	Liten negativ	Middels negativ	Ubetydelig

Sumvirkingen av miljøkonsekvenser for småkraftanleggene må sammenlignes med et og et av de enkelte store vannkraftanleggene eller et gjennomsnitt av disse, hvor man må huske på hvilken installert effekt eller forventet energiproduksjon det enkelte anlegg har. Det er stor forskjell på størrelse av de store anleggene.

Konsekvenser av småkraft for hvert av miljøtemaene (Tabell 122) er basert på forfatterens omskrivning av de samme miljøkonsekvensene gitt Tabell 6, med den hensikt å harmonisere beskrivelsene av konsekvensene. Konsekvensgraden som er angitt for de enkelte tema i tabell 12 er framkommet ved å ta

¹² Sum alle småkraftanlegg for installert effekt og forventet energiproduksjon.

¹³ Det er antatt at redusert vannføring fører til endret sedimenttransport og indirekte konsekvenser for erosjon

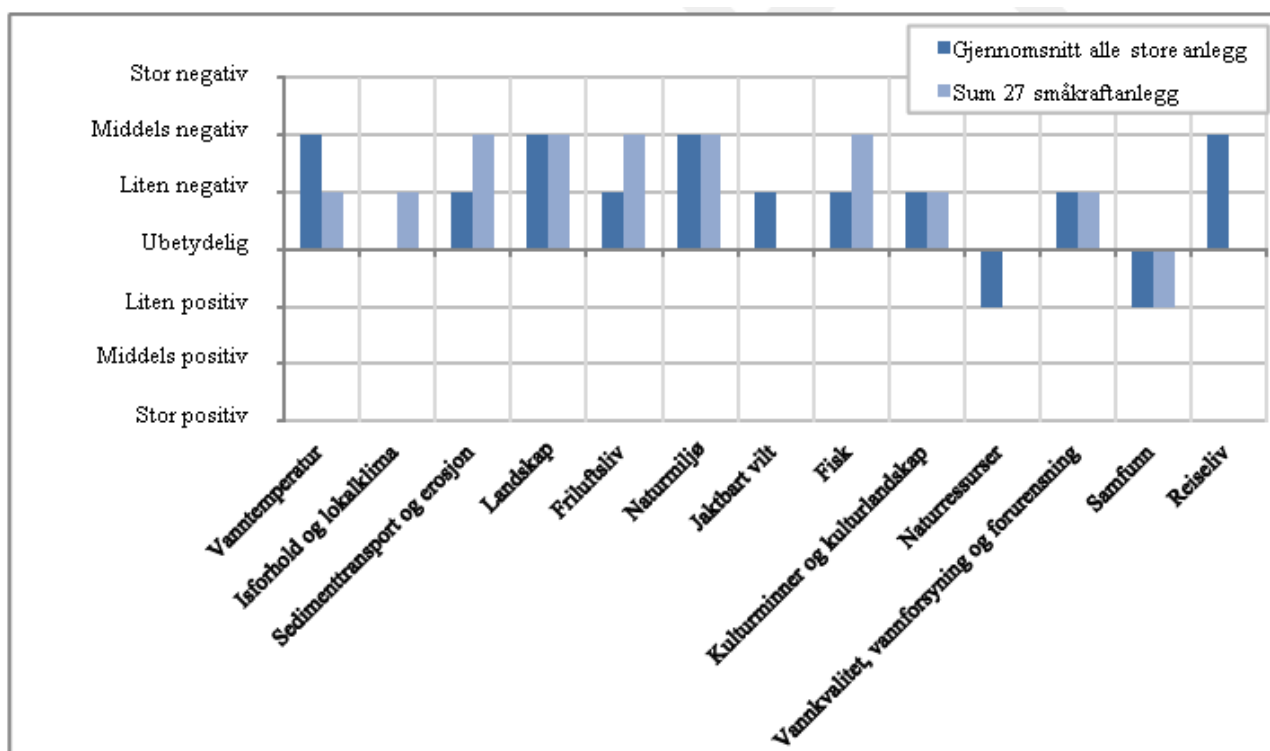
¹⁴ I veldig liten grad omtalt i konsesjonssøknadene.

¹⁵ Både med tanke på påvirket fiskefauna (21 av 27 prosjekt) og muligheter for fiskevandring (15 av 27 prosjekt).

utgangspunkt i hvor hyppig forekommende den enkelte miljøkonsekvens opptrer i de 27 anleggene. Tema som ikke er omtalt som påvirket i KU-ene for småkraft er følgelig satt som "ubetydelig konsekvens".

Av 27 småkraftprosjekt i Sogn og Fjordane så er det oppgitt elvestrekning med fraført vann i 8 tilfeller. Total lengde for de 8 tilfellene er 12 km, og gjennomsnittet er 1,5 km. For de andre småkraftanleggene er det uklart hvor lange elvestrekninger som blir fraført vann. Det opplyses ikke om lengde på strekning med fraført vann i Vestsideelvane-prosjektet hvor anadrom strekning er 21 km totalt. Tilsvarende opplyses det ikke om lengde på strekning med fraført vann i Vigdøla-prosjektet, men den antas å være mindre enn 100 m (Vigdøla er sideelv til Jostedøla som allerede er påvirket).

Figur 6 viser det samme som tabell 12 hvor gjennomsnittlig konsekvens for utvalget av stor vannkraft og summen av småkraftprosjektene er rangert fra stor negativ til stor positiv. Resultater viser at utbygging av vannkraft har tilnærmet like konsekvenser innenfor hver av de angitte kategorier, med enkelte unntak hvor liten vannkraft kommer dårligere ut. Dette gjelder konsekvenser innenfor isforhold og lokalklima, friluftsliv, fisk, samt naturressurser. Stor vannkraft kommer dårligere ut på kategoriene vanntemperatur og reiseliv. Kategoriene samfunn og reiseliv er etter forfatterens mening noe på siden av det som bør vurderes som miljøkonsekvenser og inkluderes ikke i totalvurderingen. Ved en sammenligning av summen av liten versus gjennomsnittet av storvannkraft i tabell 12 og figur 6, vil småkraft komme noe dårligere ut enn stor vannkraft.



Figur 6. Sammenligning av konsekvenser for gjennomsnitt av tre store og gjennomsnitt av 27 små vannkraftprosjekt. Ingen verdi vist tilsvarer ubetydelig konsekvens.

6 DISKUSJON

6.1 Vurdering av miljøfaglige forhold

Sammenligning av mange små vannkraftutbygginger med en eller flere store utbygginger innebærer mange metodiske problemer og dilemmaer som synes å falle inn langs tre ulike akser;

1. Hvilken kvalitet den tilgjengelige informasjonen om miljøkonsekvensene har; dvs. hvorvidt informasjon om alle faktiske miljøkonsekvenser er til stede og hvor presis denne informasjonen er.
2. Hvordan aggregere og sammenligne vassdragskvaliteter som er ulike i størrelse som ikke direkte kan adderes eller multipliseres med hverandre
3. Metodikk for vurdering av sumvirkninger
4. Andre forhold som påvirker forståelse og bruk av resultatene

Vurdering av datamaterialets kvalitet

Det er i denne studien primært benyttet konsekvensutredninger (KU-er) som grunnlag for å vurdere miljøkonsekvensene av de utvalgte vannkraftprosjektene (Vestsideelvene, Vigdøla og alle småkraftprosjektene). En KU skal angi de forventede miljøkonsekvenser ved et beskrevet inngrep, men har følgelig den begrensningen i at det kan være vanskelig og med stor usikkerhet å forutsi enkelte av de faktiske konsekvensene. Det optimale i denne studien ville være å ha benyttet etterundersøkelser som belyser de faktiske og komplette virkningene. Dette er imidlertid sjelden til stede, både fordi etterundersøkelsene særlig ved utvikling av småkraft er få (L'Abée-Lund, 2005), (Wendelbo, 2010), og fordi etterundersøkelsene ofte belyser virkningene på noen få utvalgte miljøtema. Det vil si at de tematisk ikke er så brede som KU-ene er. Det er derfor betimelig å spørre hvor treffsikker en KU er i sin vurdering av de faktiske miljøkonsekvenser. Det hender også at prosjektet blir endret eller modifisert etter at KU er gjennomført og dermed kan de faktiske konsekvensene også bli endret uten at det vurderes på nytt. Vi har ikke gått dypere inn på disse problemstillingene, men anerkjent at dette er noe som kan påvirke svarene, både når det gjelder miljøkonsekvenser av småkraft og stor vannkraft. Vi vil imidlertid nevne studiene av (Frilund, 2010), (Wendelbo, 2010), (L'Abée-Lund, 2005), (Kubecka *et al.*, 1997) som representerer noen av de relativt få undersøkelsene som er relevante med hensyn på å kartlegge faktiske miljøkonsekvenser av småkraftutvikling. De er imidlertid i liten grad koblet mot KU-ene på småkraft og er ikke skrevet med den hensikt å vurdere KU-enes prediksjonskraft.

Det er også verdt å diskutere om de typer miljøkonsekvenser som utbygger blir pålagt å utrede gjennom veiledere og KU-program dekker og balanserer de faktiske miljøkonsekvensene ved et inngrep. Eksempelvis blir det fokusert på utredning om tap av biologisk mangfold ved småkraftutbygging (Korbøl *et al.*, 2009). Grunnen til denne vektlegging er fra forvaltningens side å tilby detaljert veiledning til utbygger/utreder grunnet mistanke om manglende kompetanse til å utføre slike utredninger. (Erikstad and Hagen, Udatert) påpeker også at det er et generelt problem ved miljøutredninger i vassdrag at det finnes for liten kompetanse rundt identifisering av rødlistearter, noe som kan medføre at sjeldne arter ikke registreres og dermed kan gå tapt. Dette har medført fokus på sjeldne arter som problemområde ved utbygging av småkraft. Utredningskrav og vektlegging av spesielle tema vil kunne påvirke konklusjonen av studien. Det kan derfor argumenteres for at denne type miljøkonsekvens kan bli overvurdert. For å diskutere "balanseringen av de ulike miljøkonsekvensene" er det verdt å merke at det er begrensede pålegg fra forvaltningens side rundt inngrep forårsaket av infrastrukturen til småkraftanleggene, slik som anleggsveier, tipper, uttak, overføringsledninger, osv. noe som kan undervurdere eller overse disse miljøkonsekvensene ved småkraftutbygging. (Erikstad *et al.*, 2009) poengterer at tilførselsveier til anlegg ofte er det største arealinngrepet. Det må dog poengteres at slike inngrep beskrives i en del av småkraft KU-ene, men er ikke

blant temaene i "standard-pakken" foreskrevet av NVEs veiledere. Det bør imidlertid nevnes at inngrep som etablering av anleggsveier og overføringslinjer ofte dukker opp gjennom høringsuttalelser i forbindelse med småkraftkonsesjoner.

Konsekvensutredninger utvikles med den hensikt å skulle benyttes som underlag i en søknadsprosess om tillatelse til å utføre et inngrep, i vår sammenheng utbygging av et vassdrag. I en slik søknadsprosess vil det, i et samspill mellom utbygger, forvaltning og andre berørte, bli endringer i de opprinnelige og omsøkte planene. Særlig når det gjelder småkraftutvikling vil det kunne være relativt store forskjeller mellom de opprinnelige planene (og derigjennom konsekvensene) til den endelige utformingen av kraftverkene¹⁶. Resultatet av slike modifiseringer fører ofte til at miljøpåleggene (vilkårene) blir strengere enn antatt i KU-ene, som igjen antas å redusere de faktiske miljøkonsekvensene. På den annen side har NVE ved kontroll av småkraftanlegg (riktignok de som ikke er konsesjonspliktige) funnet avvik mellom pålagte miljøpålegg og faktisk oppfølging av krav/vilkår fra eier¹⁷. Det kan være spekulativt eller tendensiøst å hevde at dette er tilfelle også for de småkraftanleggene som er konsesjonspliktige, men det er rimelige antagelser at store kraftprodusenter og regulanter generelt har større kompetanse og kapasitet i sin organisasjon til å følge opp miljøforhold ved sine anlegg enn mindre kraftprodusenter og regulanter. Miljøtilsyn fra forvaltningens side har hittil hatt begrenset kapasitet til systematisk oppfølging av vannkraftanlegg. Dette gjelder særlig for vilkår knyttet til naturforvaltningsvilkår. Av denne grunn har miljøforvaltningen prioritert å følge opp et utvalg av de største vannkraftanleggene, og da primært de lakseførende.

I tilfeller hvor enkelte tema ikke er utredet er det verdt å reflektere over grunnen til dette. Det kan være fordi temaet ansees å være uaktuelt i det gitte tilfellet (et ikke-eksisterende problem), at konsekvensene på dette temaet er neglisjerbare eller at miljøtemaet ikke er utredet grunnet at utreder har manglende kompetanse, har oversett temaet eller lignende. Samtidig kan enkelte tema vektlegges for mye grunnet mer detaljerte beskrivelse av utredningsmetodikk, offentlig oppmerksomhet og lignende, noe som kan være tilfelle for kartlegging av biologisk mangfold ved småkraftverk. Ved store vannkraftprosjekter kan interessene rundt ørret og laks være veldig dominerende (uten at dette framkommer i denne studien). Dette kan medføre en ubalanse i vektlegging av ulike miljøtema og overfokusering på enkelte problemer på bekostning av andre tema – noe som forøvrig er vist i andre GOVREP-studier (Egeland and Jacobsen, 2012), (Knutsen & Ruud 2011).

En interessant vurdering ved en studie som benytter case til å belyse et tema er hvorvidt valgene av case er representative for andre områder og hvor stor grad av generalisering konklusjonene fra de valgte objektene tillater. Som omtalt i kapittel 4 er valg av område for småkraftstudien og valg av de store vannkraftanleggene gjort utfra en pragmatisk tilnærming i forhold til tilgang på gode data og i mindre grad en overordnet betraktning om hvordan man senere kan overføre funnene til andre områder. Det er ikke gjort noen systematisk analyse omkring overførbarhet, men det er klart at Vestlandet er et område av landet som er svært egnet for vannkraftutbygging da det er store høydeforskjeller over korte distanser, mye nedbør og mange naturlige innsjøer egnet til magasin for store anlegg. Det er også klart at naturen på Vestlandet skiller seg fra naturen en del andre steder i Norge gjennom disse karakteristika og miljøkonsekvensene ved utbygging av både småkraft og større vannkraftanlegg vil være gitt av hvilken naturtype de plasseres i. Det er imidlertid vanskelig å hevde at sammenligning av miljøkonsekvensene mellom smått og stort vil være annerledes i andre deler av Norge enn i de områder denne studien omhandler. Det må likevel poengteres at resultatene av denne studien vil være følsomt i forhold til valg av case-studie for stor vannkraft og konklusjonen kan være preget av disse valgene selv om det ikke er noen grunn til å hevde at disse er ikke-typiske for store norske vannkraftanlegg.

¹⁶ Lars Midttun, NVE, pers. komm. under Nasjonal Vannmiljøkonferanse, 2011.

¹⁷ <http://www.nve.no/no/Nyhetsarkiv-/Pressemeldinger/Nedslaende-resultater-fra-kontroll-med-smakraftverk/>

Metodiske dilemmaer ved aggregering og sammenstilling av data på smått versus stort

Denne studien ender opp i en sammenlignende tabell hvor alle konsekvensene for alle miljøtema er beskrevet. Konsekvensene er beskrevet som grad av konsekvens for de enkelte tema (for eks. middels negativ). Ved å ende opp med dette som "måleenhet" har vi harmonisert miljøvirkningene i en og samme skala. Dette er nyttig for å kunne vurdere grad av konsekvens mot hverandre. På veien til denne ensartede måten å presentere miljøkonsekvensene på (konsekvensgrad), er det imidlertid en ganske brutal form for aggregering som skjer, og er det en stor fare for at mye verdifull informasjon går tapt og at resultatene blir fordreid. Vi vil trekke fram følgende steg i aggregeringen som spesielt kritiske:

- Overgangen mellom de summerte miljøvirkningene på småkraft og konsekvensgrad
- Overgangen mellom kvalitativ/kvantitativ beskrivelse av miljøkonsekvensen av Trollheimsreguleringen og konsekvensgrad¹⁸
- Midlingen av konsekvensgrad for tre store vannkraftanlegg

Det er også interessant å vurdere hvorvidt en og samme konsekvensgrad (for eks. middels negativ) har i seg samme omfang av "middels negativ konsekvens", eller sagt med andre ord - innebærer middels negativ konsekvens innenfor ett og samme miljøtema samme miljøforringelse? Konsekvensgraden skapes som en kombinasjon av verdi og omfang, men er ganske sikkert relativ til det enkelte anlegget den fastsettes for. Det er grunn til å anta at skalaen for konsekvensgrad skapes utfra en forventning om størrelsen på miljøkonsekvensen for det aktuelle anlegget og er derfor en relativ og ikke en absolutt beskrivelse av en miljøkonsekvens. Det vil derfor kunne være problematisk når to eller flere "ulike skalaer av konsekvensgrad" sammenstilles. En kobling av konsekvensgrad mot for eksempel energiproduksjon vil derfor kanskje redusere dette problemet. De påpekte metodiske problemer både ved overgang til konsekvensgrad, relativisering av konsekvensgrad og aggregering for øvrig vil helt klart redusere utsagnskraften til resultatene presentert i tabell 12/figur 6.

Ved sammenstilling av miljøvirkninger av småkraft versus stor vannkraftutbygging møter man raskt på dilemmaet vedrørende sammenligning av forskjellig type miljøkvaliteter. Hvordan skal reduksjon eller tap av én bestemt art vurderes opp mot reduksjon eller tap av en annen art? Eller hvordan skal for eksempel tap av urørte områder veies opp mot reduksjon i laksefisket et annet sted? Man kunne tenke seg en i utgangspunktet enkel avveining hvor laksepopulasjonen blir redusert med 20 % innenfor et avgrenset område og det forventes en tilsvarende reduksjon av samme art i et annet vassdrag, men vil dette være en lik miljøbelastning hvis arten var truet i det ene vassdraget, men ikke i det andre? Hva om det ene vassdraget var kategorisert som nasjonalt laksevassdrag, mens det ikke var tilfellet i det andre? Det er ingen klare objektive svar på disse spørsmålene og en avveining innebærer også anvendelse av politiske, forvaltningsmessige eller kanskje personlige verdivurderinger. Ved en sammenstilling av miljøkonsekvenser må man derfor være klar over at man sjelden "sammenligner likt med likt", men at det er klare normative forenklinger når man stiller ulike miljøvirkninger opp mot hverandre.

Multi-kriterie analyse (MCA) tilbyr et rammeverk for å strukturere og analysere ikke-sammenlignbare størrelser når mange og konfliktfylte interesser skal veies mot hverandre og beslutninger fattes (Catrinu, 2006). MCA tilbyr metodikk for sammenstilling og vektlegging av 1 kvantitative så vel som kvalitative størrelser, samt dokumentasjon av medvirkning fra involverte parter med ulike interesser (Sparrevik *et al.*, 2011). Metodikken kan også benyttes til å prioritere mellom ulike alternativer. Denne metodikken kunne derfor tenkes benyttet i neste steg hvor verdsetting av de ulike strategiene for utbygging kunne vurderes mot hverandre. En slik tilnærming ville kreve at det ble etablert et panel av deltagere med interesse og kompetanse innenfor området. En formalisert prosess omkring bruk av MCA må da gjennomføres.

¹⁸ Tilsvarende overganger er for øvrig også gjort i de to andre store vannkraft-casene, men overgangen er der gjort av andre (konsulentene som har utarbeidet KU-ene) enn forfatterne av denne rapporten, men den er like fullt problematisk også i disse tilfellene.

Forfatterne av denne rapporten har ikke forsøkt å gjøre noen avveininger av de ulike miljøkonsekvensene mot hverandre, kun sammenstilt de antatte miljøkonsekvensene mot hverandre.

Man kunne tenke seg at alvorligheten av en miljøforringelse i et vassdrag også ble vurdert opp mot mulighetene for å gjennomføre avbøtende tiltak i andre deler av vassdraget eller i andre vassdrag som et kompensasjonstiltak mot et inngrep ("habitatrestaurering/habitat banking"). Hvis dette var praktisk gjennomførbart vil man kunne knytte miljøulempen opp mot en monetær enhet definert gjennom kostnaden ved å gjenopprette tilsvarende miljøkvaliteter et annet sted. Det er imidlertid vanskelig å bytte eller kompensere slike miljøkvaliteter helt likt og bruk av metoden ville kreve store ressurser å gjennomføre og er følgelig ikke testet i dette studiet. Det nylige tildelte prosjektet EcoManage¹⁹ tenker forøvrig å gjennomføre et studie av muligheten til "å bytte miljøkvaliteter" internt i nedbørfelt, mellom nedbørfelt i samme region og på tvers av landegrenser gjennom å koble dette med verdsetting av økosystem-tjenester.

Vurdering av sumvirkninger og metodikk

Et hyppig brukt argument mot utvikling av småkraft er at småkraftanleggene bidrar til en fragmentering av urørt natur og at sumvirkningene/kumulativ effekt av mange utbygginger ikke er tilstrekkelig vurdert. Sumvirkninger er i henhold til (OED, 2007) definert på følgende måte: *"Sumvirkninger kan defineres som de samlede konsekvenser av flere små vannkraftanlegg innenfor et geografisk avgrenset område, eller de systematiske virkninger små kraftanlegg har på et tema, for eksempel en art eller en naturtype, innen et større geografisk område"*. Som gjengitt i (Lohani et al., 1997) etter (Canter, 1996) er kumulativ miljøkonsekvens *"the impacts on the environment that result from the incremental impact of the action when added to other past, present, and reasonably foreseeable future actions regardless of what agency (federal or nonfederal) or person undertakes such other actions."* (Lohani et al., 1997) (side 343) understreker forøvrig at begrepet *"cumulative effect is one of the most confusing of all EIA concepts. Cumulative effects are difficult to analyze and there are few agreed upon methods for their assessment."* Dette kan bidra til å forklare hvorfor det ikke er noen klar og omforent metodikk som følger definisjonen av begrepet. Nasjonalt berører forøvrig også den nye Naturmangfoldloven (paragraf 10)²⁰ temaet. Ved saksbehandling i NVE er sumvirkningsproblematikken håndtert gjennom en skjønnsmessig vurdering i den enkelte konsesjonssak²¹. Eksempel på vurdering av sumvirkninger i en konkret konsesjonssak er søknaden om utbygging av Duvedalselva kraftverk²². Det kan også tilføyes at NVE, når det foreligger flere søknader innen et begrenset område, forsøker å samkjøre konsesjonsbehandlingen så langt dette er praktisk mulig. I en del tilfeller stilles det også krav til felles utredninger. Hensikten er å gjøre en samlet vurdering for bl.a. å fange opp eventuelle sumvirkninger og samlet belastning på en bedre måte enn om prosjektene ble behandlet hver for seg. Eksempler på områder hvor behandling av søknader om småkraftverk er samkjørt er Fjærlandsfjorden (5 prosjekter) og Veitastrand (6 prosjekter) i Sogn og Fjordane, og Sørfjorden i Hordaland (10 prosjekter) (ibid.). Imidlertid er det verdt å merke seg at verken Naturmangfoldloven eller (OED, 2007) beskriver metodisk hvordan sumvirkninger/samlet belastning skal vurderes.

Internasjonalt har (Smit and Spaling, 1995) publisert en gjennomgang av mulige metodiske tilnærminger og Erikstad et al. (2009) demonstrerer en mulig tilnærming til analyse av sumvirkninger basert på data fra

¹⁹ Ett av EcoManage sine 3 hovedmål er: "Demonstrate the applicability of the Ecosystem Services in identifying the full social costs of hydropower development and designing instruments to internalize these costs in hydropower developers and customers decision-making. Specifically, the project will evaluate/test 'biodiversity off-sets' in local, regional and international setting using integrated habitat equivalency and multi-criteria analysis methods, and evaluate how these approaches can be integrated with other approaches to internalizing environmental impacts." Prosjekter er bevilget penger gjennom NORGES FORSKNINGSRÅDs sitt RENERGI-program desember 2011.

²⁰ Naturmangfoldloven, § 10 om økosystemtilnærming og samlet belastning. En påvirkning av et økosystem skal vurderes ut fra den samlede belastning som økosystemet er eller vil bli utsatt for.

²¹ Jan Sørensen, NVE, pers. komm.

²² <http://skjema.nve.no/NVE-saksdokument/200706622-19-714061.PDF>

Nordland og avansert GIS-modellering. Ved utbygging av stor vannkraft internasjonalt er det eksempler på analyse av sumvirkninger ved ytterligere utbygging i allerede utbygde vassdrag, for eksempel (THXP, 2008).

Som nevnt innledningsvis, inkluderer ikke KU-ene for småkraft analyser av sumvirkninger. Det vil derfor være fornuftig om det utvikles regionale planer for småkraftverk for alle regioner med betydelig småkraftpotensiale. Det finnes regionale småkraftplaner (som i Sogn og Fjordane) og enkelte kommuner (som Lærdal) har også formulert kommunedelplaner for utvikling av småkraft, men oss bekjent er det ikke her gjort forsøk på å vurdere sumvirkninger av miljøeffekter.

Andre forhold som påvirker forståelse og bruk av resultatene

Det ble i denne studien innledningsvis vurdert hvorvidt det var lik energiproduksjon eller lik effektinstallasjon som skulle ligge til grunn for sammenligning av summerte miljøkonsekvenser mot ett stort anlegg. Sammenstillingen av tekniske data (tabell 12) viser at gjennomsnittlig energiproduksjon for de store anleggene er noe under summen av de små, selv om installert effekt er mye mindre. Grunnen til dette er at det sjelden er noe magasin av betydning ved småkraftanleggene og disse har derfor en kortere brukstid enn de store anleggene. De små anleggene må produsere energi når det er vann tilgjengelig i bekken/elva, og må stå stille i tørre perioder. Derfor må det betraktes som ikke-regulerbar kraft. Dette understreker den ekstra kvaliteten på energiproduksjonen som et stort anlegg med reguleringsmagasin vil kunne gi. En regulerbar energiproduksjon som kan startes og stoppes når forbruket krever dette og nettkapasiteten tillater det, har en høyere verdi i et energisystem enn ikke-regulerbar kraft som småkraft i praksis ofte representerer. Vi har ikke tatt hensyn til dette i våre analyser.

Det er høyst relevant ved en sammenligning av en rekke småkraftanlegg med utbygging av stor vannkraft at den store vannkraftutbyggingen kan være en utvidelse av et eksisterende anlegg (O/U-prosjekt) hvor utvidelsen alene vil gi en energimengde som tilsvarer mange småkraftutbygginger. Mange av miljøulempene vil da allerede være påført av det eksisterende anlegget. En utvidelse, for eksempel i form av overføring av vann fra flere urørte småbekker vil kunne veies opp med miljøforbedrende tiltak andre steder i vassdraget eller nedbørfeltet, som for eksempel økt slipp av minstevannføring i tørrlagte elver, fjerning av trykksjakter i dagen, forbedret linjetrase for overføringsledninger, osv. Netto tap av miljøkvaliteter ved slike utvidelsesprosjekter kan dermed bli veldig små og kanskje til og med innebære miljøforbedringer. Men man vil også her støte på dilemmaet ved sammenligning av ulike miljøkvaliteter og hvordan veie tap av urørte bekker mot for eksempel økt minstevannføring i enkelte elvestrekninger eller landskapsmessige forbedringer ved fjerning av infrastrukturen fra dagen.

Vi vil også påpeke noen andre forhold som påvirker vurderingene, deriblant det faktum at stor vannkraft ofte medfører mer omfattende utredninger som vi mener gir:

- Større profesjonalitet i utredningsfasen
- Større mulighet for at gode konfliktreduserende og avbøtende tiltak settes inn
- Større oppmerksomhet fra allmenheten og interesseorganisasjoner som innebærer at flere miljøhensyn belyses og ivaretas
- Bedre oppfølging fra myndigheter og allmenheten som sikrer at vilkår overholdes
- Bedre fagkompetanse hos utbygger, mer profesjonell prosjektledelse og at samfunnsansvar tas mer alvorlig

Vi har ikke systematiske data som kan verifisere alle disse påstandene, men det er klart at mange av energiprodusentene ikke har ansatte med spesialkompetanse på vassdragsmiljø. Forfatterne vil våge å hevde at det kan ramme mindre utbygginger og anlegg drevet av mindre regulanter spesielt.

6.2 Overordnede forvaltningsmessige betraktninger

Det er en generell utfordring for norsk vannkraftforvaltning at enkeltsakstilnærmingen står så sterkt (Knudsen and Ruud, 2011). Samtidig som denne tilnærmingen er nødvendig for å sikre tilstrekkelig kunnskap, dokumentasjon og en forsvarlig avveining av berørte interesser, medfører det også utfordringer med å følge opp mer overordnede, nasjonale målsettinger. Dette gjelder målsettinger, knyttet til både energi- og miljøpolitikk, og eventuelt andre nasjonale hensyn (ibid.). For stor vannkraft har man fortsatt Samlet plan og Verneplanene som et overordnet rammeverk og sjekkpunkt, både på prosjekt- og vassdragsnivå. En hovedutfordring er imidlertid at dette rammeverket ikke er tilstrekkelig vedlikeholdt og oppdatert (ibid.).

Som følge av Stortingets endringer i 2005, behøver ikke små vannkraftverk under 10 MW å bli vurdert opp mot Samlet plan. Det finnes heller ingen andre nasjonale planverktøy som kan gi en overordnet ramme for å vurdere ulike småkraftprosjekter og tilhørende områder i sammenheng. Fra nasjonalt politisk hold har det imidlertid siden midten av 2000-tallet vært oppmuntret til å utarbeide fylkesvise planer for småkraft – i tråd med OEDs veileder (OED, 2007). Regionale planer for å se potensialet og planer for småkraftverk i sammenheng, framstår som et nyttig verktøy. Slik planlegging bør også kunne åpne for mer sammenstilte vurderinger – etter som disse skal inngå som del av fylkeskommunenes rullerende planarbeid. Imidlertid er det bare noen få fylker som til nå endelig har vedtatt fylkesdelplaner for småkraft.²³ Sogn og Fjordane har utvist stort initiativ og vilje til å realisere potensialet for småkraft, men da småkraftplanen var oppe til endelig behandling 23. mars 2011, ble sluttbehandlingen i Fylkestinget utsatt til 2012. Det er interessant å merke seg her at utsettelsen også knyttes til et større behov for å få kartlagt ringvirkningene av utbyggingen samtidig som man bedre vil forstå dette i lys av nasjonale mål og retningslinjer. Helt konkret kan vi lese følgende: ”vi meiner difor at det er viktig at staten syter for forskning som gjer at vi får betre kunnskap om moglege sumverknader av vasskraftutbygging, mellom anna gjennom forskning på korleis ”nøkkelarter”, av vasstilknytt flora og fauna, vert påvirka av ulik regime for minstevassføring” (Sogn og Fjordane 2011, side 91).²⁴ Denne rapport er et første forsøk på å avhjelpe det kunnskapsbehov som er etterlyst i Sogn og Fjordane.

²³ For flere detaljer om status for regionale planer se: <http://www.vannportalen.no/enkel.aspx?m=56932>

²⁴ For flere detaljer om vedtaket i Fylkesutvalget, se fotnote 4

7 KONKLUSJON

Basert på det empiriske grunnlaget anvendt i dette studiet er det ikke mulig på generelt grunnlag og med stor sikkerhet/utsagnskraft å konkludere på hvilken strategi for utvikling av vannkraft - mange og små eller store og få - som er best med tanke på å minimere miljøvirkningene ved vannkraftutvikling. Hvis vi baserer oss på de svært aggregerte resultatene presentert i tabell 12 og figur 6 og med en lik vektning av alle miljøtema, er det imidlertid en tendens til at stor vannkraft medfører en noe lavere konsekvensgrad, det vil si færre og mindre alvorlige miljøvirkninger enn de summerte virkningene av småkraftanleggene. Et gjennomsnitt av de store vannkraftanleggene i denne studien gir en større negativ konsekvensgrad på miljøkonsekvensene "Vanntemperatur" og "Jaktbart vilt", mens summen av småkraftprosjektene gir en større negativ konsekvensgrad på kategoriene "Isforhold og lokalklima", "Sedimenttransport og erosjon", "Friluftsliv" og "Fisk". Resultatene er imidlertid marginale i favør av stor vannkraft. Data har samtidig gjennomgått en lang og omfattende aggregering. Våre funn er avhengig av utvalget av anlegg i studien. Derfor blir det vanskelig å produsere en tungtveiende konklusjon basert på våre empiriske data.

Hvis man dykker ned i detaljene i de identifiserte miljøkonsekvensene for småkraftanleggene og tilsvarende for de større anleggene, vil man oppdage at de forventede miljøvirkningene er til dels ulike. De forventede miljøvirkningene (fra KU-er) ved småkraftanleggene i vår studie er dominert av redusert vannføring, negativ virkning på fiskefauna, inngrep og fragmentering av urørt natur, påvirkning på kulturlandskap og -minner, reduksjon og bortfall av enkelte vann- og fuktrevende arter og selektivt tap av bestemte naturtyper og biologisk mangfold. Miljøvirkningene ved store vannkraftprosjekter varierer også mye mellom de utvalgte anleggene i denne analysen, men kan sies å være preget av negative virkninger på anadrom laksefisk, både gjennom endring i vannføring og vanntemperatur. Det er dessuten identifisert negative virkninger på landskapskvaliteter, hvor særlig Trollheim-reguleringen er spesiell hvor områder ble neddemmet i forbindelse med etablering av magasin. Dette er vanlig utenfor Norge, men ikke i Norge takket være våre gunstige naturgitte forhold. Blant de utvalgte store anleggene er også vannkvaliteten vurdert å bli negativt påvirket, men det er ikke spesifisert hvorvidt dette har noen negativ økologisk virkning.

Situasjonen er derfor slik at mange av de samme temaene²⁵ er utredet både for småkraft og stor vannkraft, men hvorvidt inngrepet skaper noen negativ virkning på dette temaet og graden av konsekvens på miljøtemaet er ulike. Det faktum at konsekvensene er både ulike og av ulik grad innebærer at en konklusjon om hvilken utviklingsstrategi som totalt sett gir minst miljøkonsekvenser må basere seg på en vurdering av hvilke miljøkvaliteter man mener er viktigst å opprettholde. En slik vurdering vil innebære at en individuell verdsetting utføres hvor forfatterens egne preferanser ikke kan sies å være "riktigere" enn andres, og det vil være politiske eller forvaltningsmessige prioriteringer som vil bestemme den foretrukne strategi for utvikling av vannkraft.

Det bør gjentas at vurderingene av miljøkonsekvenser i denne studien er basert på tilgjengelige konsekvensutredninger (KU-er) og ikke gjennom undersøkelser av faktiske miljøvirkninger, med den antagelse om at disse både kan undervurdere og overse de reelle virkninger ved en gitt vannkraftutbygging, evt. vurdere framtidige inngrep som mer dramatiske enn de faktisk vil komme til å bli.

Det er vanskelig å få oversikt over og trekke ut generell kunnskap om hva som er de typiske miljøkonsekvenser ved småkraftutbygginger, da ulike kilder nevner forskjellige typer virkninger. Det har av mange vært en forståelse for at tap av biologisk mangfold (Korbøl *et al.*, 2009) har vært et hovedproblem ved storstilt utbygging av småkraft, mens andre har trukket fram fragmentering (Erikstad *et al.*, 2009) som et stort problem. Selektivt tap av enkelte landskapstyper (bekkekløfter, fosser, fossestryk) og (Erikstad *et al.*, 2009) tap av INON-områder er nevnt som viktige negative konsekvenser. Videre omtaler noen kilder

²⁵ Evt. med en noe ulik metodisk tilnærming og ulike i omfang. Utredningene omkring virkningene på fisk, og særlig laksefisk, er typisk mer omfattende for større prosjekter enn småkraftprosjekter og resultatene framkommet kan være vanskelig å sammenligne direkte.

(L'Abée-Lund, 2005) at konsekvenser for fiskefaunaen ved småkraftutbygging er veldig små eller ikke tilstedeværende (i de undersøkte fylkene Telemark og Rogaland), noe som støttes av undersøkelser av ungfisksamfunn gjort av (Wendelbo, 2010). Dette står i kontrast til funn i denne gjennomgangen av KU-er, samt bekreftelser fra regional forvalter²⁶ og funn av (Kubecka *et al.*, 1997), som dog kan være mindre relevant grunnet forskjeller i naturtyper. (Frilund, 2010) rapporterer fra undersøkelser av virkninger av konsesjonsfrie mikro- og minikraftverk at inngrep i forbindelse med traséer for rørgate og veianlegg kan være dominerende og at virkningene av redusert vannføring på flora er uklare. Det synes derfor vanskelig å trekke fram en typisk miljøkonsekvens og det later heller ikke til at utbygging av småkraft generelt er uproblematisk i forhold til fiskepopulasjoner. Andre studier igjen (Egre and Milewski, 2002) hevder at miljøulempene av småkraft er helt ubetydelig og at, på generell basis, graden av miljøkonsekvens kan relateres direkte til neddemmet landareal pr produserte energimengde. Følgelig gir småkraft uten magasin en tilnærmet ubetydelig miljøkonsekvens. Dette later imidlertid til å være en altfor grov tilnærming til vurdering av miljøkonsekvenser.

Vi trekker imidlertid fram en del karakteristika som favoriserer utbygging av stor vannkraft framfor mange småkraftanlegg:

- Få og store vannkraftprosjekter innebærer bedre muligheter til å finne gode designløsninger som balanserer energiproduksjon og miljøhensyn.
- Utbygging av store anlegg med store aktører medfører ofte tyngre og bedre miljøkompetanse i både planprosessen og driftsfasen. Dette kommer til uttrykk gjennom mer omfattende miljøundersøkelser og større muligheter for en gjensidig involvering av lokalt berørte parter og interesseorganisasjoner.
- Utbygging av stor vannkraft kan gjennomføres ved opprustning og utvidelse av eksisterende utbygginger (O/U-prosjekter), hvor de største naturinngrep allerede er gjort. Noen utvidelsesprosjekter har potensiale som "vinn-vinn"-prosjekter hvor ny energiproduksjon kan skapes samtidig som dette åpner for å sette inn miljøforbedrende tiltak der gamle og miljømessig dårlige løsninger er valgt.
- Stor vannkraft med magasinkapasitet innebærer produksjon av regulerbar kraft. Denne kraften vil være verdifull som potensiell leverandør av effekt, noe som vil være viktig i en klimasammenheng ved en storstilt utvikling av ikke-regulerbar kraft (vind, sol) som tiltak mot klimaendringer.

I favør av småkraft bør det nevnes følgende forhold:

- Småkraft bygges ofte av lokale interessenter og kan gi næringsutvikling lokalt i distriktene.
- Småkraft kan legges til vassdrag uten store brukerinteresser og med lavt konfliktnivå.
- Småkraft kan i visse tilfeller forbedre leveringssikkerhet og nettstabilitet dersom det integreres på rett sted i nettet. I mange tilfeller vil det derimot gi motsatt effekt.

Ved en sammenligning av småkraft versus stor vannkraft er det viktig å understreke at den framtidige utviklingen av fornybar energi ikke handler om å utvikle enten småkraft eller stor vannkraft (eller andre fornybare energikilder), men en kombinasjon av disse som gjennom den 'riktige fordelingen' reduserer de totale miljøulempene til et minimum og samtidig forsyner samfunnet med energi av den rette kvalitet.

Fragmentering av urørt natur har vært en viktig innvending mot storstilt utbygging av småkraft og vurdering av sumvirkninger inngår ikke som et tema som skal utredes at utbygger ved søknad om én enkelt ny utbygging. Småkraftplaner kan være et nyttig verktøy for bedre oversikt og sammenstilling på tvers av regioner, og saker – men det er foreløpig lite utnyttet. NVE har en viktig rolle som tilrettelegger for dokumentasjon og kunnskapsinnhenting. På miljøområdet blir NVEs kompetanse supplert av Direktoratet for naturforvaltning og fylkesmannsembetene. Kunnskapsinnhenting og dokumentasjon er mer formalisert og i større grad knyttet til et nasjonalt rammeverk for stor vannkraft, sammenliknet med liten. Det bør derfor

²⁶ Muntlig bekreftet av fylkesmannens miljøvernaveiding i Sogn og Fjordane

utvikles regionale planer for småkraftverk som behandler sumvirkninger av miljøforhold for alle regioner med betydelig småkraftpotensiale hvor også problematikken rundt sumvirkninger av inngrep håndteres. Dette bør gjennomføres med støtte nasjonalt der man også kobler dette til løpende arbeid rundt vannkraftforvaltning generelt.

Som forberedelse til oppfølgingen av EUs Vanndirektivet vedtok Stortinget at det er behov for å gjennomgå den helhetlige planleggingen av vannkraft, inkludert en oppdatering av Samlet Plan (Knudsen and Ruud, 2011). Regjeringen har foreløpig ikke fulgt opp dette. Det ble heller ikke gitt noen signaler i forbindelse med de første vedtak i 2010 av forvaltningsplaner i samsvar med Vanndirektivet. En slik oppdatering kan imidlertid bli ytterligere aktualisert i forbindelse med gjennomføring av den formelle planfasen knyttet til Vanndirektivet fram til 2015. I tillegg kan et oppdatert planverk også bidra til å klargjøre beslutningspremisser for videre vannkraftutvikling på nasjonalt nivå, og dermed gi et bedre grunnlag for å vurdere større utbygginger sett i forhold til videre utvikling av småkraft.

Selv om EUs vanndirektiv hittil ikke har medført vesentlige endringer i hvordan vannkraftkonsesjoner gis eller vurderes, kan likevel videre oppfølging av direktivet bidra til endringer på noe lengre sikt. Videre arbeid med regionale vannforvaltningsplaner og tiltaksprogram vil kunne gi flere innspill om miljøforhold med konsekvenser for vannkraftutvikling mer generelt. Derigjennom kan det også gi et bredere kunnskapsgrunnlag. Som Fylkesutvalget i Sogn og Fjordane understrekte i behandlingen av sin regionale plan for småkraft: ”vi meiner difor at det er viktig at staten syter for forskning som gjer at vi får betre kunnskap om moglege sumverknader av vasskraftutbygging, mellom anna gjennom forskning på korleis ”nøkkelarter”, av vasstilknytt flora og fauna, vert påverka av ulike regime for minstevassføring” (2010) (side 91). Dersom dette også kunne knyttes til mer sammenlignende studier mellom stor vannkraft og småkraft, kan vi kanskje skape et bedre grunnlag for i praksis å forene energi- og miljøpolitiske målsettinger.

8 REFERANSER

2010. Regional plan med tema knytt til vasskraftutbygging. Høyringsframlegg vedteke av Fylkesutvalet, sak nr 048/10. Sogn og Fjordane. Sogn og Fjordane fylkeskommune, Leikanger.
- Alfredsen, K., Stickler, M., Linnansaari, T., 2006. Verknader av is på habitat for fisk i elver med habitattiltak og minstevassføring. NVE Rapport. NVE, Oslo.
- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M., Milner, N.J., 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. Fisheries Research 62, 143-170.
- Canter, L.W., 1996. Environmental impact assessment. McGraw-Hill, New York.
- Catrinu, M., 2006. Decision aid for planning local energy systems: application of multi-criteria decision analysis. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim, pp. X, 187 s.
- DN, 2011. Karakterisering og risiko av vannforekomster : metodikk for karakterisering og risikovurdering av vannforekomster etter vannforskriftens §15. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanddirektivet, Trondheim.
- Edenhofer, O., Pichs, R., Madruga, Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, S., Zwickel, T., Eickemeier, P., Hansen, G., Schlömer, S., von Stechow, C.e., 2011. IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Egeland, H., Jacobsen, G.B., 2012. Kunnskapsgrunnlagets rolle i vannkraftforvaltning. En analyse av prosessen knyttet til endring av manøvreringsreglementet for Suldalslågen. SINTEF-rapport. SINTEF, Oslo.
- Egre, D., Milewski, J.C., 2002. The diversity of hydropower projects. Energy Policy 30, 1225-1230.
- Erikstad, L., Hagen, D., Udatert. Miljøeffekter av småkraft. In: Naturvernforbundet, P. (Ed.).
- Erikstad, L., Hagen, D., Evju, M., Bakkestuen, V., 2009. Utvikling av metodikk for analyse av sumvirkninger for utbygging av små kraftverk i Nordland: forprosjekt naturmiljø. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim.
- Forseth, T., 2009. Utfall av Trollheim kraftverk i juli 2008: effekter på fiskebestander i Surna. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim.
- Frilund, G.E., 2010. Etterundersøkelser ved små kraftverk. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.
- Jensen, C., Brodtkorp, E., Stokker, R., Sørensen, J., Gakkestad, K., 2010. Konsesjonshandsaming av vasskraftsaker: rettleiar for utarbeiding av meldingar, konsekvensutgreiingar og søknader. Direktoratet, Oslo.
- Knudsen, J.K., Ruud, A., 2011. Changing currents in Norwegian hydropower governance? The challenge of reconciling conflicting interests. SINTEF Energi, Trondheim.
- Korbøl, A., Kjellefold, D., Selboe, O.K., 2009. Kartlegging og dokumentasjon av biologisk mangfold ved bygging av småkraftverk (1-10 MW) - revidert utgave: mal for utarbeidelse av rapport. NVE, Oslo.
- Kubecka, J., Matena, J., Hartvich, P., 1997. Adverse ecological effects of small hydropower stations in the Czech Republic .1. Bypass plants. Regulated Rivers-Research & Management 13, 101-113.
- L'Abée-Lund, J.H.r., 2005. Miljøeffekter av små kraftverk. Erfaringer fra Telemark og Rogaland. NVE-rapport. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, p. 79.
- Lohani, B.N., Evans, J.W., Ludwig, H., Everitt, R.R., Carpenter, R.A., Tu, S.L., 1997. Environmental impact assessment for developing countries in Asia. Volume 1 - Overview. Asian Development Bank, Manila.
- MFU, 2011. Hjemmeside Miljøfaglig Utredning AS. Miljøfaglig Utredning AS, Tingvoll.

- Miljøverndepartementet, 2006. Forskrift om rammer for vannforvaltningen: FOR 2006-12-15 nr. 1446. Miljøverndepartementet, Oslo.
- Miljøverndepartementet, 2009. Forskrift om konsekvensutredninger: FOR 2009-06-26 nr 855. Miljøverndepartementet, Oslo.
- Miljøverndepartementet, 2010. Kongelig resolusjon som godkjenner forvaltningsplaner for vannregionene i pilotfasen. Miljøverndepartementet, Oslo.
- NVE-Vassdragsavdelingen, 1998. Konesjonsbehandling av vannkraftsaker: veileder i utforming av meldinger, konsekvensutredninger og konsesjonssøknader. NVE, Oslo.
- NVE, 2010. Veileder i planlegging, bygging og drift av små kraftverk. NVE, Oslo.
- NVE, 2011a. NVE - Konsesjonsdatabase. NVE, Oslo.
- NVE, 2011b. NVE Atlas - Kartdatabase for vassdrag. NVE, Oslo.
- OED, 2007. Retningslinjer for små vannkraftverk - til bruk for utarbeidelse av regionale planer og i NVEs konsesjonsbehandling. Olje- og energidepartementet, Oslo.
- OJEC, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities L 327/1.
- Smit, B., Spaling, H., 1995. Methods for cumulative effects assessment. Environmental Impact Assessment Review 15, 81-106.
- Sparrevik, M., Barton, D.N., Oen, A.M., Sehkar, N.U., Linkov, I., 2011. Use of Multicriteria Involvement processes to enhance transparency and stakeholder participation at Bergen Harbor, Norway. Integrated Environmental Assessment and Management 7, 414-425.
- Statkraft, 2011a. Hjemmeside Statkraft. Statkraft, Oslo.
- Statkraft, 2011b. Konsesjonssøknad for bygging av Vigdøla kraftverk i Jostedalen, Luster kommune i Sogn og Fjordane. Statkraft, Oslo.
- Statkraft, 2011c. Konsesjonssøknad for overføring av Vestsideelvane og heving av Tunsbergdalsdammen i Jostedalen, Luster kommune i Sogn og Fjordane. Statkraft, Oslo.
- Sundt, H., Hallaraker, J.H., Alfredsen, K.T., Svelle, K., 2006. Optimalisering av fiskeforhold og kraftproduksjon i Surna - Delrapport om elveklasser, vanndecket areal og hydrauliske forhold av betydning for laksefisk. SINTEF Energi, Trondheim.
- THXP, T.H.P.C., 2008. Theun Hinboun Expansion Project. Final EIA/EMMP. Section 1. Theun Hinboun Power Company.
- Vegvesen, S., 2006. Konsekvensanalyser - Veiledning. Statens Vegvesen, Oslo.
- Wendelbo, R., 2010. Ørret- (Salmo Trutta) og laksunger (Salmo Salar) i tre Vestlandselver før og etter bygging av små kraftverk. Universitet for miljø- og biovitenskap (UMB).

Anneks 1. Detaljert oversikt over identifiserte miljøkonsekvenser for alle analyserte småkraftanlegg i Sogn og Fjordane

	Maks (MW)	Verdi	Omfang	Reduksjon i vannføring	Areal med inngrepsfri natur (INON) blir redusert	Planlagt et landskapsvern-område i berørt areal	Lokaliteter med gammel lausvask blir berørt	Naturbeite-mark blir berørt	Miljø av lokal verdi blir negativt påvirket	Påvirkning på islegging (villrein)	Lokaliteter med edelløsskog blir berørt (verdireduksjon)	Røtgate fører til inngrep i marka	Vannlev. org. og fuktbevarende kryptogamer ved fosser blir neg. påverka p.g.a. mindre Q i elv	Nedsatt produksjon av invertebrater, medfører dårligere forhold for fossefall og fisk	Hekkende rovfugl kan bli uroet i tiltaks-perioden	Redusert luftfuktighet i dalfløret og potensielt høyere temperatur	Økt fare for negative inngrep i form av hogst	Myrområde blir negativt påvirket	Redusert vannfuktighet påvirker mose negativt	Reduksjon i verdifull strand-vegetasjon	Naturtyper allerede forstyrret av tidligere inngrep
Hopland kraftverk, Stryn kommune	-	33 %	46 %	1								1		1				1			
Kjørstadelva kraftverk, Eid kommune	-	11 %	46 %	1										1				1			
Mjølsvika kraftverk, Høyanger kommune alt. 1	4,0	89 %	62 %	1	1							1	1								
Mjølsvika kraftverk, Høyanger kommune alt. 2	4,0	78 %	69 %	1	1							1	1								
Sandalsfossen kraftverk	6,0	67 %	54 %	1					1			1	1								
Småkraftverk i Størelva, Flora kommune	3,2	67 %	77 %	1	1						1										
Vikaelva kraftverk, Stryn kommune. Reviderte planar	5,4	22 %	54 %	1								1		1					1		1
Vikaelva kraftverk, Stryn kommune	5,4	22 %	54 %	1								1		1					1		1
Småkraftverk i Tverrelva i Kandal, Gloppen kommune	-	56 %	62 %	1	1	1															
Ytre Grotle kraftverk	-	100 %	62 %	1	1			1				1		1						1	
Engeset kraftverk, Gulen kommune	3,0	44 %	62 %	1	1							1	1	1	1						
Hestenes kraftverk, Gloppen kommune	1,8	44 %	62 %	1									1	1							
Luster kraftverk, Luster kommune	4,9	44 %	54 %	1								1									
Småkraftverk i Bortneelva, Bremanger kommune	-	100 %	85 %	1								1				1	1				
Småkraftverk i Sjørdalen, Bremanger kommune	-	100 %	77 %	1																	
Steindøla kraftverk, Stryn kommune	2,6	22 %	54 %	1				1				1									
Byrkjelo kraftverk i Myklebustelva, Gloppen kommune	12,8	56 %	54 %	1			1														
kommune	2,5	22 %	54 %	1																	
Skjerdalen kraftverk, Gloppen kommune	5,3	22 %	46 %	1								1									
kommune	2,1	56 %	54 %	1	1				1	1											
Maridalen kraftverk, Bremanger kommune	-	33 %	54 %	1	1							1	1								
Mørkedalen kraftverk, Bremanger kommune	-	78 %	62 %	1	1		1					1	1								
Mørkedalen kraftverk, Bremanger kommune	-	78 %	54 %	1	1		1					1	1								
Oladalen kraftverk, Bremanger kommune	-	33 %	54 %	1	1							1	1								
Sagedalen kraftverk, Bremanger kommune	-	33 %	62 %	1	1							1	1								

Anneks 2. Miljøvirkninger i Vestsideelvane-prosjektet – tema omhandlet i KU

Isforhold

Forventede endringer i isforhold i Vestsideelvane er sammenlignet med den eksisterende utbyggingen av Jostedalen kraftverk da meteorologiske forhold er tilnærmet like, spesielt på vinterstid. Det er antatt at reduksjonen i vårflom på grunn av en utbygging vil redusere isgang, avhengig av lokalt vær som i dag har flere innslag av mildvær og råkdannelse.

Vanntemperatur

Overføring av vann fra de ulike elvene vil føre til lavere vanntemperaturer i sommerperioden. *Overføring av Vestsideelvane vil føre til at breandelen i Jostedøla oppstrøms Husøy vil øke med ca. 1,6 %. Dette ventes å føre til en ytterligere reduksjon av vanntemperaturen i Jostedøla.* Fosser i systemet vil bidra til innblanding av lufttemperatur, slik at reduksjonen i vanntemperaturer vil bli mindre. Det fastslås videre at fremtidens klima med dagens prognoser for endring i større grad vil bidra til vanntemperaturendringer i Vestsideelvane enn en utbygging, i hovedsak på grunn av økt smelting av isbreene i området.

Lokalklima

Det er forventet at reduksjonen i vannføring i Vestsideelvane vil bidra til reduserte innslag av frostrøyk.

Sedimenttransport og erosjon

Det er stor sedimenttransport i systemet i dag. Dette vil reduseres ved overføring av vann og slik redusere sjansen for elveviftedannelse og skader på omliggende terreng. Opphopning av sedimentmasser i forbindelse med inntaksordninger vil ved større flommer kunne transporteres forbi inntaket og skape problem nedstrøms i form av flomskred.

Skredfare

Det er ikke antatt at overføringen av vann vil kunne føre til større fare for eller innslag av skred i området.

Landskap og inngrepsfrie områder (INON)

Tiltakene vil samlet sett føre til en reduksjon av inngrepsfri sone 2 med 7 km². Videre vil ca. 5 km² inngrepsfrie områder sone 1 nedklassifiseres til inngrepsfritt område sone 2. Videre vil ca. 5 km² villmark bli nedklassifisert til inngrepsfritt område sone 1. Tiltaket vil påvirke villmark og areal definert som INON sone 1, og vurderes på bakgrunn av dette å ha en middels stor negativ konsekvens for inngrepsfrie områder.

Naturmiljø

Her omtales kun naturtyper som påvirkes negativt. KU for Vestsideelvane-prosjektet omhandler de fleste punkt som er nevnt i håndbøkene for KU (NVE/Statens Vegvesen). Det er derfor flere naturtyper i området som ikke påvirkes negativt av den søkte utbyggingen.

Ferskvannsmiljø (i hovedsak bunndyr) vil påvirkes negativt av de reduserte vannføringene. Men vassdraget har liten produksjon av bunndyr og omfanget er antatt som lite negativt med påfølgende små konsekvenser. Heving av vannstanden i Tunsbergdalsmagasinet vil ikke ha vesentlig virkning på ferskvannsmiljø på grunn av eksisterende regulering av vannet.

Fossefall vil påvirkes i større grad på grunn av sterk reduksjon i vannføring og dermed reduserte hekke- og beitemuligheter.

Enkelte deler vil få sterk reduksjon av fossesprut og det antas at enkelte mosearter lokalt vil bli redusert eller forsvinne. Dette gjelder kun i et lite utvalg av elvene/bekkene i systemet.

Drenering av våtmarksområder kan ha negativ innvirkning på enkelte fuglearter som beiter i tilsvarende områder.

Tiltaket vil ha stort negativt omfang og stor negativ konsekvens for naturtype og flora. For vilt (fugl) vil tiltaket ha lite-middels negativt omfang og liten negativ konsekvens.

Fisk

I berørte sideelver vil redusert vannføring føre til en reduksjon av produksjons- og oppvekstareal for fisken.

Fraføring av sideelver med mindre brepåvirkning og høyere vanntemperatur enn Jostedøla, påvirker vanntemperaturen og dermed leveforholdene for fisk i Jostedøla.

Influensområdet for fisk er definert som de nedre, fiskeførende delene av de berørte Vestsideelvane, samt Krundøla og Jostedøla nedstrøms utløpet av disse.

Strekningene har innslag av anadrom fisk som vil påvirkes av utbyggingen. Ikke-anadrom fisk vil også påvirkes. Om vannføring og fisk: *Overføring av Vestsideelvane vil føre til sterkt redusert vannføring langs de berørte elvestrekningene. De nedre delene av disse vassdragene vil stort sett miste sin funksjon som gyte- og oppvekstområde for fisk. I sum er det likevel begrensede produksjonsarealer som blir berørt.*

Angående **vanntemperatur** og fisk: *Samlet sett vurderes tiltaket å ha lite negativ omfang og liten negativ konsekvens for bestandene av resident aure og sjøaure i Jostedøla. Samlet sett vurderes tiltaket å ha lite-middels negativt omfang og liten-middels negativ konsekvens for bestanden av resident aure i Krundøla.*

Jaktbart vilt

Ikke tatt med i vesentlig grad.

Kulturmiljø og kulturminner

Tiltaket vil ikke komme i direkte konflikt med noen kjente forekomster av automatisk fredete kulturminner. Tiltaksområdene har dessuten lavt potensial for funn av slike kulturminner. De største kulturminneverdiene knytter seg til Sperleelvi. Totalt fire nyere tids kulturminner og kulturmiljø er registrert i tiltakets nære influensområde her, men disse vil imidlertid kun i varierende grad bli indirekte berørt av tiltaket. Hele utbyggingen sett under ett vurderes likevel i det store og hele til å medføre relativt små negative virkninger for nyere tids kulturminner og antatt ingen virkning for automatisk fredete kulturminner.

Vannkvalitet, vannforsyning og forurensning

Vestsideelvane benyttes ikke i dag til vannforsyning. Vannkvaliteten i systemet er gjennomgående god. Det er forventet at mindre vannføring i systemet kan gjøre elvene mer sårbare i perioder hvor avrenning fra landbruk er mer enn normalt.

Grunnvann og vannforsyning

Ikke antatt vesentlige konsekvenser

Jord- og skogbruk/Mineral- og masseforekomster

Virkningsomfanget av de permanente arealinngrepene vurderes samlet sett som litt positivt for landbruket. Dette begrunnes med bedret tilgang til skogområdene ved Sperle. Redusert vannføring vurderes i liten grad å påvirke jord- og skogbruk i Krundalen. Samlet sett vurderes tiltaket å ha ubetydelig-liten negativ konsekvens. Samlet sett vurderes tiltaket å gi middels stort positivt virkningsomfang og middels positiv konsekvens for landbruket i Jostedalen.

Tiltaket vil ikke medføre arealbeslag i områder med nyttbare løsmasser. Det er heller ikke kjent at området huser utnyttbare mineralressurser. Det er derfor ikke noe virkningsomfang for dette temaet, og konsekvensene for mineral- og masseforekomster er dermed ubetydelige.

Samlet sett vurderes overføringen av Vestsideelvane å gi en middels positiv konsekvens. Dette begrunnes med at tiltaket reduserer risikoen for skadeflommer uten samtidig å resultere i andre negative konsekvenser av stor betydning. Anleggsveien ved Sperle vil ha positive virkninger for grunneierne.

Friluftsliv

Tiltakene vurderes samlet å ha liten-middels negativ virkning i forhold til friluftsliv, med tilsvarende liten-middels konsekvens, og liten virkning og konsekvens i forhold til reiseliv. Tiltakene vil ha liten negativ virkning og konsekvens i forhold til høstingsaktiviteter.

Reiseliv

Det er antatt at utbygging har konsekvenser som rangerer fra ingen til stor avhengig av type næring og lokalitet.

Samfunns- og næringsliv

Antatt positivt økonomisk vekst.

Anneks 3. Miljøvirkninger i nedbørfelt/vassdrag berørt av Vigdøla kraftverk – tema omhandlet i KU

Hydrologi

I gjennomsnitt reduseres vannføringen rett nedstrøms inntaket til 38 % av dagens vannføring i Vigdøla. Det er da lagt til grunn minstevannføring som omtalt tidligere. På grunn av tilsig i restfeltet vil vannføringen ved samløp Jostedøla bli mindre påvirket. I gjennomsnitt reduseres vannføringen her ned til 45 % av dagens vannføring. Fordi det er lagt opp til et større slipp av minstevannføring i sommerhalvåret, vil vannføringsreduksjonen i denne perioden bli mindre. I juli og august vil vannføringen i Vigdøla før samløpet med Jostedøla i gjennomsnitt ligge rett under 50 % av dagens vannføring.

Fraføringen av vann fra Vigdøla vil medføre en reduksjon av gjennomsnittlig vannføring i Jostedøla ved Husøy på bare ca. 4 %. Ved Gaupne vil tiltaket føre til en gjennomsnittlig vannføringsreduksjon på 3 %.

Grunnvann

Det er ingen kjente, viktige grunnvannsforekomster i tiltaksområdet. Elveslettene i nedre del av Jostedøla er derimot viktige grunnvannsreservoarer. Tiltaket vil føre til små endringer i vannføringen i Jostedøla og vil derfor i liten grad påvirke dette reservoaret.

Isforhold, vanntemperatur og lokalklima

Vanntemperaturen i Vigdøla følger lufttemperaturen, men med litt lavere amplitude. Dette gjelder på sensommeren, når snøen i feltet er smeltet. I juni og tidlig i juli ligger det ennå snø, og vanntemperaturen ligger under lufttemperaturen. I resten av juli og august er vanntemperaturen høyere i Vigdøla enn i Jostedøla. Vigdøla er da hele 3 - 10 °C varmere enn Jostedøla. Dette skyldes at Vigdøla, i motsetning til Jostedøla, ikke lenger blir tilført vann fra brefelt. Vanntemperaturen i Vigdøla følger allerede i dag lufttemperaturen fra midten av juli og ut september, så det ventes ingen endringer i disse månedene. I oktober-april er vanntemperaturen nær frysepunktet, bortsett fra enkelte mildværsinnslag, og det ventes heller ingen vesentlige endringer i denne perioden.

Fraføring av vann fra Vigdøla forventes å gi en liten reduksjon av temperaturen i Jostedøla om sommeren. Denne reduksjonen vil være i størrelsesorden 0,1 °C. Dette er en helt marginal endring.

Isforholdene blir omtrent uforandret bortsett fra ved inntakspunktet, hvor isen blir usikker. På grunn av redusert vannføring nedstrøms inntaket vil perioder med frostrøyk reduseres.

Erosjon og sedimenttransport

Det som måtte være av bunntransportert materiale i Vigdøla oppstrøms inntaksmagasinet vil under naturlige forhold sedimentere i Skitnamyrtjønni ved det planlagte inntaket. Den planlagte reguleringen vil derfor ikke påvirke tilførselen av bunntransportert materiale videre nedover i elva.

Redusert vannføring nedstrøms inntaket vil føre til reduserte flommer ned til utløpet i Jostedøla. Dette vil også føre til redusert erosjon langs denne strekningen.

Skredfare

Mesteparten av prosjektområdet ligger klimatisk og topografisk til rette for skred, og det er kjente skredhendelser en rekke steder.

I anleggs- og driftsfasen må man forvente at det kan komme steinsprang, steinskred, snøskred, sørpeskred, jordskred og flomskred. Det er få plasser som er helt trygge for skred, og derfor vil det være aktuelt med tiltak i planfasen, anleggsfasen og driftsfasen for ivareta sikkerhetskrav.

Den planlagte dammen og inntaket kan nås av snøskred, og må derfor utformes og dimensjoneres for dette.

Det planlagte anleggsområde ved portalbygget til Jostedal kraftverk kan i sjeldne tilfeller nåes av skred. Detaljert plassering av brakker, tipp m.m. bør finnes ved optimalisering av praktiske og skredmessige forhold. En ny plass for riggen ved Ormbergstølen kan være aktuelt.

Vannkvalitet og vannforsyning

Beregninger basert på vannprøver i Vigdøla og Jostedøla viser at redusert vannføring i Vigdøla ikke vil føre til at vannkvaliteten blir negativt påvirket. Redusert vannføring i Jostedøla vil ikke bli av et slikt omfang at det vil påvirke resipientkapasiteten her.

Verken Vigdøla eller Jostedøla brukes som drikkevannskilder, men det tas vann til jordbruksvanning i begge elvene. Det ventes ikke at tiltaket vil medføre noen vesentlige, negative virkninger for jordbruksvanning.

Naturmiljøet og biologisk mangfold

I influensområdet for utbyggingen av Vigdøla kraftverk er det registrert få viktige lokaliteter for biologisk mangfold. En verdifull naturtype (en høgstaudeeng med regionalt sjeldne moser) ble registrert nedstrøms inntaket, men vil ikke bli berørt av tiltaket. Området er relativt rikt på vilt, framfor alt hjort, og det ventes at dyrene vil trekke seg vekk fra tiltaksområdet i anleggsperioden. Dette vil imidlertid være en virkning av forbigående karakter. En leikplass for orrfugl, som ligger nært inntaksområdet, vil sannsynligvis ikke bli brukt dersom anleggsarbeidet fører til forstyrrelser i leikperioden. Dette vil også være en midlertidig effekt. Fossekall er vanlig forekommende langs de fleste vannstrenger i Jostedalen, og hekker trolig langs den berørte elvestrekningen i Vigdøla. Det kan ikke utelukkes at redusert vannføring kan føre til at arten oppgir noen av disse hekkeplassene. Samlet sett vurderes tiltaket å ha en liten negativ konsekvens for naturmiljø.

Jaktbart vilt

Influensområdet har gode tettheter av vilt. Av jaktbart vilt er det særlig hjort som er av betydning. Tiltaket ventes ikke å medføre varige negative effekter på jaktbart vilt.

Fisk

Vigdøla har en tett bestand av aure. Foreslått slipp av minstevannføring vil trolig være tilstrekkelig til å opprettholde en tilfredsstillende størrelse på vanddekket areal om sommeren og sikre at elva ikke bunnfryser om vinteren.

Ettersom Vigdøla ikke lenger drenerer noen brefelt, er vanntemperaturen i elva noe høyere om sommeren sammenlignet med i Jostedøla. Fraføring av varmere vann fra Jostedøla er imidlertid vurdert å ha marginal effekt på temperatur og oppvekstvilkår for fisk i Jostedøla. Tiltaket vurderes å ha liten negativ konsekvens for fisk.

Jord- og skogsbruk

Tiltaket vil stort sett berøre lokale landbruksinteresser. Ett bruk i Vigdalen og ett bruk ved Ormbergstølen vil bli berørt av planene. Anleggsaktiviteten kan gi midlertidige forstyrrelser i Vigdalen. Vigdølas gjerdefunksjon for dyr på beite kan bli redusert som følge av redusert vannføring.

Det tilbakeførte deponiet kan brukes som dyrkingsjord, og kan føre til en utvidelse av dyrkbart areal ved Ormbergstølen. Tiltaket vurderes derfor å ha liten positiv konsekvens for jordbruk. Tiltaket vil ikke berøre skogbruksområder.

Mineral- og masseforekomster

Tiltaket vil ikke berøre kjente drivverdige mineral- eller masseforekomster.

Landskap og inngrepsfrie områder

De tekniske inngrepene knyttet til den planlagte utbyggingen er alt i alt små og vil i all hovedsak bli lagt til steder der det tidligere har skjedd arealinngrep. Foreslått slipp av minstevannføring vil i stor grad redusere virkningen på landskapet som følge av redusert vannføring i sommerperioden. Samlet sett vurderes de negative konsekvensene for landskapet ved utbygging av Vigdøla kraftverk som små. Bygging av Vigdøla kraftverk vil ikke få virkninger for inngrepsfrie områder.

Friluftsliv

Det er framfor alt områdene oppstrøms inntaket i Vigdøla som har betydning for tradisjonelt friluftsliv og reiseliv, og det er natur- og kulturverdier med stor opplevelsesverdi i øvre deler av Vigdalen. Tradisjonelt friluftsliv utøves i liten grad i tiltaksområdet, som først og fremst er innfallsport til de høyereliggende delene av Vigdalen. Det er forventet at virkningene for alle typer friluftaktiviteter vil være størst i anleggsperioden, men at dette er av forbigående karakter. Samlet sett vurderes tiltaket å ha liten negativ konsekvens for friluftsliv.

Kulturmiljø og kulturminner

Det foreligger ingen kjente funn av automatisk fredete kulturminner i tiltaksområdet, og potensialet for funn vurderes som lite. Det finnes heller ingen kjente, viktige nyere tid kulturminner i tiltaksområder eller langs Vigdøla nedstrøms inntaket. Tiltaket vurderes å ha liten negativ konsekvens for kulturminner og kulturmiljø.

Reiselivet

Jostedalen er innfallsport til Jostedalsbreen og Breheimen nasjonalparker, men er med sine ca. 60.000 besøkende i året et relativt begrenset reiselivsområde i seg selv. Ca. 70 % av de besøkende overnatter andre steder i regionen, noe som viser at Jostedalen har en viktig funksjon som reisemål for hele Sognefjord - området. Reiselivsvirksomheten i området har hatt en positiv utvikling de siste årene, og potensialet for ytterligere vekst synes å være betydelig.

Utbyggingen av Vigdøla kraftverk vil i liten grad påvirke opplevelsesverdiene for de som ferdes i dalføret. Vigdalen er først og fremst et reisemål for lokalbefolkningen i kommunen.

Samfunnsmessige forhold

Næringsliv og sysselsetning

Utbygging av Vigdøla kraftverk vil gi vare- og tjenesteleveranser både til norsk næringsliv som helhet, til næringslivet regionalt i Sogn og Fjordane og lokalt i Luster kommune. Dette vil i sin tur gi sysselsettingseffekter på nasjonalt, regionalt og kommunalt nivå.

På nasjonalt nivå viser utreders beregninger en samlet sysselsettingseffekt på rundt 155 årsverk, fordelt over tre år i anleggsperioden. På regionalt nivå i Sogn og Fjordane viser beregningene en sysselsettingseffekt på rundt 30 årsverk. Bygge- og anleggsnæringen vil være den næring som får de største sysselsettingseffektene av anlegget. Vigdøla kraftverk er et lite kraftutbyggingsprosjekt som ikke gir store virkninger for

næringslivet lokalt i Luster, men lokal bygge- og anleggsnæring, hotell- og restaurantvirksomhet samt transport vil kunne dra nytte av utbyggingen.

Driftsfasen vil ikke gi økt sysselsetning, men vil bidra til å styrke grunnlaget for sysselsetningen ved selskapets regionkontor på Gaupne.

Kommunale inntekter

Utreder anslår at utbygging av Vigdøla kraftverk vil gi Luster kommune årlige inntekter på 1,8 - 2,3 mill. kr i form av kommunal eiendomsskatt, naturressursskatt, konsesjonsavgift og konsesjonskraft¹. I forhold til

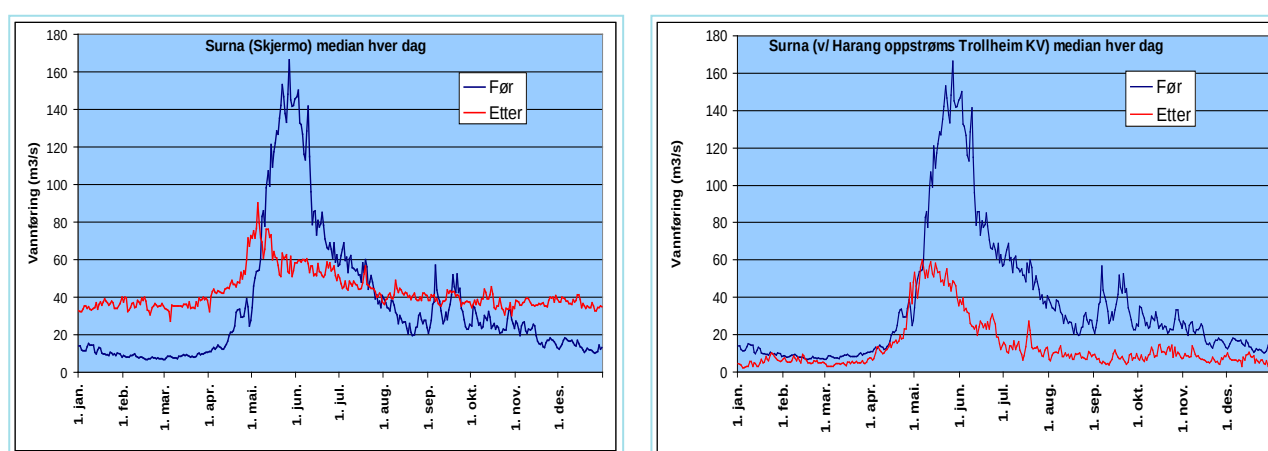
kommunens samlede driftsbudsjett på rundt 240 mill. kr, er dette et beskjedent tillegg, men allikevel et pluss i regnskapet.

Anneks 4. Miljøvirkninger i nedbørfelt/vassdrag berørt av Trollheimsreguleringen

Vannføring

I Surna-vassdraget overføres vann fra flere sidevassdrag til Follsjøen. Vann overføres fra Rinna, Bulu og Lille Bulu, som alle drenerer til Surna. Dette innebærer at vannføringen i Surna oppstrøms kraftverksutløpet er kraftig redusert. Middelvannføring for fiskesesongen (juni til og med august) er $65 \text{ m}^3/\text{s}$ før og $28 \text{ m}^3/\text{s}$ etter regulering (57 % reduksjon) oppstrøms kraftverksutløpet (Figur 7, høyre del).

I tillegg overføres vann fra Vindøla til Gråsjø magasin. Vindøla har sitt utløp i Surna nedstrøms Trollheim kraftverk (Figur 7, venstre del).



Figur 7 - Vannføring før og etter regulering på to lokaliteter i Surna, henholdsvis ved Skjermo i Surna nedstrøms utløpet av Trollheim kraftverk (venstre figur) og Harang i Surna på strekningen med fraført vann. Vannføring er angitt som medianverdier per dag. Før-situasjonen på begge lokaliteter er angitt med blå linje og viser ved sammenligning tilnærmet like vannføringsverdier.

Økt vannføring på vinterstid i Surna nedstrøms utløpet fra Trollheim kraftverk kan være positivt da det gir fisken større vanndekket areal og dermed mindre intern konkurranse om de beste plassene. Det bidrar imidlertid til å holde elva isfri som igjen kan gi negative konsekvenser for fisken på grunn av energetiske forhold.

Vanndekket areal

Surna er for en stor del breddfull på om lag $40 \text{ m}^3/\text{s}$. Kraftverkets maksimale slukeevne ligger på $38.5 \text{ m}^3/\text{s}$, noe som innebærer at elva nedstrøms kraftverksutløpet er tilnærmet breddfull ved full produksjon, om vannføringer på strekningen med fraført vann er over ca $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Produksjonen i Surna varierer stort sett mellom 20 og $40 \text{ m}^3/\text{s}$, men selv på $20 \text{ m}^3/\text{s}$ er elven nesten breddfull på mange strekninger. Minstevannføringen på $15 \text{ m}^3/\text{s}$ gir også et visst vanndekket areal i elva, men følgelig mindre enn ved $40 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ved utfall eller stenging av turbinlukene i Trollheim kraftverk kan vannføringen nedstrøms kraftverksutløpet reduseres til kun å komme fra uregulert del. Dette kan innebære svært lave vannivå nedstrøms kraftstasjonen og ha konsekvenser for livet i elva. Det er nå nylig installert en omløpsventil som reduserer faren for hurtige reduksjoner i vannføring og vanndekket areal.

Vanntemperatur

Som de fleste store vannkraftreguleringer har Trollheim kraftverk et reguleringsmagasin. Follsjøen har en reguleringszone på 45 m og reguleres med ett års syklus. Magasinet ble etablert i en elvedal i 1968 og har et overflateareal på 6,4 km² når det er fullt (ved HRV).

Vanninntakene til Trollheim kraftverk ligger på kote 375 (LRV) og kote 395 (begge inntakene går inn i samme sjakt). Dette innebærer at vann som går gjennom turbinen til en hver tid tappes fra dypere lag i magasinet. Follsjøen har limnologi som tilsvarer en vanlig, uregulert innsjø, og det skjer en omrøring av vannmassene på våren og høsten, mens det på vinter- og sommerstid er tilnærmet null bevegelser i vannmassene. Bunntemperaturer i Follsjøen er mellom 2 og 4 grader året rundt, med få unntak.

Elvetemperaturen oppstrøms utløpet fra Trollheim kraftverk er preget av at elven har fraført vann (overføres til Follsjøen) og dermed har et endret mønster gjennom året i forhold til situasjonen før regulering. Vannet i elven oppstrøms utløpet fra kraftverket har slik noe høyere temperatur om sommeren og muligens noe lavere temperatur om vinteren sammenlignet med situasjonen før regulering. Vannet fra bunn tappingen i Follsjøen bidrar til å justere ned temperaturen om sommeren og heve temperaturen om vinteren nedstrøms kraftverksutløpet. De endrede vanntemperaturene påvirker vekst av ungfisk (smoltproduksjon), og indirekte utvandringstidspunkt til sjøen, i negativ retning

Isforhold

Surna islegges ikke nedstrøms utløpet fra Trollheim kraftverk. Dette skyldes i hovedsak den høye produksjonsvannføringen om vinteren. Reguleringen har ført til at middelvannføringen om høsten og vinteren har økt med 10 – 77 % ved Honstad, og økt med 20 – 172 % ved Skjermø. En annen faktor som ligger til grunn for den manglende isleggingen er vanntemperaturen i produksjonsvannet som ligger på ca. 4 grader gjennom hele året og slik bidrar til varmere vann i Surna.

Isdekke i elver har stort sett positive virkninger på livet i elva. Fisk bruker isdekket som beskyttelse mot predatorer. I tillegg vil fisk ha større muligheter til å spare energi ved å finne områder under isen hvor de kan holde seg stasjonære for å redusere metabolismen under vintersesongen (Alfredsen *et al.*, 2006).

Fisk

Surna har en anadrom strekning som går opp til samløpet med Rinna (som overføres til Follsjøen). Dette innebærer at store deler av strekningen med fraført vann i Surna benyttes av anadrom fisk. Ved kraftverksutløpet vil fisken oppleve en plutselig reduksjon i vannføring ved vandring, noe som gjør at fisk ofte "stanger" i vannføringen ut fra kraftverket istedenfor å vandre videre oppover elva, hvor vannføringen er vesentlig redusert, med unntak av lokale flomsituasjoner. Dette kan til tider oppleves som et vandringshinder for fisk.

Et endret vannføringsregime på hele den påvirkede elvestrekningen i Surna påvirker fiskens leveområder på flere måter. Anadrom fisk på oppvandring kan finne sin opprinnelige gyte- og oppvekstplass tørrlagt om kraftverket kjører på lav produksjon. Dette kan igjen føre til økt konkurranse om de gjenværende områdene i elva, noe som kan være negativt i den grad elva da får mindre produksjonspotensiale for fisk. I positiv retning kan økt konkurranse mellom fisk føre til at gjenlevende fisk blir mer hardfør.

Oppvekstområder for fisk reduseres med redusert vannføring i elva. Produksjonen gjennom kraftverket kjøres ofte på lavere vannføring gjennom gyteperioden for å sikre at fisk ikke oppretter gyteplasser på strekninger som kan tørrlegges ved et senere punkt i prosessen.

Smoltproduksjonen vil tilsvarende foregå på et mindre areal, om man går ut i fra at det ved naturlige forhold (uten regulering) var mer vann i elva på samme tidspunkt på året.

Statkraft har settefiskanlegg i tilknytning til Surna-reguleringen og er pålagt å sette ut ungfisk. Dette bidrar til økt produksjonspotensiale i elva. Slike pålegg er vanlige for større vannkraftreguleringer i vassdrag med anadrom fisk.

Stranding av fisk

Ved utfall (uforutsett stans) i vannkraftverk kan vannføringen nedstrøms gå fra full produksjon til ingen på kort tid. Dette innebærer at vanndecket areal raskt reduseres på særlig utsatte strekninger i elva (Forseth, 2009). Om kraftverket har installert en omløpsventil, eller om produksjonen kommer i gang raskt, så kan vannføringen i elva straks gå tilbake til normalt nivå og man unngår større konsekvenser for fisk (da spesielt ungfisk).

Trollheim kraftverk har installert en omløpsventil og har dermed redusert faren for strandingsepisoder betraktelig.

Rørgate, overføring, inntaksordninger og magasin

Vannet fra Follsjo-magasinet går i tunnel i fjellet ned til Trollheim kraftverk, så det er ingen inngrep på traseen mellom disse enhetene.

Follsjøen har en reguleringshøyde på 45 m. Dette innebærer at det ved lav vannstand i magasinet er et synlig belte av utvasket terreng rundt magasinets øvre deler. Det finnes enkelte hytter og fritidseiendommer rundt magasinet og de utvaskede områdene vises godt. Situasjonen i Gråsjø magasin er tilsvarende.

Bunndyr

Et bunndyrsamfunn trenger stabile vannføringer for å opprettholde forplantning og vekst. Variabel drift av Trollheim kraftverk, som kan variere mellom 20 og 40 m³/s på en dag, påvirker slik bunndyrsamfunnet nedstrøms kraftverksutløpet i negativ retning (Forseth, 2009). Undersøkelser av bunndyrsamfunn i forbindelse med virkninger av et utfall i juli 2008 viser at det er stor forskjell mellom tilstanden for bunndyr oppstrøms og nedstrøms kraftverksutløpet. På strekningen oppstrøms kraftverksutløpet var antallet bunndyr pr arealenhet vesentlig større enn på nedstrøms strekning. En sammenligning med tilsvarende registreringer i et uregulert nabovassdrag viste at summen av bunndyr i Surna var mindre. Forseth konkluderer med at de lave tallene på bunndyrsregistreringene nedstrøms Trollheim kraftverk skyldes større vannføringsvariasjoner over lengre tid.