

## Utvikling av metodikk for analyse av sumvirkninger for utbygging av små kraftverk i Nordland

### Forprosjekt naturmiljø

Lars Erikstad  
Dagmar Hagen  
Marianne Evju  
Vegar Bakkestuen



**Nordland**  
FYLKESKOMMUNE



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger

## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

**Norsk institutt for naturforskning**

# Utvikling av metodikk for analyse av sumvirkninger for utbygging av små kraftverk i Nordland

Forprosjekt naturmiljø

Lars Erikstad  
Dagmar Hagen  
Marianne Evju  
Vegar Bakkestuen

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 - NINA Rapport 506. 44 s.

Oslo, september, 2009

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2078-1

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

KVALITETSSIKRET AV

Erik Framstad

ANSVARLIG SIGNATUR

Erik Framstad (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)

Nordland Fylkeskommune

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Hans-Christian Engum

FORSIDEBILDE

Nylig bygget småkraftverk ved Ofotfjorden, Nordland fylke. Foto:

Lars Erikstad

NØKKEWORD

Nordland, småkraft, sumvirkninger, konsekvensutredning

KEY WORDS

Nordland county, small hydroelectric powerplants, added environmental effects, EIA

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Oslo**

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

**NINA Tromsø**

Polarmiljøsentret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**

Fakkeltgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

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 - NINA Rapport 506. 44 s.

Småkraft er en fellesbetegnelse på kraft fra kraftverk mindre enn 10 MW, oftest uten behov for reguleringsmagasin. Interessen for utvikling og utbygging av småskala kraftverk har hatt en sterk økning de senere årene.

Småkraft blir markedsført som grønn og miljøvennlig energisatsing, i hovedsak begrunnet med at det produseres kraft som ikke medfører utslipp av klimagasser. Til tross for at dette regnes som grønn energi, er det ikke tvil om at utvikling av småkraft medfører tekniske inngrep, og dermed har effekt på naturen i influensområdet. I en del områder er det stor tetthet av foreslåtte prosjekter, slik at mulige effekter må vurderes på større geografisk skala enn hvert enkelt prosjekt isolert.

Rapporten omfatter en analyse av hvordan mulige prosjekter kan tenkes å påvirke naturmiljøet. Analysen tar utgangspunkt i en definert småkraftressurs som omfatter 1432 objekter fordelt over hele Nordland. Disse er analysert i forhold til et utvalg av modellerte naturtyper som vi regner med har særlig betydning for naturmiljøet ved utbygging av småkraftverk. Dette gjelder bekkekløfter, bratte elveløp samt bratte dalsider, særlig nordvendte dalsider med skog. Det er lagt hovedvekt på å analysere summen av virkninger på lokale naturverdier og om disse virkningene kan ventes å påvirke naturkarakteren lokalt og regionalt. Virkningen på naturverdier av regional og nasjonal karakter forutsettes løst i hvert enkelt tilfelle etter nasjonale retningslinjer.

Arbeidet har hatt karakter av metodeutvikling. Vurderingene av sumvirkninger er beskrevet som en metode i fem faser:

- Analyse av hva som er viktig (scoping)
- Verdi og sårbarhetsanalyse
- Påvirkningspotensial lokalt og regionalt av en serie med mulige prosjekter
- Vurdering av avbøtende tiltak
- Vurdering av viktige vurderingshensyn som bør inkluderes i saksbehandlingen av kommende enkeltsaker

Utbygging av småkraft i Nordland omfatter naturtyper som er viktige for Nordlands naturkarakter. Størst potensial for negativ påvirkning av naturkarakteren er knyttet til muligheten for omfattende sideinngrep (veier, nedgravde vannrør etc.) i urørte dal- og fjordsider. Større oppmerksomhet på avbøtende tiltak og alternative tekniske løsninger er viktig for å unngå dette.

Lars Erikstad, NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo. lars.erikstad@nina.no

Dagmar Hagen, NINA, 7485 Trondheim. dagmar.hagen@nina.no

Marianne Evju, NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo. marianne.evju@nina.no

Vegar Bakkestuen NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo. vegar.bakkestuen@nina.no

## Abstract

Erikstad, L., Hagen, D, Evju, M. & Bakkestuen, V. 2009. Development of a method to assess regional effects of developing small hydroelectric power plants in the county of Nordland. - NINA Rapport 506. 44 s.

Small hydroelectric power plants are defined as power plants with a maximum effect of 10MW, normally without the need for water reservoirs. It is an increasing interest in developing small power plants. The development is regarded as environmentally friendly mainly because it is renewable and non-polluting. Building of power plants do, however, impact nature through technical encroachment. In some areas there is a high density of suggested projects. This raises the need to assess effects on a larger scale than for one and each project alone.

The report contains an analysis of how a series of projects can affect the natural environment. It is based on a defined resource specification on 1432 objects in the county of Nordland. These are compared with the modeled distribution on selected and relevant nature types where steep river beds, gorges and northerly wooded hill slopes are the most important. The analysis focuses on the sum of effects on local natural values. Values of regional and national importance are dealt with according to national procedures and is not the issue of this report.

The developed method has five stages:

- Scoping
- Analysis of natural values and vulnerability
- Local and regional effects of small power plants
- Assessment of mitigation possibilities
- How the result can improve the planning procedure for small power plants

Development of small power plants in Nordland affects nature types that are important to the natural character of Nordland. The largest potential for negative effects is linked to additional technical encroachments (roads etc.) in untouched valley- and fjord landscapes. A greater focus on mitigation and alternative technical solutions are important to avoid these problems.

Lars Erikstad, NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo. lars.erikstad@nina.no  
Dagmar Hagen, NINA, 7485 Trondheim. dagmar.hagen@nina.no  
Marianne Evju, NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo. marianne.evju@nina.no  
Vegar Bakkestuen NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo. vegar.bakkestuen@nina.no

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>4</b>
<b>Innhold .....</b>	<b>5</b>
<b>Forord .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>7</b>
1.1 Sumvirkninger .....	7
1.2 Småkraft .....	8
1.3 Naturverdier og konsekvenser .....	9
1.3.1 Konsekvensanalyser og miljøvurderinger .....	9
1.3.2 Verdi og sårbarhet .....	10
1.3.3 Naturkarakter .....	10
1.3.4 Biologisk mangfoldkartlegging i kommunene .....	11
1.3.5 Naturtyper i Norge .....	12
1.3.6 Forholdet mellom naturtyper og forekomster av rødlistearter .....	13
1.4 Tema Naturmiljø .....	14
<b>2 Materiale og metoder .....</b>	<b>15</b>
2.1 Undersøkelsesområdet .....	15
2.2 Ressurskart .....	21
2.3 Terrengdata .....	23
2.4 Øvrige kartdata .....	23
<b>3 Resultater .....</b>	<b>26</b>
3.1 Småkraft i Nordland og urørte naturområder .....	26
3.2 Eksisterende regioninndeling .....	26
3.3 Viktige naturtyper .....	30
3.4 Kombinasjoner av naturtyper, tilstand og annen kilde til variasjon .....	35
3.5 Biologisk mangfold .....	36
<b>4 Diskusjon og konklusjon .....</b>	<b>38</b>
4.1 Generell vurdering .....	38
4.2 Skala .....	38
4.3 Modellering .....	39
4.4 Urørthet .....	39
4.5 Påvirkning av landskapstyper, naturtyper og lokal naturkarakter .....	40
4.6 Metodisk oppsummering .....	40
<b>5 Referanser .....</b>	<b>43</b>

## Forord

Arbeid med konsekvensanalyser er et felt der man hele tiden er i skjæringspunktet mellom enkle vurderinger basert på allment kjent kunnskap og vanskelige problemstillinger med manglende kunnskapsgrunnlag. Allikevel er det et krav at konsekvensutredningene skal være lett forståelige og beslutningsrelevante. Konsekvensanalysene dreier seg normalt om ett tiltak i et ganske begrenset område. Det er en utfordring å se slike enkelttiltak i en større sammenheng. Utbygging av småkraftverk representerer som oftest relativt begrensede inngrep. Det finnes imidlertid planer om mange småkraftverk, og spørsmålet om en bedre samordning og forståelse av hvordan konsekvensene av mange utbygginger virker i en større helhet er derfor aktuell.

Fylkeskommunene har fått et større ansvar for saksbehandlingen av småkraftverk, og Nordland fylkeskommune har i denne sammenheng arbeidet med en fylkesdelplan for småkraftverk for fylket. I denne sammenheng har NINA fått i oppdrag å gjennomføre et forprosjekt for å utvikle en metode for vurdering av sumvirkninger og analysere mulige sumvirkninger av småkraftverkutbygging i fylket. Utredningen omfatter tema naturmiljø, men det er lagt vekt på å benytte en metodikk som kan overføres også på andre utredningstema.

Prosjektet har foregått i noen korte sommer- og høstuker. Utgangspunktet har vært erfaringer og resultater fra NFR-prosjektet "Miljøeffekter av småskala kraftverk". Prosjektet har vært et forprosjekt og en del av løsningene som er valgt, er konseptuelle og skissemessige og har mangler i forhold til et helt ferdigutviklet forvaltningsrettet system. Vi håper allikevel at utredningen kommer til nytte og at den bidrar i arbeidet med en bedre forståelse av både sumvirkninger som begrep og småkraftutbygging i Nordland og hvilke konsekvenser denne utbyggingen kan få. Vi takker Nordland fylkeskommune for et godt samarbeid.

Oslo, september 2009

Lars Erikstad  
Prosjektleder



# 1 Innledning

## 1.1 Sumvirkninger

I forbindelse med nye naturinngrep og effekter av slike inngrep dukker ofte begrepet sumvirkning opp. Dette er et begrep som brukes noe forskjellig i ulike sammenhenger sammenhenger (Follestad 2009), både fordi sumvirkning ikke er klart definert og fordi det kan omfatte ulike forhold, for eksempel:

- a) Summen av virkning av større tiltak som ofte dekker store områder og der virkningene kan være forskjellige for ulike deler av det berørte området.
- b) Den samlede effekten av et tiltak på ulike fagtema i samme område (naturmiljø, friluftsliv, kulturmiljø, landskap, osv).
- c) Virkning av et tiltak vurdert i forhold til inngrep som finnes fra før og de som er under planlegging (totalt inngrepsbilde).
- d) Summen av virkningen av en gruppe tiltak av samme type innen et gitt område gjerne der virkningen av enkelttiltak vurderes som små.

Den første og andre forståelsen av begrepet vil normalt dekkes av en ordinær konsekvensundersøkelse eller miljøundersøkelse som dekker mange tema for et enkelt tiltak. Den nest siste definisjonen kalles gjerne "kumulativ effekt". En kumulativ effekt legger sammen mange effekter (fra ulike typer påvirkning) og går dermed videre enn begrepet sumvirkning slik vi bruker det her. Kumulativ effekt vil imidlertid være av betydning når konsekvensen av nye inngrep (eventuelt sumvirkningene av en serie nye inngrep) skal vurderes med hensyn til hvilken betydning dette eller disse inngrepene får.

Denne rapporten tar for seg den siste definisjonen, med fokus på hvordan det kan være mulig å vurdere summen av virkninger av et større utbyggingsprogram av mange små kraftverk i Nordland fylke.

Sumvirkningene over større områder er avhengig av størrelsen på området. Områdestørrelsen kan grupperes som:

- Lokal (dal, fjord, bygd, kommune)
- Regional (landskaps- eller naturregion, fylke, landsdel)
- Nasjonal (hele landet)

Dette er en enkel arealavgrensing, men den samme inndelingen er også ofte brukt til å beskrive naturverdier. Ulike typer verdier og ulike typer virkninger vil ha betydning på ulike nivåer. For eksempel vil inngrep i områder vernet etter naturvernloven ha et nasjonalt perspektiv som gjør det lite relevant å vurdere sumvirkninger lokalt. Derfor er det også spesielle regler for slike områder som gjør det ulovlig med inngrep og sikrer at eventuelle dispensasjonssøknader behandles med et overordnet perspektiv. Tilsvarende vil spørsmål om berørte rødlistearter ligge på et nasjonalt nivå. Listene representerer definert sårbarhet og truethet på nasjonalt nivå. Derfor er det forutsatt at inngrep som truer rødlistearter også må vurderes på et overordnet nivå.

Når det gjelder andre inngrep, er virkningene av disse ofte lokale i sin karakter. Slike lokale virkninger kan ha stor lokal betydning, og summen av en serie lokale virkninger kan ofte ha betydning utover det lokale nivået slik som vist i listen ovenfor. Ved vurdering av sumvirkninger av en serie eksisterende inngrep kan dette gjøres konkret ut fra kunnskap om de faktiske inngrepene. Ved vurderinger av en tenkt eller mulig inngrepsmengde i fremtiden må man se mer overordnet på inngrepsbildet, og når de konkrete inngrepene ikke er kjent, må man søke å skille mellom høy og lav sannsynlighet for gitte inngreps typer. For eksempel er sideinngrep viktige

ved bygging av småkraftverk (veibygging, nedgravde rør, kraftlinjer) eksempel på data som kan si noe om sannsynlig omfang av slike sideinngrep, kan være avstand til eksisterende veg.

Vurdering av sumvirkningene må inkludere hensyn til eksisterende verdier og se disse i sammenheng med den totale mengde av tilsvarende verdier innenfor det aktuelle området. Lokale naturverdier bør holdes opp mot helheten i de lokale naturforhold. På denne måten får man et vurderingssystem som både tar tilbørlig hensyn til lokale forhold, men også dekker opp den lokale betydningen i en større sammenheng. Dette er en parallell til begrepet "nasjonale (evt. regionale og lokale) ansvarsarter".

Sumvirkninger bør vurderes relativt til en overordnet helhet for eksempel på arealstørrelse (lokal, regionalt, nasjonalt) og et fastlagt system for naturbeskrivelse. Naturtyper i Norge (NiN) ([www.artsdatabanken.no](http://www.artsdatabanken.no)) er et prosjekt i regi av Artsdatabanken som har kommet fram med en ny og systematisk beskrivelse og klassifikasjon av natur. NiN forutsettes å bli tatt i bruk i generell naturforvaltning. Fordi dette inndelingssystemet omfatter ulike skalaer og representerer en mer omfattende systematikk enn tidligere systemer, gir den et grunnlag for å sammenligne resultater mellom ulike forvaltningssystemer.

For å kunne gjennomføre en sumvirkningsanalyse, trengs arealdekkende data over natursystemer, naturverdier og inngrepsbildet. Det er en utfordring at slike data normalt ikke finnes arealdekkende og i den detalj som er ønskelig. Det er derfor nødvendig å gjøre utvalg av de viktigste problemstillingene som lar seg analysere, og ta i bruk eksisterende arealdekkende data som kan kobles til relevant naturvariasjon. Dette gir grunnlag for å modellere egenskaper av betydning der det ikke finnes tilgjengelige data.

Sumvirkningsanalysen kan konsentreres om elementer og egenskaper som har strategisk betydning knyttet til temaet, for eksempel sum av planlagte tiltak knyttet til bestemte tema som ulike elvetyper, primærinngrep (regulering av elva) og sideinngrep som nedgraving av vannvei og bygging av veier. Analysen kan knyttes til spesifikke områder (fylke, kommune, region) og vil på denne måten gjøre det lettere å spesifisere hvordan man skal få bygget inn viktige avbøtende tiltak i omsøkte prosesser slik at den totale negative konsekvensen for naturen kan reduseres og samtidig at søknadsprosessene blir mer forutsigbare.

## 1.2 Småkraft

Småkraft er en fellesbetegnelse på kraft fra små kraftverk, oftest uten behov for reguleringsmagasin. Småskala kraftverk omfatter mikrokraftverk, minikraftverk og småkraftverk, definert av anleggsstørrelse på respektive: <100 kW, 100-1000 kW og 1-10 MW (<http://www.nve.no/no/Konsesjoner/Vannkraft/Smaakraft/>). Interessen for utvikling og utbygging av småskala kraftverk har hatt en sterk økning de senere årene. Småkraft blir markedsført som grønn og miljøvennlig energisatsing, i hovedsak begrunnet med at det produseres kraft som ikke medfører utslipp av klimagasser.

Til tross for at dette regnes som grønn energi, er det ikke tvil om at utvikling av småkraft medfører tekniske inngrep, og dermed har effekt på naturen i influensområdet. I en del områder er det stor tetthet av foreslåtte prosjekter, slik at mulige effekter må vurderes på større geografisk skala enn hvert enkelt prosjekt isolert. Dette medfører et behov for å inkludere sumvirkningsanalyser som en del av planleggingen.

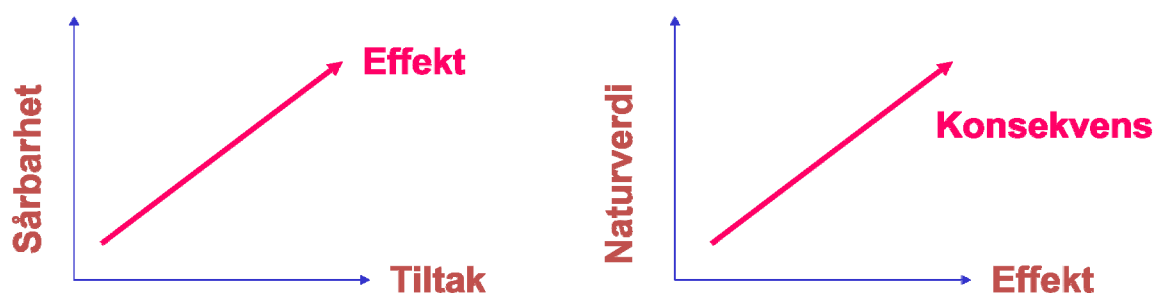
Effektene av småkraft må sees i sammenheng med hva et småkraftverk faktisk representerer av inngrep eller påvirkning. Her er det nyttig å dele inn i direkte påvirkning på vannstrengen og eventuelt inntaksvann, påvirkning på sideterreng og bygninger/installasjoner:

- Direkte påvirkning av vannstrengen er primært knyttet til endret vannføring, både i form av mengde vann til ulike tider, fordeling av vannet gjennom året og utslipp av vannet nedenfor kraftstasjonen. Arter som lever i selve elva eller som lever i habitater som er avhengig av fuktighetstilførsel fra elva, påvirkes av endret vannføring. Dette kan påvirke både sjeldne og vanlige arter.
- Påvirkning på sideterreng er primært knyttet til utvikling av infrastruktur som veg og rørgate og ved behov for styrking av kraftnettet. Omfanget av tilleggsinngrep varierer svært mye mellom prosjektene, men kan være arealmessig omfattende. Omfanget avhenger av faktorer som avstand til eksisterende veg, trasévalg (terreng, vegetasjonstype, type toppmasser), grunnforhold (omfang av sprengning), størrelsen på kraftverket (rørdimensjon og krav til vegstandard i byggefasen). I tillegg vil tilgangen på masser og håndtering av masseoverskudd/-underskudd påvirke omfanget av inngrep. Slike sideordna inngrep kan representere den største negative miljøeffekten av prosjektet, både for landskapsverdier og biologisk mangfold.
- Tekniske installasjoner og bygninger er en selvsagt del av slike prosjekter og omfatter inntaket med inntaksdam, kraftverksbygning og utløpet nedenfor kraftverket. I tillegg kommer riggområder (for håndtering og lagring av utstyr og byggemateriell). Effekter for biologisk mangfold og landskap kan variere mye, mellom annet avhengig av plassering og arealomfang.

## 1.3 Naturverdier og konsekvenser

### 1.3.1 Konsekvensanalyser og miljøvurderinger

Ved gjennomføring av tiltak over en viss størrelse eller omfang er det krav om at tiltaket skal konsekvensvurderes etter Plan og bygningsloven. Det er etablert en fast metodikk for dette og etablert ulike veiledere knyttet til ulike typer tiltak (NVE 1998, Vegdirektoratet 2006). Formålet med en konsekvensanalyse er å etablere et beslutningsrelevant kunnskapsgrunnlag i planleggingen av tiltaket. Viktig informasjon som er nødvendig for å gjennomføre analysen er knyttet til selve tiltaket (hva slags inngrep, omfang og lokalisering av inngrep m.v.), sårbarheten for de områder som blir berørt og verdien av disse områdene (**figur 1**).



**Figur 1.** Sammenhengen mellom sårbarhet, verdi og konsekvens i en konsekvensanalyse (Erikstad 1997). Oversikten er lik den som angis i Vegdirektoratets håndbok 140, men der benyttes begrepet konsekvens i stedet for effekt og konsekvensens betydning istedenfor konsekvens.

For mindre tiltak er det ikke et krav å utføre konsekvensanalyser, og dette inkluderer også utbygging av små kraftverk. Det er etablert en praksis knyttet til saksbehandlingen av små kraftverk der det utføres en redusert konsekvensvurdering som i denne sammenheng kalles miljøundersøkelse (Korbøl et al. 2009). Ved en slik standard miljøundersøkelse er det en oppgave ut fra spesifikasjoner om tiltaket å vurdere virkningene av tiltaket eventuelt ut fra gitte prioriteringer eller forestillinger om hvilke type virkninger som er viktigst. Per i dag legges det normalt størst vekt på landskapsvirkninger og virkninger på rødlistede arter.

Et problem som oppstår i denne sammenheng, er at det ofte finnes mange planlagte småkraftverk i enkelte områder, og det gjør det vanskelig å gjøre miljøvurderinger for hvert enkelt av prosjektene uten å se tiltaket i sammenheng med de øvrige planene (sumvirkning).

Ved å gå inn på sumvirkningsanalyser nærmer man seg et område som kalles strategisk konsekvensanalyse (: <http://www.unep.ch/etu/publications/textONUBr.pdf>). En av de viktige egenskapene som skiller strategiske konsekvensanalyser fra ordinære konsekvensanalyser, er en større usikkerhet knyttet til det aktuelle politikk/tiltaksprogrammet (generelle målsettinger) en det som er vanlig i normale konsekvensanalyser. I Norge er strategisk konsekvensanalyse blitt innarbeidet i lovverket bl.a. ved krav om konsekvensvurdering av planer (for eksempel kommuneplaner) og ved etablering av fylkesdelplaner for eksempel småkraftverk og vindkraftverk.

Selv om man ved slike analyser er interessert i summen av virkninger fra mange tiltak mer enn virkningen av hvert enkelt tiltak, er det klart at den grunnleggende forståelsen av tiltakene og deres virkning må ligge til grunn. Det er derfor rimelig å ta utgangspunkt i prinsippene for konsekvensvurderinger og det innebærer en bevisst holdning til sårbarhet og naturverdi (**figur 1**), men også til den store variasjon i inngrepstyper som finnes ved småkraftutbygging.

### 1.3.2 Verdi og sårbarhet

Uavhengig av om det gjøres en full konsekvensvurdering eller en enklere miljøundersøkelse er begrepene verdi (Erikstad m.fl. 2008) og sårbarhet (Kværner m.fl. 2007) avgjørende for analysen (**figur 1**). Naturverdier deles ofte inn i tre kategorier; nasjonale verdier, regionale verdier og lokale verdier. Nasjonale verdier er normalt knyttet til områder vernet etter naturvernloven, verneplan vassdrag, nasjonale registrerte verdier, Inngrepsfrie områder (INON), samt nasjonale strategier knyttet til sårbarhet og truetet og ellers områder som vurderes å være av nasjonal betydning etter gitte kriterier. I konsekvensvurderinger blir det ofte en konsentrasjon om slike nasjonale verdier fordi det er allmenn enighet om at disse er spesielt viktige. Mange av naturverdiene som blir berørt ved ulike tiltak, er imidlertid av lokal karakter. Lokal verdi kan i denne sammenheng oppfattes som verdier som ikke fanges opp gjennom nasjonale verdikriterier og strategier. I konsekvensanalysesammenheng kalles ofte lokale verdier for "liten" verdi. Denne kategoriseringen representerer et problem fordi den indikerer at disse verdiene ikke er så viktige, slik at man ikke trenger å ta hensyn til dem. Dette er imidlertid ikke riktig.

- Lokale verdier er viktige for lokalmiljøet. Et tiltak (prosjekt) er bedre hvis slike lokale verdier ikke blir ødelagt unødig selv om de ikke omfattes av nasjonale strategier.
- Mange inngrep i lokale verdier i et lokalmiljø kan summere seg opp til et inngrepsbilde som endrer lokal eller regional naturkarakter.
- Mange inngrep i lokale verdier i et lokalmiljø kan summere seg opp til et inngrepsbilde som påvirker verdier på nasjonalt nivå.

### 1.3.3 Naturkarakter

Landskapskarakter er et begrep som fanger opp betydningen av det lokalt typiske (Clements 2009). Dette er et begrep som er knyttet til et tverrfaglig landskapsbegrep med innslag av naturforhold, kulturlandskap og visuelle/estetiske forhold. Ofte er grunnleggende egenskaper ved

landskapskarakteren knyttet til naturforholdene, gjerne koblet til geologi og landformer i kombinasjon med vegetasjon og menneskelig utnytting av naturressurser. For å spesifisere naturbidraget til landskapskarakteren kan vi snakke om lokal naturkarakter. Naturkarakteren har et stort overlapp med landskapskarakteren, men vil også kunne inneholde viktig naturvariasjon på mindre skala enn landskapsskalaen. Dette kan knytte seg til naturtyper og artsforekomster som normalt ikke dominerer i landskapsbildet. I denne rapporten bruker vi begrepet naturkarakter for å indikere lokale naturverdier som summerer seg opp til å bli viktig for lokalmiljøet.

Det er behov for å forbedre forståelsen og karakteriseringen av lokale verdier. Når lokale verdier defineres med de samme kriteriene som man anvender ved identifisering av nasjonale verdier og blir oppfattet som mangel på nasjonal verdi eller som liten verdi, representerer dette et problem for planleggingen i forhold til alle de tre punktene som er nevnt ovenfor. Her trengs et utviklingsarbeid for å systematisere erfaringer og kriterier på en bedre måte enn det vi har i dag. Et viktig poeng ved utvikling av gode kriterier for lokale verdier er å gjøre verdikriteriet "representativitet" viktigere enn "sjeldenhet", det vil si øke betydningen av "det typiske" i forhold til "det unike".

Det er ikke uvanlig at lokalt vanlige og representative naturverdier kan være sjeldent i en større sammenheng. Dette er erkjent i forholdet mellom nasjonalt og internasjonalt nivå gjennom et begrep som ansvarsarter. Her møtes verdikriteriene "representativitet" og "sjeldenhet" i en videre geografisk sammenheng. Det typiske ett sted er viktig for en større helhet, og en god forvaltning av det som er lokalt typisk, vil bidra til å opprettholde det totale mangfoldet.

### 1.3.4 Biologisk mangfoldkartlegging i kommunene

Alle landets kommuner skal gjennomføre en kartlegging og verdisetting av viktige områder for biologisk mangfold etter bl.a. Direktoratet for naturforvaltnings håndbok 13 (Direktoratet for naturforvaltning 2007). I alt er 56 naturtyper beskrevet i håndboken. Disse prioriterte naturtypene er spesielt viktige i biologisk mangfold-sammenheng. OEDs retningslinjer for små kraftverk (OED 2007) slår fast at det vil være naturlig å ta utgangspunkt i kommunenes kartlegging av biologisk mangfold i en planprosess. I utarbeidelse av en fylkesdelplan for vindkraft i Nordland (Nordland fylkeskommune 2009) har data fra ulike databaser, inkludert naturtypedata fra Naturbase, blitt brukt til å si noe om hvor i fylket naturverdier sitter og hvor potensielle konflikter mellom naturverdier og vindkraft er lokalisert.

I småkraftsammenheng er det først og fremst naturtypene "Bekkekløft og bergvegg" og "Fossesprøytsoner" som vil bli direkte påvirket av tiltak, i form av redusert vannføring. Fossesprøytsoner omfatter åpne kanter omkring fosser, og er naturlig treløse med en tett vegetasjon av moser, gras og urter. Naturtypen er karakterisert av konstant fuktighet, lave temperaturer og lokale vinder i fossens umiddelbare nærhet. Naturtypen inkluderer vegetasjonstypen "fosseeng" (Fremstad 1997), som er klassifisert som noe truet (Fremstad & Moen 2001). Vassdragsreguleringer er den største trusselen mot slike fosseenger, som er betinget av at elven har hatt et bestemt mønster i vannføringen gjennom lengre tid.

Naturtypen "Bekkekløft og bergvegg" finnes "der bekker eller mindre elver skjærer seg ned i bratte liser." (Direktoratet for naturforvaltning 2007). Naturtypen kan inneholde flere viktige elementer for biologisk mangfold, slik som elv eller bekk, rasmark, steinblokker, bergvegger, død ved og gamle lauv- og bartrær, og den kan inneholde et mangfold av vegetasjonstyper på et begrenset areal. Bekkekløfter karakteriseres av konstant høy fuktighet og vekslinger i naturforhold, og kombinert med liten tilgjengelighet, har mange bekkekløfter hatt stabile miljøforhold over lang tid. Stor artsrikdom av mange organismegrupper er derfor vanlig. Kartleggingsstatus for fossesprøytsoner angis som middels og for bekkekløfter som dårlig i DN-håndbok 13 (Direktoratet for naturforvaltning 2007).

### 1.3.5 Naturtyper i Norge

Etter den nye loven om naturens mangfold som ble vedtatt i Stortinget våren 2009 er begrepet naturtype definert som:

*'Naturtype: ensartet type natur som omfatter alt plante- og dyreliv og de miljøfaktorene som virker der, eller spesielle typer naturforekomster som dammer, åkerholmer, geologiske forekomster eller lignende'.*

Det er viktig å legge merke til at dette er en vid definisjon som omfatter både det biologiske og det geologiske mangfoldet. Naturtypebegrepet er ikke nytt, men har lenge vært i bruk i naturforvaltningen. Det ligger til grunn for den omfattende kartleggingen av biologisk mangfold i kommunene, men da med prioritet til en utvalgt serie med naturtyper som ble ansett å være av særlig stor betydning å få dekket opp i forbindelse med kommunal planlegging (Direktoratet for naturforvaltning, Håndbok 13). Gjennom det nye systemet "Naturtyper i Norge" (NiN) ([www.artsdatabanken.no](http://www.artsdatabanken.no)) er det utviklet et klassifikasjons- og beskrivelsessystem (Halvorsen et al. 2008) som vil få stor betydning for naturforvaltningen videre framover. Systemet er basert på kunnskap om viktige miljøgradienter som styrer økologiske forhold. Eksempel på slike miljøgradienter er næringgradienter, fuktighetsgradienter og forstyrrelsesgradienter. NiN har delt inn naturen på fem ulike naturtypenivåer (livsmiljø, natursystem (økosystem), landskapsdel, landskap og region).

Innen hver enkelt NiN-klasse vil det forekomme større eller mindre variasjon som ikke fanges opp av selve inndelingssystemet. Dette er bygget inn i et eget beskrivelsessystem som er knyttet opp mot definerte kilder til variasjon. En av flere slike kilder til variasjon er *tilstand* (Halvorsen et al. 2009) som er særlig relevant for konsekvens- og sumvirkningsanalyser. En annen kilde til variasjon er landformvariasjon (Erikstad et al. 2009a), som er viktig i vassdragssammenheng for å beskrive for eksempel elveløp.

Det er egenskaper ved naturtypene som gir grunnlag for å beskrive naturkarakteren og som er sentrale for å forstå lokale naturverdier. Dersom naturtypen fungerer som et synlig landskapselement, betyr det at denne delen av naturkarakteren også bidrar til landskapskarakteren. Det er en nær sammenheng mellom naturkarakter og landskapskarakter. Det er en utfordring å benytte disse to begrepene parallelt uten en større samordning mellom utredningstemaene naturmiljø og landskap enn det som tradisjonelt har vært vanlig i norsk konsekvensanalysepraksis. I denne sammenheng er det viktig også å se til utredningstema kulturmiljø, som er nært sammenvevd med både naturmiljø og landskap, særlig på overordnede skalanivåer (landskapsnivå). **Tabell 1** viser eksempler på naturtypebegreper fra NiN av betydning for lokal naturkarakter og med spesiell betydning for utbygging av små kraftverk.

Gjennom å endre naturkarakteren i landskapet endres hele landskapet, mens endring av andre elementer i det samme landskapet ikke får tilsvarende effekt. Et eksempel kan være et fjord- eller dalmiljø med bratte fjordsider og tallrike sideelver i foss, fossestryk og bekkekløfter. Avhengig av vannføringen vil dette være en viktig del av naturkarakteren som i det minste periodvis (ved stor vannføring) er et viktig element i landskapskarakteren.

En slik landskapsdannende foss kan alene være et slikt karakterelement. Det betyr at det faktisk kan være det første prosjektet i et større område som "velter" naturkarakteren, dersom det representerer en avgjørende verdi for landskapet og artene. I andre tilfeller kan elvene og bekkene være mer likeverdige både når det gjelder natur- og landskapskarakter, og flere prosjekter i samme området kan godt tenkes gjennomført uten at dette påvirker verken natur- eller landskapskarakter. Utfordringen ligger i å fange opp og beskrive de egenskapene som gir området karakter.

Ved bruk av digitale kartanalyseteknikker (GIS) og eksisterende data (geografiske, klimatiske, biologiske, geologiske) kan vi komme langt på vei i beskrivelsen og analysen av den abiotiske

delen av naturkarakteren. Ved å koble dette til kunnskap om livsmiljø for enkeltarter og artsgrupper kan vi være et steg nærmere å identifisere en helhetlig analyse av både det geologiske og det biologiske mangfoldets bidrag til naturmiljøets verdier. Det vil da være mulig å analysere effekten av et eller flere inngrep med tanke på virkningene av disse inngrepene hver for seg så vel som virkningen av summen av serier av inngrep. Mangelfull tilgang på relevante, stedfesta data om naturtyper og delvis dårlig kunnskap om enkeltarters miljøpreferanser er i denne sammenheng en utfordring.

**Tabell 1.** *Eksempler på naturtypebegreper brukt i Naturtyper i Norge (NiN) som er spesielt viktige i forbindelse med utbygging av små kraftverk. Begrepene landskapsdel, natursystem og landskapstype er inndelingssystemer på ulikt naturtypenivå i NiN, mens begrepene tilstand og landform er knyttet til ytterligere variasjon utover selve inndelingen.*

Begrep	Forholdet til NiN	Forholdet til lokal naturkarakter
Foss og fossestryk	Underkategori av <b>landskapsdel</b> elveløp, inkluderer natursystem fossesprutsone	Landskapselement, <b>landform</b> , artsmangfold.
Bekkekløft	Omfatter <b>landskapsdel</b> skogs-bekkekløft	Landskapselement, <b>landform</b> , artsmangfold
Marmorområder	Inkluderer <b>natursystem</b> grotter samt ulike geologiske naturtyper (spesiell naturtype)	Spesielle naturtyper (se naturtype-definisjonen ovenfor), <b>landform</b> , artsmangfold
Fjord og dalsider	Del av <b>landskapstypen</b> fjord og dallandskap. <b>Tilstand</b> definerer urørthet.	Landskapsvariasjon, artsmangfold

### 1.3.6 Forholdet mellom naturtyper og forekomster av rødlistearter

Rødlisten er en liste over arter som ut fra sin sårbarhet defineres som mer eller mindre truet av utryddelse. Det er en nasjonal strategi å stoppe tap av artsmangfold, og bruk av rødlisten er viktig i strategien for å oppnå dette. Kartlegging av rødlista lav og moser er tillagt stor vekt ved miljøundersøkelser for små kraftverk (L' Abée-Lund et al. 2005, Korbøl et al. 2009).

Det er imidlertid like viktig å kartlegge potensielle leveområder for sjeldne arter som å kartlegge artens faktiske forekomst på et gitt tidspunkt. Artens forekomst kan endres over tid – individer og populasjoner vokser, formerer seg og dør. Forekomsten av livsmiljø er avgjørende for at arten kan finnes i et område over tid. Kartlegging av potensielle leveområder for arter innen et større geografisk område (dvs større enn et enkelt småkraftprosjekt) forutsetter kunnskap om hvilket miljø/habitat arten trenger. For mange av artene vet vi ikke nøyaktig hvilke miljøkrav de har og hvor store miljøendringer de tåler. Men for de fleste arter finnes det noe kunnskap om hvilken naturtype de foretrekker.

En modell som utleder "sannsynlighet for å finne en gitt art" må inneholde data om artens preferanser og data om miljøforhold på lokalitetsnivå (om klima/geologi/landskap/etc). Relasjonen mellom art og miljø er avgjørende for å kartlegge potensielle livsmiljø. Artens livsmiljø angir artens potensial innen et gitt areal, men en sjelden art vil ikke finnes i alle sine livsmiljø. Noen arter er sjeldne nettopp fordi deres livsmiljø er sjeldent. Andre arter kan være sjeldne selv om deres livsmiljø er vanlig. I slike tilfeller kan det være populasjonsbiologiske eller andre forhold

som er begrensende for utbredelsen. I en utredning av miljøkonsekvenser er påvirkning av *livsmiljø* nesten like viktig som påvirkning av faktiske *artsforekomster*.

Miljøet i og langs elver og vassdrag er leveområde for mange arter. Noen arter er spesialister, og det skal trolig svært små miljøendringer til før det får betydning for arten på en gitt lokalitet. Forekomsten av tilsvarende livsmiljø i nærheten kan være helt avgjørende for at arten fortsatt skal finnes i området. En sjelden art med svært "sære" og sjeldne livsmiljø vil være spesielt sårbar. Noen arter er både spesialister og sjeldne, eks nurkblygmose - *Seligeria pusilla* (rødlista moseart) som lever i fossesprutsone (tåler ikke regn eller sol, avhengig av dusj fra fossesprut i rikt berg), men det finnes også vanlige spesialister. Andre arter er generalister, de forekommer i ulike typer livsmiljø. De er mer tilpasningsdyktige i forhold til endringer og kan overleve i et annet livsmiljø dersom leveområdet deres blir forringet eller ødelagt. Generalister kan også være både vanlige og sjeldne, men hovedtrusselen mot disse er ikke først og fremst knyttet til forekomsten av et spesielt livsmiljø.

## 1.4 Tema Naturmiljø

Denne rapporten omfatter utredningstema naturmiljø. I konsekvensanalyser er dette normalt et av flere utredningstema. Temaet er omfattende og omfatter alt dyreliv og planteliv, men også geologi, landformer og relasjoner mellom alle disse, for eksempel økologiske sammenhenger og prosesser, landskapsøkologi med videre. Det er vanlig å avgrense temaet for å hindre at utredningen blir alt for omfattende og for å sikre at de ulike elementene innen temaet blir tilstrekkelig grundig behandlet. Prioritering av hvilke tema som en utredning bør omfatte, er en viktig del av hele konsekvensvurderingen og bør være gjenstand for en systematisk metode før innholdet i utredningsprogrammet fastsettes. Denne prioriteringen bør gjennomføres i hvert enkelt tilfelle ut fra kjennskap til det aktuelle inngrepet. En slik overordnet gjennomgang i oppstartsfasen av konsekvensvurderinger kalles for "scoping" (Teslie et al. 2006). Ofte gjøres imidlertid slike prioriteringer knyttet til mer generelle veiledere i forbindelse med mindre og svært spesifiserte tiltakstyper som for eksempel småkraftverk kan denne type svært generell scoping til tider bli i groveste laget med den følge at det utføres undersøkelser som strengt tatt ikke er nødvendige og på den andre side at det ikke utføres undersøkelser som hadde vært nyttige.



## 2 Materiale og metoder

### 2.1 Undersøkellesområdet

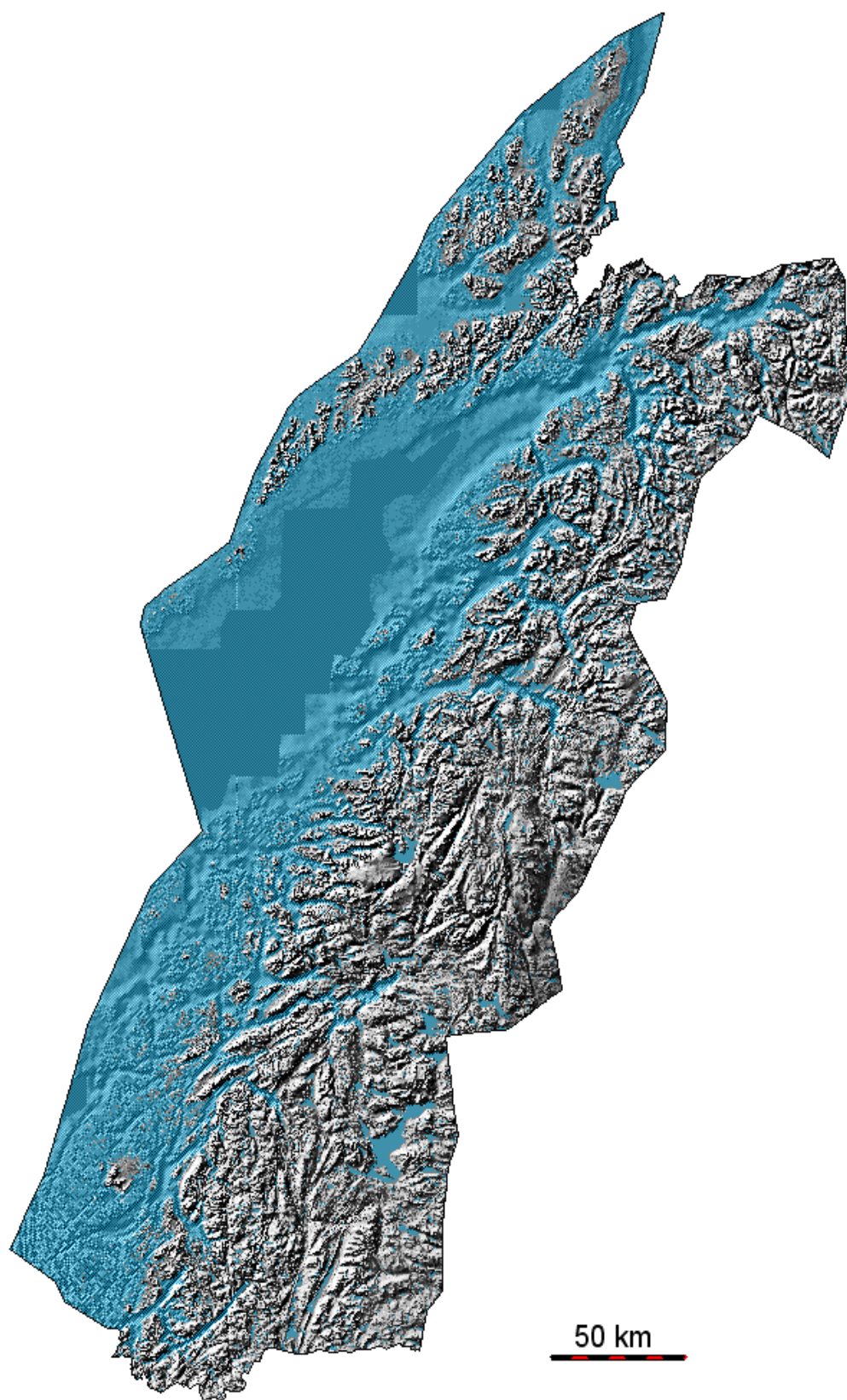
Nordland er Norges nest største fylke med et landareal på mer enn 38 000 km<sup>2</sup> samt betydelige mengder vanndekket areal. Hovedtrekkene i landskapet kan etter NiN systemets landskapsinndeling (Erikstad et al. 2009b) deles i følgende kategorier:

- Strandflaten (grunt hav og øy/skjærgårdsområdet langs hele kysten). I hovedsak mellom 50 meter over og under dagens havnivå. Som oftest en skarp avgrensing mot kontinentalsokkelen og dypere vann i vest og mot fjell i øst.
- Fjordlandskap
- Dallandskap
- Ås og fjelltopplandskap som representerer resten av landskapet. Denne landskapstypen har svært ulik karakter ut fra høydeforskjeller og landformer. I Nordland er det relativt vanlig med høye fjell langt ut mot kysten. Disse er ofte preget av alpine landformer med botner og tinder. Som oftest er landformene i fjellet i innlandet roligere og mer avrundete. Deler av fjellandskapet er dekket av bre.

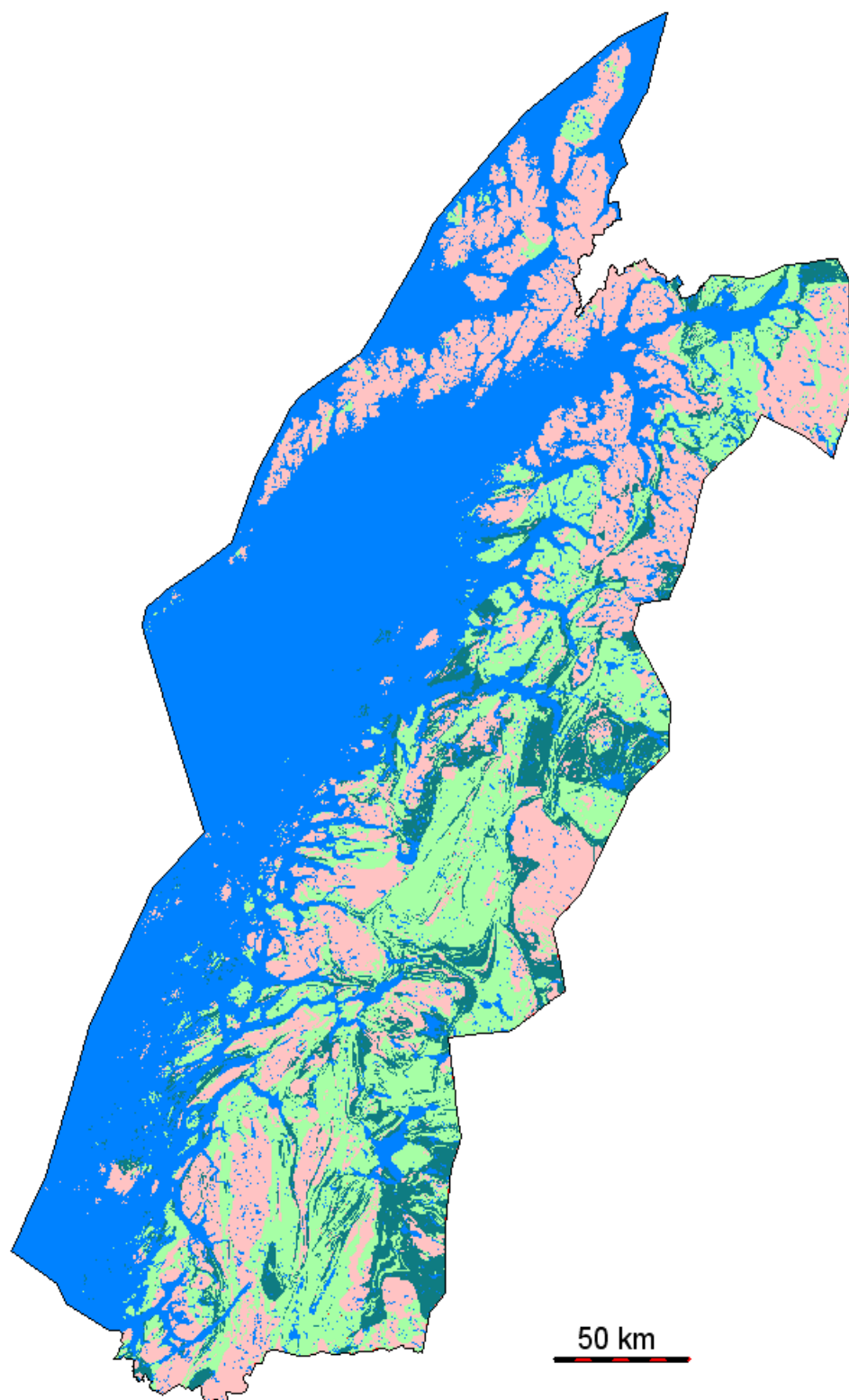
**Figur 2** viser et terrengskyggekart med landformstrukturer både over og under dagens havnivå. Kartet illustrerer stor terrengvariasjon som gir fylket store landskapskontraster over ganske korte avstander. Berggrunnen i Nordland er også preget av sterke kontraster fra store områder med fattige bergarter (gneis og granitt) til omfattende arealer med kalkrike bergarter som marmor og dolomitt (**figur 3**). De hardeste og fattigste bergartene står ofte fram i høye fjellpartier, og stedvis er blankskurte fjellsider i disse fjellpartiene nesten uten vegetasjon og utgjør et viktig karaktertrekk ved landskapet. Et annet viktig karaktertrekk er marmorområdene. Nordland har mest marmor av alle fylker i Norge. Ved siden av generelt rik vegetasjon er tettheten av kalkgrotter og ulike kalkoppløsningsfenomener en viktig del av Nordlands naturarv.

Det finnes også betydelige arealer av skog (**figur 4**). Skogen og vegetasjonen forøvrig varierer betydelig i forhold til berggrunnsgeologi og klima. Klimaet varierer blant annet med høyde over havet og avstanden fra kysten. I forhold til vegetasjonen er det vanlig å dele disse to klimaelementene inn i vegetasjonssoner, som i hovedsak styres av temperaturen (**figur 5**), og vegetasjonsseksjoner, som i hovedsak styres av nedbør (**figur 6**). De høyeste nedbørverdiene finnes mot vest.

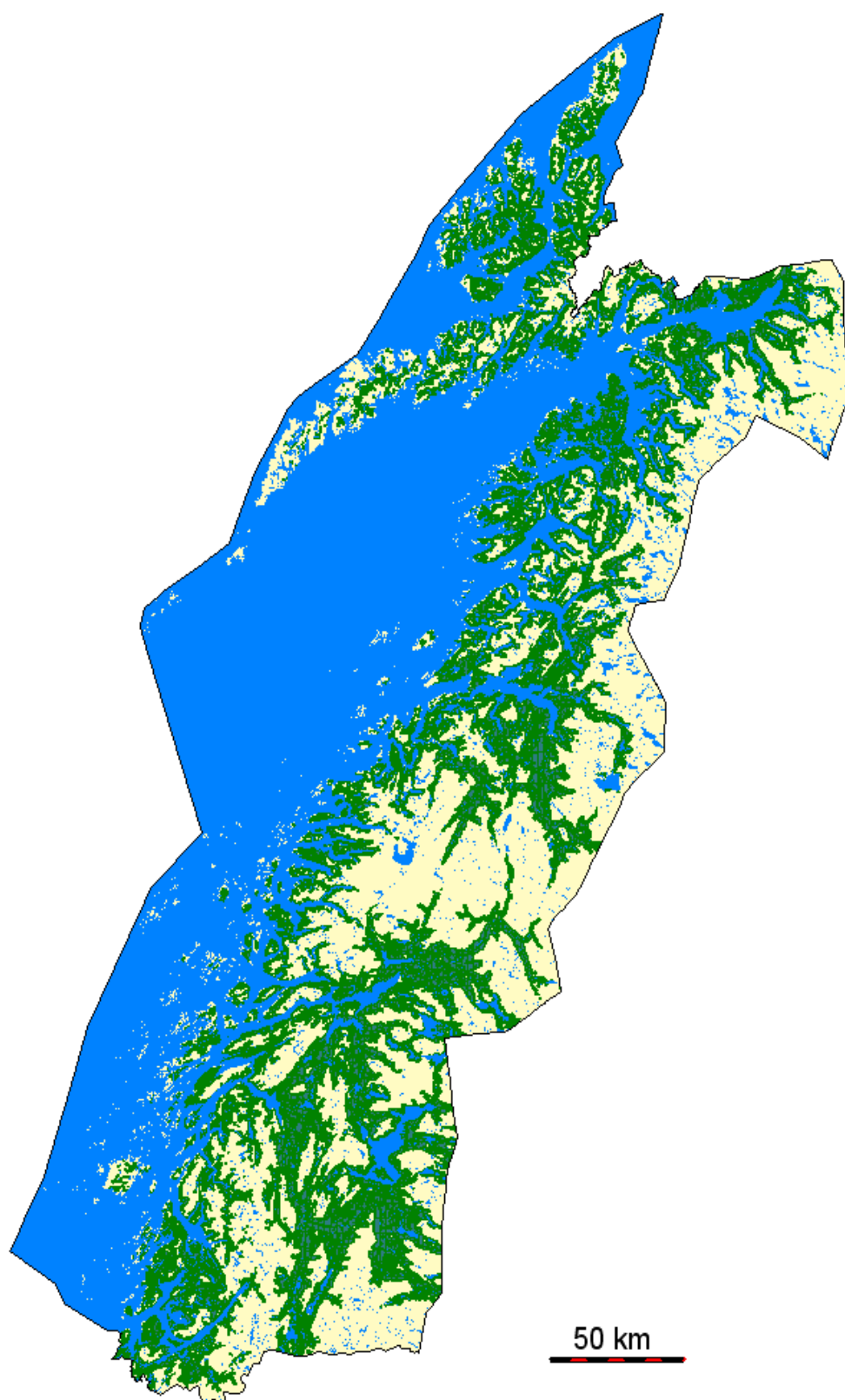
Kombinasjonen av høye fjell og mye nedbør gir gode muligheter for utbygging av vannkraft. Dette gjelder både store kraftutbygginger så vel som småkraft. Størst fall finnes i forbindelse med dal- og fjordlandskapet der avstanden mellom vann og elver i fjellandskapet og dalbunnen er minst og høydeforskjellene størst.



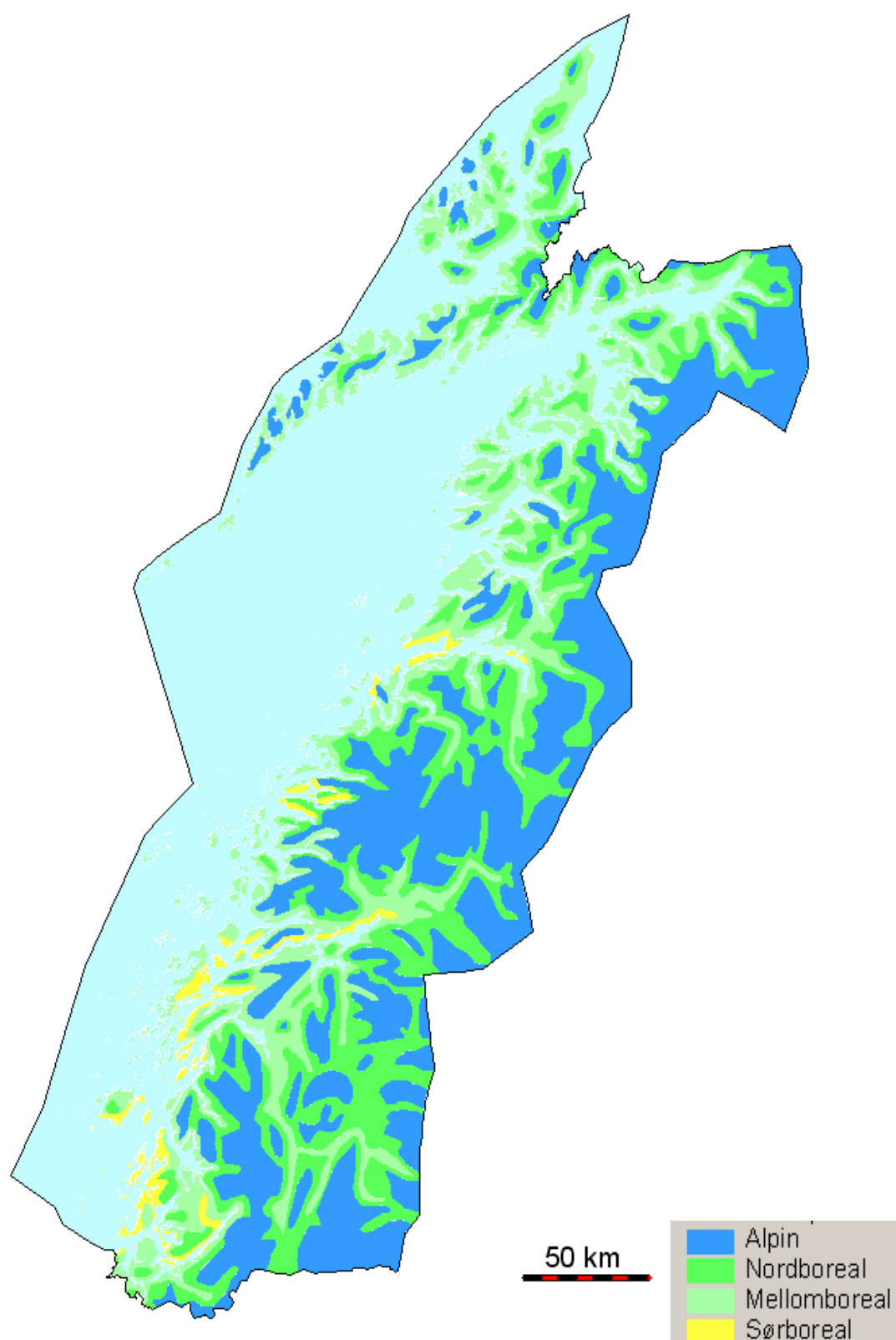
**Figur 2.** Terrengskyggekart for Nordland som viser variasjonen i terrengformene både over og under havnivå. Deler av det marine området mangler data. Datagrunnlag: Norge Digitalt.



**Figur 3.** Berggrunnskart over Nordland der berggrunnen er delt i følgende klasser: Rik berggrunn (marmor, dolomitt, kalkstein) vises som mørk grønn farge, middels rike bergarter vises som lys grønn farge, fattige bergarter (gneis granitt) vises som lys rød farge. Grunnlagsdata: Norges Geologiske Undersøkelse.

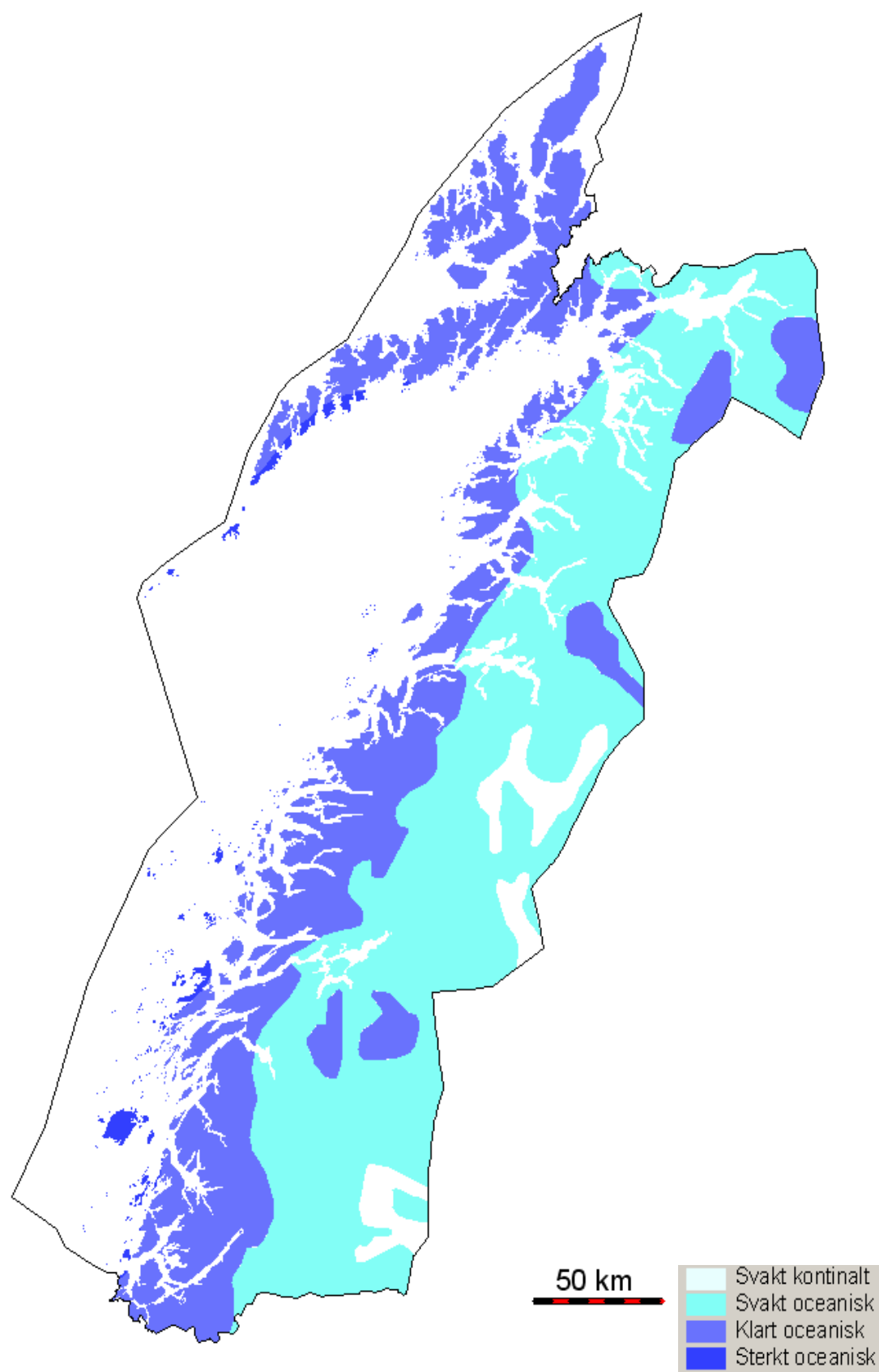


**Figur 4.** Skog i Nordland (grønn farge). Data: Norge Digitalt.



**Figur 5.** Vegetasjonssoner i Nordland. Data: Vegetasjonsatlas for Norge (Moen 1998).





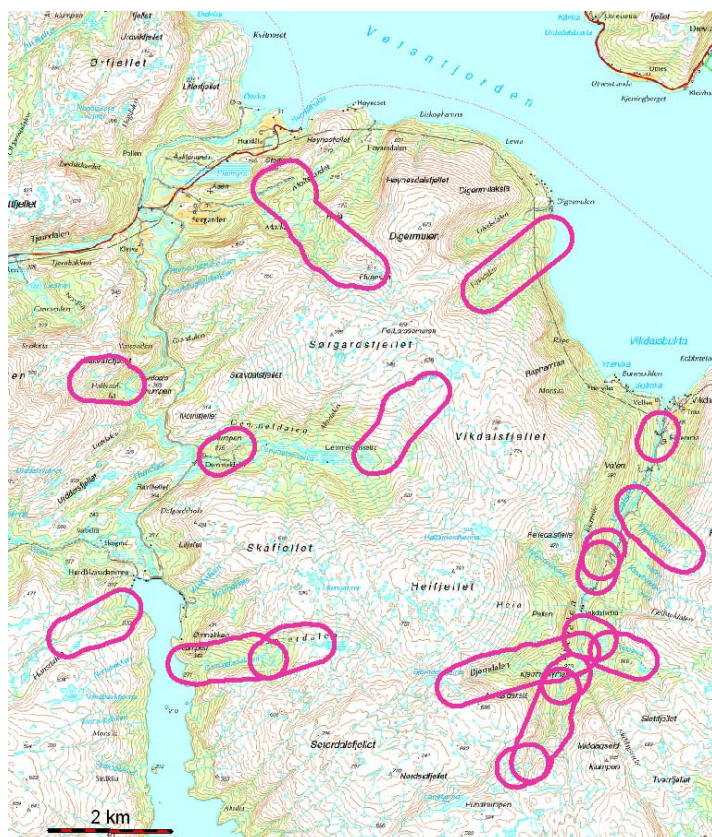
**Figur 6.** Vegetasjonsseksjoner i Nordland. Data: Nasjonalatlas for Norge (Moen 1998).

## 2.2 Ressurskart

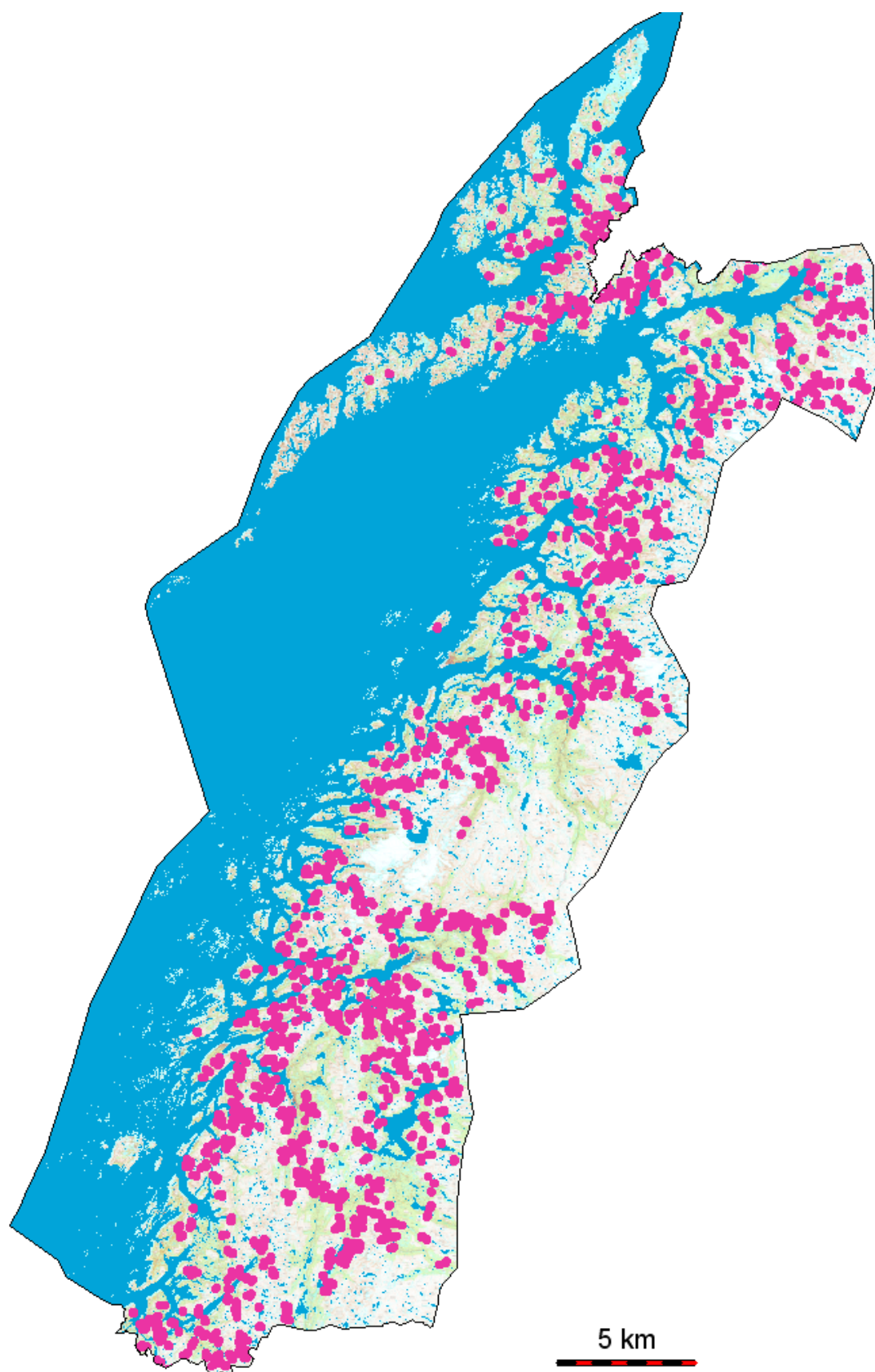
NVE har laget et kart over mulige småkraftverkprosjekter for hele landet. Kartet er basert på en kartmessig modellering av terreng og hydrologi i kombinasjon med elementer (som for eksempel avstand til vei) som påvirker kostnadene ved en utbygging ([www.nve.no](http://www.nve.no)). Kartet inkluderer prosjekter med følgende egenskaper:

- øvre utbyggingspris på 5 kr/kWh
- effekt mellom 50 og 10000 kW
- vannføring mellom 0,05 og 25 m<sup>3</sup>/s
- fallhøyde mellom 10 og 600 m

Ressurskartet omfatter ikke nedbørfelt som omfattes av verneplan for vassdrag og store vernede områder. Kartet omfatter lokalisering av mulig kraftstasjon, inntak og vannvei, men markerer ikke berørt elvestrekning. I forskningsprosjektet "Miljøeffekter av småskala vannkraft" (som er et samarbeid mellom NORSKOG og NINA og finansiert av Norges Forskningsråd) har vi gjennomgått kartet fra NVE og markert berørt elvestrekning for de aller fleste prosjektene. Ut fra de tre elementene har vi laget en buffer på 300 m og fått et polygon per prosjekt som inkluderer inntak, stasjon, vannvei og elv (figur 7 og 8). Bufferstørrelsen er subjektivt valgt, og meningen er å inkludere de viktigste arealene som kan berøres av tiltaket, inkludert sideinngrep. I ulike analyser har vi brukt dette arealet som tiltaksområde når vi samler data som angår hvert enkelt prosjekt. Ressurskartet er modellert med utgangspunkt i en rekke ulike datakilder (Jensen et al. 2004) og omfatter 1432 objekter i Nordland fylke. Områdene kan være delvis overlappende med hverandre (figur 7). Modelleringen omfatter utbyggingskostnad, bl.a. basert på teoretisk tilgang til veg og kraftlinje, men den faktiske muligheten til å bygge veg eller tilgjengeligheten av kraftlinje er ikke inkludert.



**Figur 7.** Berørte tiltaksområder ved Vefsna, basert på NVEs ressurskart for små kraftverk. Data: NVE og Norge Digitalt.



**Figur 8.** Fordelingen av småkraftressursen i Nordland slik den fremkommer i NVEs ressurskart. Ressursen omfatter 1432 objekter og er her tegnet som polygoner som omslutter tiltaket (vanninntak, vannvei, kraftstasjon og berørt elv) med en buffer på 300 m (se også **figur 7**). Polygonene kan overlappe med hverandre. Data: NVE og Norge Digitalt.



Slik sumvirkninger er definert og beskrevet i forrige kapittel, vil en analyse av sumvirkninger av småkraftutbygging i Nordland være avhengig av data som beskriver det totale antall tiltak (anlegg) som er aktuelt. Dette er en ukjent størrelse, og for å ha en verdi å arbeide med for meto-deutvikling har vi brukt NVEs kart over småkraftressursen i fylket.

Det er også avgjørende å etablere en oversikt over den verdiressursen som er grunnlaget for å definere omfanget av sumvirkningene. Dette er også en størrelse (eller rettere en serie størrelser) som ikke er kjent. Tradisjonelt har man her brukt oversikter fra ulike databaser som er bygd opp over lang tid og som baserer seg på ulike typer registreringer. Disse er imidlertid av varierende kvalitet. I dette arbeidet har vi tatt i bruk mer grunnleggende arealdekkende data (kartdata) og prøvd å bygge opp modeller som på et overordnet nivå kan si noe om omfanget av aktuelle verdier.

## 2.3 Terrengdata

Terrengegenskapene er en viktig variasjon både for landskapsanalyse og naturtypemodellering. I prosjektet har vi brukt terrengdata i form av en rasterbasert høydemodell med oppløsning 25 meter fra Norge Digitalt. Modellen har en romlig oppløsning på 25 meter (det vil si at det oppgis en høydeverdi for hver 25 meter i et regulært grid over hele landet), men modellen er beregnet ut fra ordinære koter i kartverket N50. Disse har 20 meters ekvidistanse, og det betyr at modellen har en høydefølsomhet som begrenses nedad i forhold til dette. Dette er særlig viktig ved bruk av modellen i hydrologisk modellering. Man kan for eksempel ikke vente å gjenfinne fosser på 5-15 meters høyde ved hjelp av modellen.

I forbindelse med et landskapskart over fylket, har vi brukt modellen sammen med en marin dybdemodell med 50 meters oppløsning og beregnet en ny modell med 100 meters oppløsning som både omfatter landarealer og sjøarealer (**figur 2**).

## 2.4 Øvrige kartdata

En kortfattet oversikt over de kartdata som er brukt og hvordan de er brukt i en enkel naturtypemodellering er gitt i tabell 2. For beregninger knyttet til elvestrekninger har vi brukt en database over elvenettverk ([www.nve.no](http://www.nve.no)) som er basert på elvesignaturer i N50 kartverk. Der elv (som vann) dekker arealer fremfor linjer (brede elver), angis elvenettverket som en midtlinje langs den brede elva.

Oversikt over skogarealer er tatt fra N50 digital kartbase (Norge Digitalt). INON-data (inngrepsfrie områder i Norge, er tatt fra Direktoratet for naturforvaltning ([www.dirnat.no](http://www.dirnat.no)), det samme er oversikter over vernede områder.

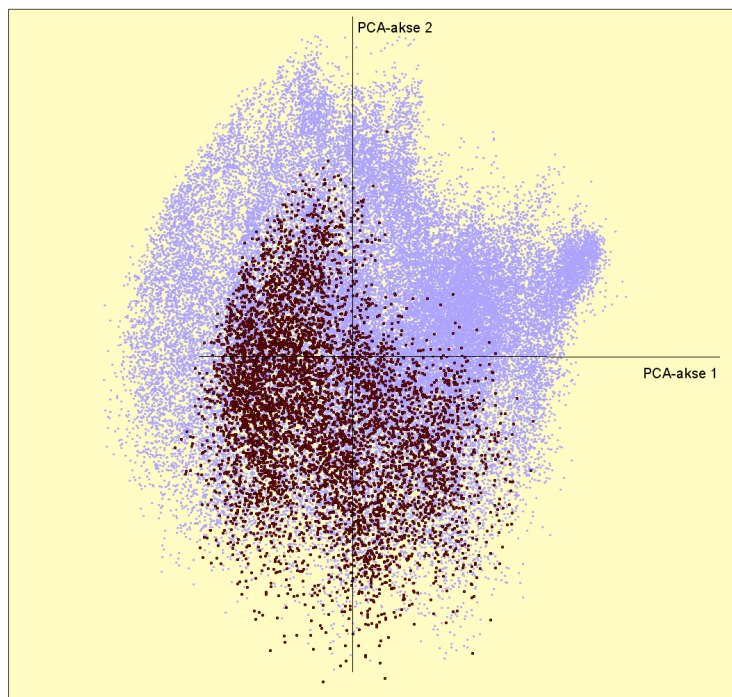
For å illustrere den regionale naturvariasjonen i fylket har vi brukt Nordisk Ministerråds "Naturgeografiske regioner i Norden" (Nordisk Ministerråd 1994) samt oversikt over vegetasjonssoner (**figur 5**) og seksjoner (**figur 6**) i Norge (Moen 1998). Klima er en avgjørende faktor for naturvariasjon. I Norge er det beskrevet to hovedgradienter; en hovedsakelig knyttet til temperatur og høyde over havet og en i hovedsak knyttet til nedbør og avstand fra havet.

En samlet kartlegging og beskrivelse av disse to hovedgradientene er gitt av Moen (1998) og er basert på ekspertvurderinger av en lang rekke biogeografiske og klimatiske forhold. Som et bidrag til en mer objektiv beskrivelse, foretok Bakkestuen et al. (2008) en analyse basert på 54 kartfestete variabler hentet fra eksisterende kart og databaser (kalt 'PCA-Norge' etter den beregningsmetoden som er brukt). Disse dataene omfattet blant annet temperatur, nedbør, solinnstråling og terreng. 'PCA-Norge' analyserte samvariasjonen mellom alle datakildene og hvordan disse dannet gradienter.

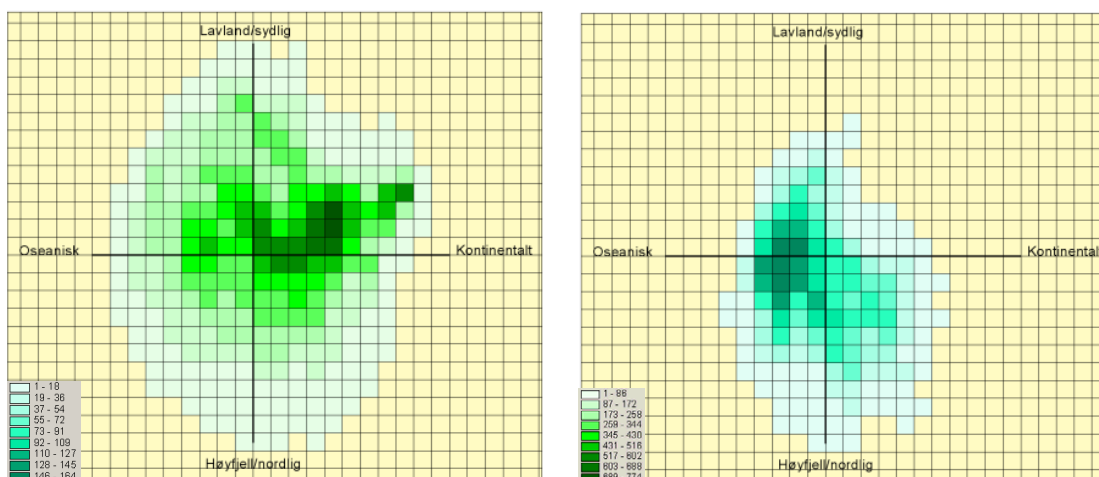
Analysen bekreftet den allerede etablerte inndelingen i klimasoner og klimaseksjoner (**figur 5** og **6**) og "PCA-Norge" representerer på denne måte en trinnløs tallfesting av dette inndelings-systemet (**figur 9**). Trinnløse seksjons- og sonemodeller er et svært nyttig hjelpemiddel i mange sammenhenger, blant annet som et enkelt bidrag til å skaffe arealdekkende grunnlags-data for modellering av naturtyper, naturkarakter og arters utbredelsesmønstre.

**Tabell 2.** Oversikt over indekser og beregninger samt data brukt i rapporten

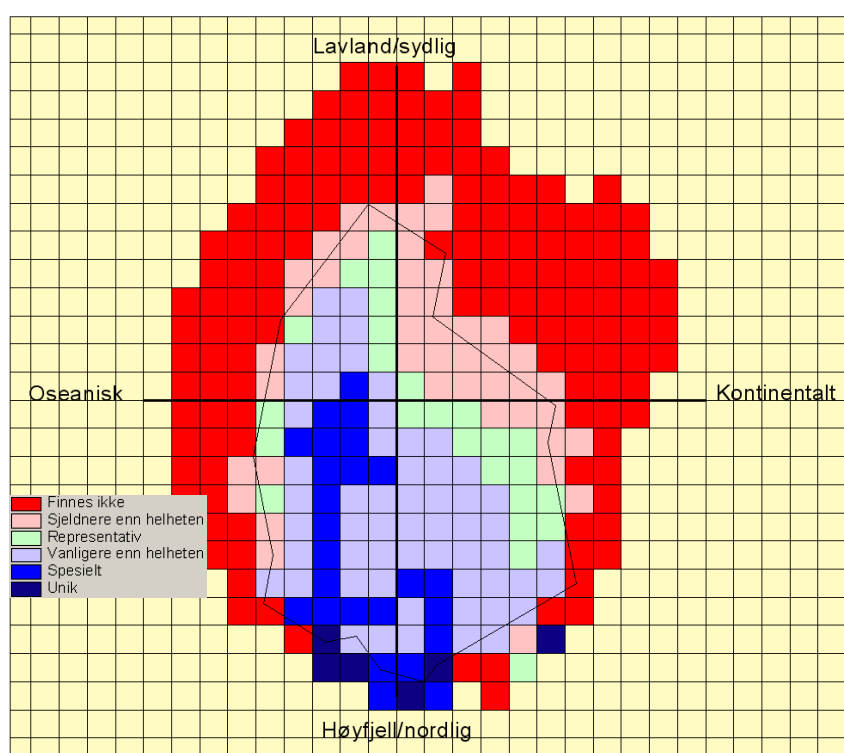
<b>Indeks</b>	<b>Bruk</b>	<b>Kriterium</b>
<i>TPI (topographic position index)</i>	<i>Modellere bekkekløfter</i>	<i>&lt;10 over avstand på 250 m</i>
	<i>Modellert skogsbekkekløft</i>	<i>Som ovenfor, men inneholder skog i henhold til topografisk kartverk (N50)</i>
<i>Skråning</i>	<i>Modellere foss og fossestryk</i>	<i>Svært bratt: &gt;50grader i elveløp</i>
		<i>Bratt: &gt;30 grader i elveløp</i>
<i>Skråning/hellingsretning</i>	<i>Modellere skyggefulle dalsider</i>	<i>Skråning &gt;20 grader og hellingsretning nordvest, nord og nordøst</i>
<i>Rik geologi</i>		<i>Marmor og dolomitt angitt på geologisk kart (figur 3)</i>



**Figur 9.** PCA-Norge. De to viktigste hovedgradientene i Norge. Akse 1 representerer vegetasjonsseksjonene (figur 6) og akse 2 vegetasjonssonene (figur 5), med de mildeste sonene øverst og de kaldeste nederst. Hver av de blå prikkene representerer en rute og alle de blå prikkene dekker til sammen Norges landareal. De røde prikkene representerer Nordland fylke. Beregningene omfatter en stor mengde ruter og et punktdiagram som dette kan derfor være vanskelig å lese. En alternativ fremstillingsmåte er derfor vist i **figur 10** og **11**.



**Figur 10.** Det samme datasettet som er vist i **figur 9**, men her vist som frekvens av punktene i **figur 9** innen større ruter. Hele landet til venstre, Nordland til høyre. Rutestørrelsen er valgt subjektivt i forhold til datagrunnlaget. Figuren viser en forskyvning av frekvensen i Norge som helhet mot kontinentalt lavlandsklima mens Nordland fylke viser en forskyvning mot oseanisk klima.



**Figur 11.** Indeks viser Nordland i forhold til resten av landet. Indeksen er basert på figur 10 der frekvensen for Nordland er delt på frekvensen for hele landet. Legenden er subjektivt inndelt i forhold til det totale antallet punkter i Nordland delt på det totale antall punkter i hele landet (**figur 9**). Heltrukken strek indikerer en grense for hvor antall målte punkter i hver rute er mindre enn 5. Figuren viser at Nordland utmerker seg med en overrepresentasjon av fjell/nordlig beliggenhet i kombinasjon med moderat oseanitet (blått i figuren). Her må det understrekes at det kun er landarealer av en viss størrelse som måles, slik at det mylder av øyer ute i havet som finnes langs Nordlands kyst ikke fanges opp.

## 3 Resultater

### 3.1 Småkraft i Nordland og urørte naturområder

Det er en politisk og forvaltningsmessig målsetning å dempe tapet av uberørt natur i Norge. Den vanligste måten å måle dette på er å dele inn arealer etter avstand fra tyngre tekniske inngrep (for nærmere definisjoner se [www.dirnat.no/inon](http://www.dirnat.no/inon)). Avstand over 5 kilometer defineres som villmark og avstand mindre enn 1 km kalles inngrepsnært. Av de 1432 objektene (influensområdene) for definerte småkraftressurser i Nordland er det:

- 26 objekter som berører avstand 5 km eller mer fra inngrep (INON sone VILLMARK)
- 154 objekter berører avstand 3 -5 km fra inngrep (INON sone 1)
- 695 objekter berører avstand 1 -3 km fra inngrep (INON sone 2)

Mange av objektene i ressurskartet ligger nær eksisterende inngrep. Målt i forhold til avstand til inngrepslinjer (vei, kraftledninger etc.) i kartdatabase N50 (Norge Digitalt) ligger:

- **2 objekter** ligger helt innenfor avstand 100 m fra inngrepslinjer
- **1008 objekter** berører en sone på mindre enn 100 m fra inngrepslinjer
- **463 objekter** ligger helt innenfor 500 m fra inngrepslinjer

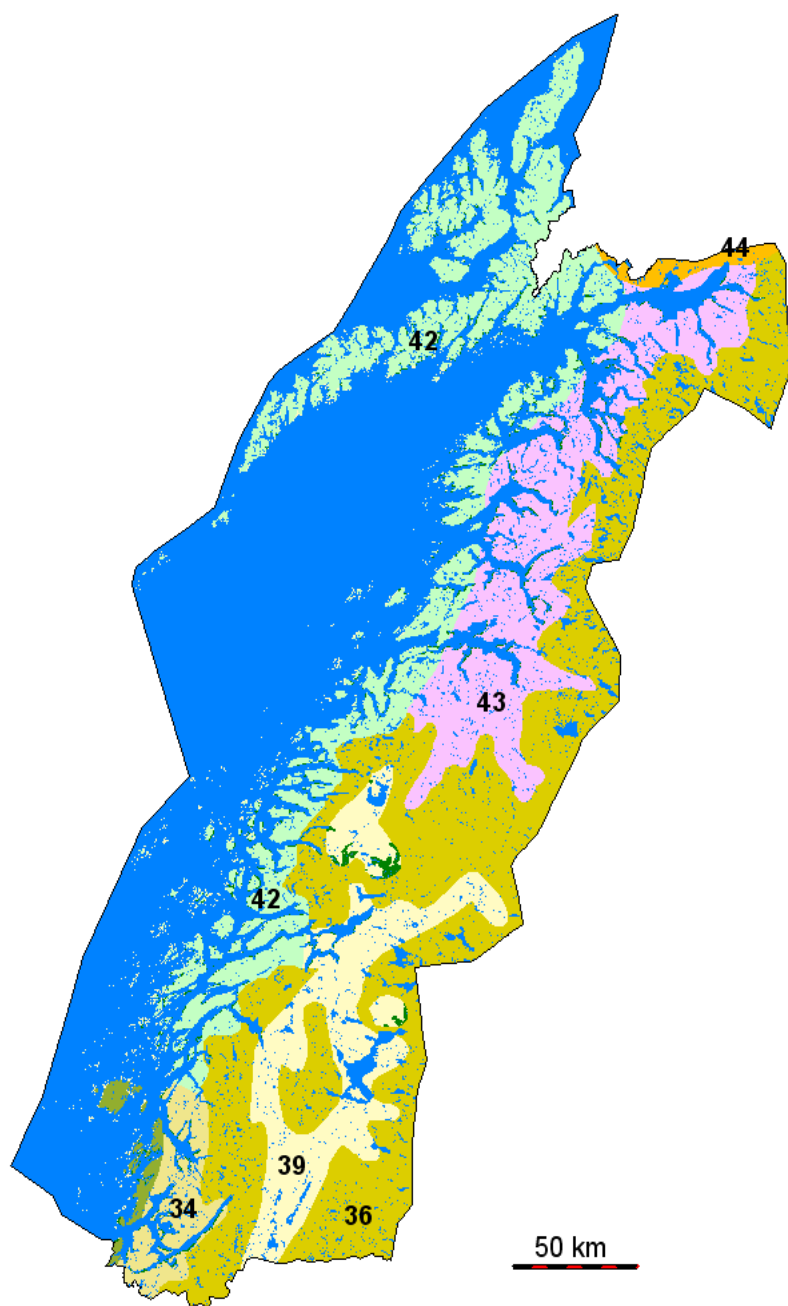
Når det gjelder områder som er vernet etter naturvernloven er disse knyttet direkte opp mot lovgivning som i utgangspunktet forbyr inngrep. Alle aktuelle saker der en småkraftutbygging er aktuell vil måtte behandles som enkeltsaker i forhold til vernevedtaket. På denne måten er generelle sumvirkningsbetraktninger underordnet.

Selv om man ikke vil bygge småkraftverk i områder som er vernet etter naturvernloven, kan det tenkes at bygging av mange kraftverk i grenseområdene mot vernede områder vil utløse sumvirkninger som kan ha en alvorlig konsekvens for vernesystemet. Vi har testet dette i forhold til ressurskartet og samtlige verneområder per 31/1 2009, inkludert frivillig skogvern og enkelte foreslåtte verneområder som er kommet langt i høringsprosessen (Framstad 2009 in prep):

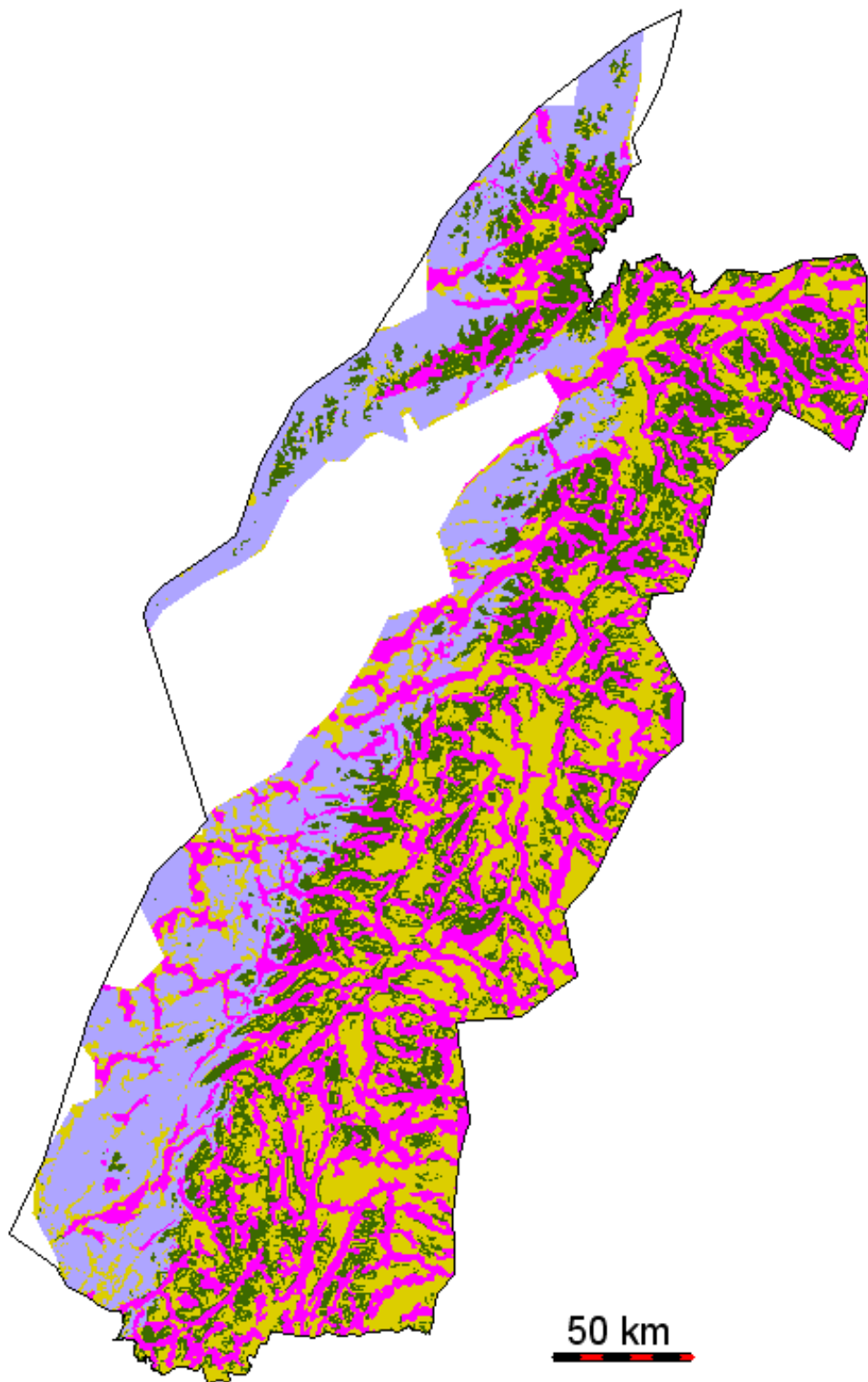
- **159 objekter** ligger med minste avstand (fra noen del av influensområdet) mindre enn 250 meter fra vernet område
- **239 objekter** ligger med minste avstand mindre enn 1000 meter fra vernet område.

### 3.2 Eksisterende regioninndeling

I utgangspunktet har vi sett på fordelingen av antall ressursobjekter i forhold til Naturgeografiske regioner i Norden (**figur 12**), elementer i et foreløpig kart over NiN landskapstyper i Nordland (**figur 13**), og PCA Norge. Fordelingen av objekter i ressursbasen er ikke jevn. Det er en økt frekvens av objekter i områder med mye nedbør og klare høydeforskjeller. I forhold til hovedregioner i Nordisk ministerråds inndeling av naturgeografiske regioner i Norden er fordelingen slik som vist i **tabell 3**.



**Figur 12.** Naturgeografiske regioner i Norden. (Nordisk Ministerråd 1994)



**Figur 13.** Foreløpig landskapskart over Nordland basert på prinsippene i NiN ([www.artsdatabanken.no](http://www.artsdatabanken.no)). Rød farge markerer store dallandskap, fjordlandskap og marine dallandskap; gul og grønt representerer ås- og fjelltopplandskap med hhv store (grønt) og små høydevariasjoner (gul); blå farge representerer strandflaten både over og under havnivå. Kartet er ikke ferdigutviklet og grensene mellom klassene er ikke ferdig fastlagt. Særlig på strandflaten er skillet mellom strandflate, marine daler og øvrig areal ikke vektlagt og kartbildet viser en variasjon i klasser som ikke er avklart.

**Tabell 3.** Fordelinger av objekter i ressurskartet i forhold til naturgeografiske regioner i Norden (summen av antall prosjekter er større enn antallet objekter fordi noen ligger i grenseområdet mellom to regioner og telles derfor til begge)

Region	Regionnavn	Antall berørte objekter
32	Norra Norrlands och Norra Finlands barrskogsområden och bergkullslätter	255
36	Nordlands, Troms och Lapplandshög-fjällsregion	535
38	Den vest-norske lyngheiregion	1
39	Møre og Trøndelags kystskogregion	69
42	Nordlands kystalpine region	318
43	Nordlands maritime Bjørk- og furuskog-region	310
44	Troms submaritime bjørk-furuskogsregion	8
Sum		1496

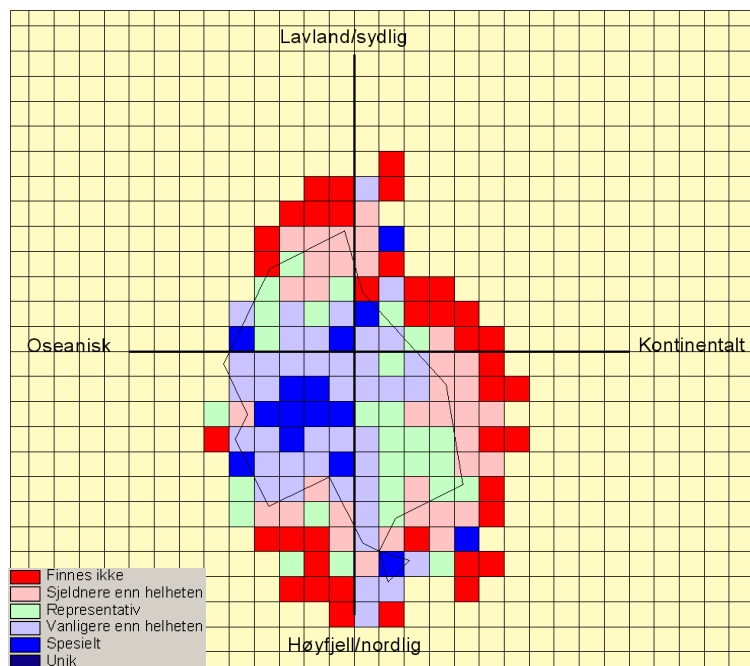
Det er også gjennomført en foreløpig klassifikasjon av landskap i henhold til prinsipper skissert i NiNs landskapsinndeling (**figur 13**). Landskapskartet er ikke så gjennomarbeidet at det er meningsfullt å gjøre en fullstendig analyse av ressursobjektene fordelt i de ulike klassene. Et av hovedelementene i landskapskartet er imidlertid fjord- og dalsystemet. Selv om dette heller ikke har avklarte grenser, har vi gjort en analyse av minimumsavstanden fra ressursobjekt til dalmarkeringen i kartet.

- **1145 objekter** har en minimumsavstand til dalmarkering mindre enn 250 meter. Dette viser at småkraftressursen for en stor del sitter i dal- og fjordsidene og at det er denne landskapstypen som er viktigst ved vurdering av sumvirkninger.

For å skille mellom hvor mange objekter som ligger i fjordlandskap har vi gjort en tilsvarende avstandsanalyse til hav.

- **289 objekter** hadde minimumsavstand mindre enn 250 meter til hav/fjord, mens
- **439 objekter** hadde minimumsavstand under 1 km.

I forhold til klimarelatert regioninndeling med hensyn på vegetasjon er det gjort en analyse av objektenes plassering i et ordinasjonsdiagram i forhold til fordelingen av hele fylket. Dette er parallelt til en analyse av objektenes plassering i forhold til vegetasjonssoner og seksjoner i henhold til Moen (1998). Fordelingen er vist i **figur 14**.



**Figur 14.** Indeks som måler områder med mulig småkraftverk (NVEs ressurskart) i forhold til hele Nordland. Indeksen er bygget opp som **figur 11**. Farvekodingen er gjort i forhold til det totale antallet arealer som berører ressursangivelse i forhold til det totale antall arealer i hele Nordland. Heltrukken strek indikerer en grense for hvor antall målte punkter i hver rute i diagrammet er mindre enn 5 og hvor resultatet derfor kan være relativt tilfeldig. Figuren viser at konsentrasjonen av småkraftressursen i områder med åser/fjell og med en forskyvning mot kysten der nedbøren er stor (se også **figur 8**).

### 3.3 Viktige naturtyper

Vi har gjort enkle modelleringer av noen utvalgte naturtyper som er særlig relevante for en vurdering av sumvirkninger av småkraftutbygging, se kapittel 1.3.4 og 1.3.5:

- **Bekkekløfter.** Totalt sett er det beregnet 2858 bekkekløftobjekter (**figur 15 og 16**). Disse er også sett i sammenheng med skoglaget (slik dette er vist på topografiske kart –N50) med tanke på NiN landskapsdel skogsbekkekløft (**tabell 4**) og også i forhold til klima ved at bekkekløftene er sjekket mot PCA Norge (**figur 17**).
- Elvestrekninger (NiN) – **fosser, fossestryk** (**figur 18 og 19**). Beregningen kan også brukes til å anta sannsynlighet for sprutsoner, men det må understrekes at beregningen er ufullstendig. Sprutsoner oppstår også i elveløp med langt lavere fall enn det tilgjengelig høydemodell kan fange opp og i en langt mer detaljert skala enn den romlige oppløsningen av modellen.

**Tabell 4.** Modellerte bekkekløfter

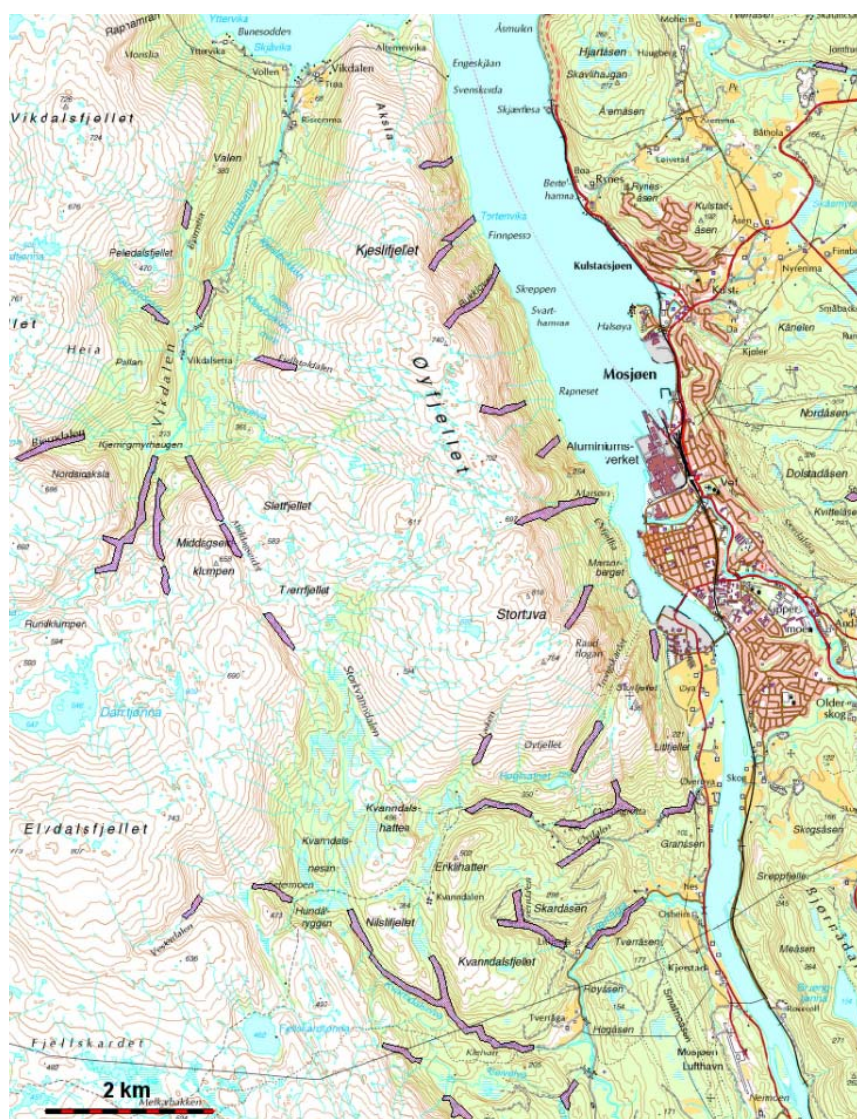
Forholdet mellom bekkekløft og skog	Antall
Bekkekløften berører skoglaget (N50)	1920
Bekkekløften har sentrum innen skoglaget (N50)	1256
Bekkekløften ligger helt innen skoglaget (N50)	369
Totalt antall bekkekløftobjekter	2858



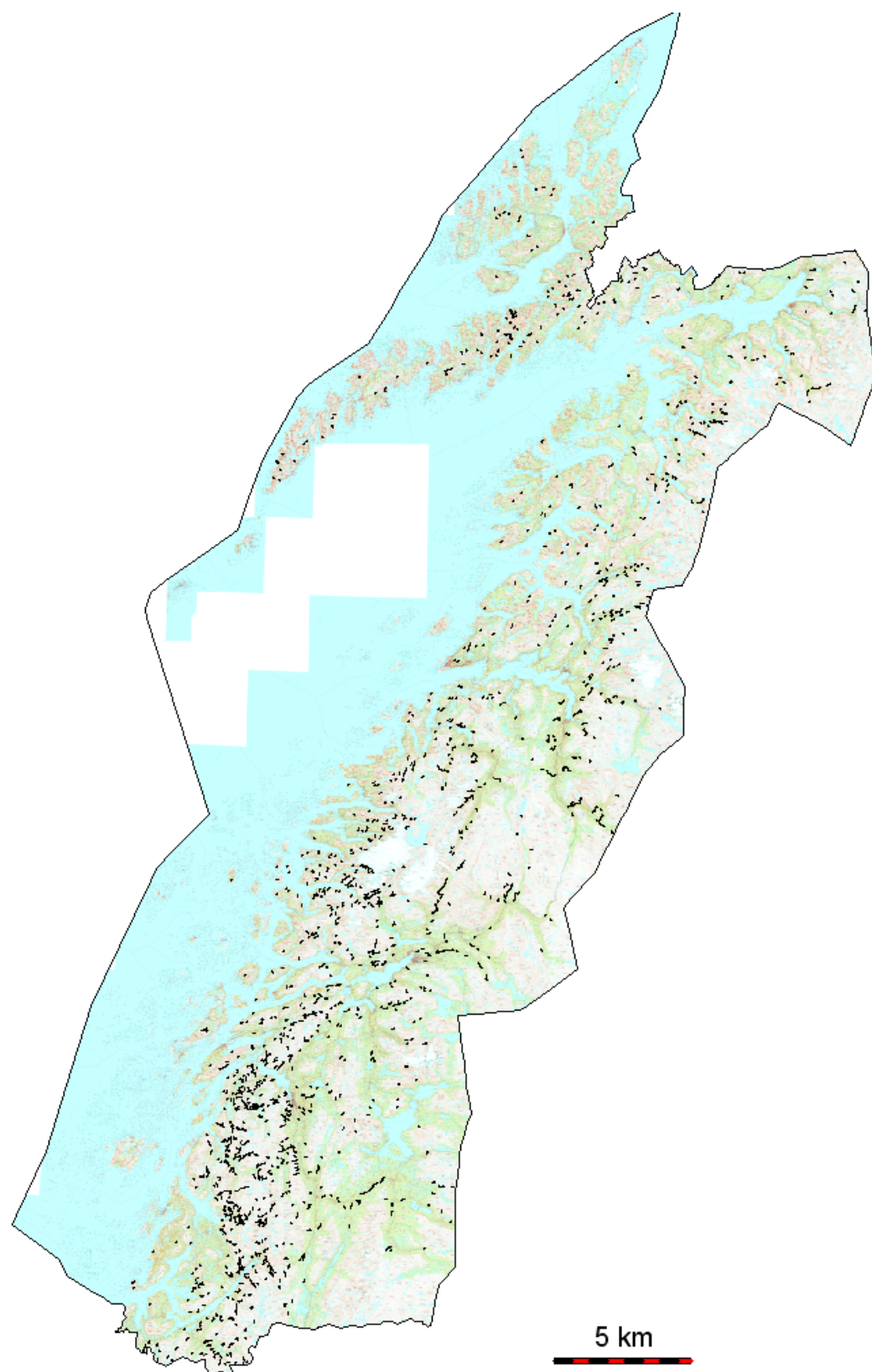
For øvrig viser analysen at:

- Av de 1256 modellerte bekkekløftene som har sitt senter innen skoglaget i kartbasen er det **269** som også har sitt senter innen klassen rik berggrunn (**figur 3**).
- Av ressurskartets 1432 objekter inneholder **471** modellerte bekkekløfter, og **401** berører bekkekløfter i tilknytning til skog.
- Av de modellerte elveløpene ligger **84** av bratteste strekningene helt innenfor definert småkraftressurs.
- Tilsvarende tall for de nest bratteste er **1544**.

Antall modellerte elveløp er henholdsvis 1410 og 20062. Det totale antallet er noe lavere fordi et langt og bratt elveløp med sidegren kan være delt opp i to eller flere modellerte elveløp. Mange av disse bekkene kan ha svært liten vannføring, og her er det ikke sannsynlig at det vil bli bygget småkraftverk. Naturverdiene er samtidig konsentrert til bekker med noe større og stor vannføring. Vi kjenner ikke til fornuftige generelle grenseverdier som kan tas i bruk for en videre modellering og det er heller ikke gjort hydrologiske beregninger for å skille de ulike elveløpene i grupper med ulik vannføring.

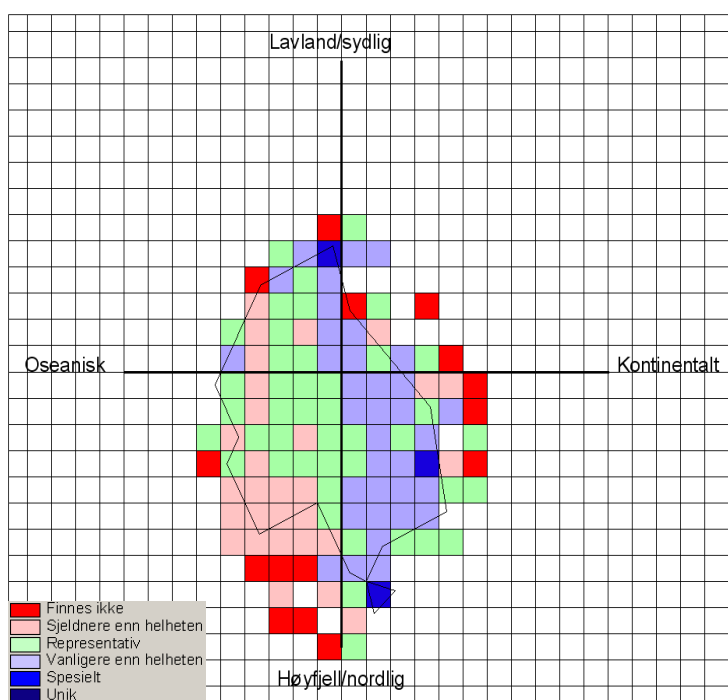


**Figur 15.** Modellerte bekkekløfter rundt Mosjøen.



**Figur 16.** Fordelingen av modellerte bekkekløfter i Nordland.

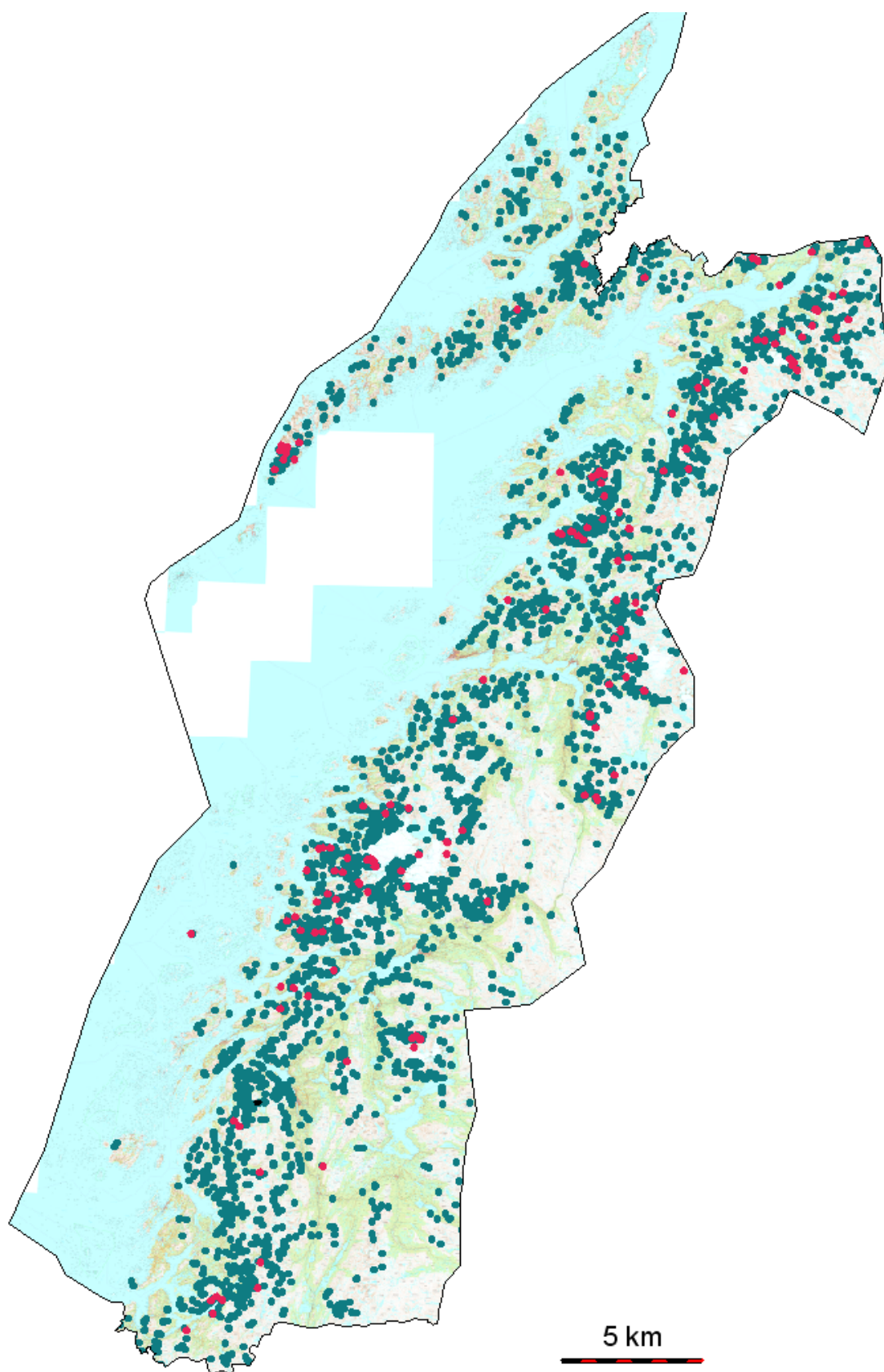




**Figur 17** Indeks som måler områder med mulig småkraftverk (NVEs ressurskart) i forhold til områder med modellerte bekkekløfter i Nordland. Indeksen er bygget opp som **figur 11**. Fargekodingen er gjort i forhold til det totale antallet arealer som berører ressursangivelse i forhold til det totale antall arealer som berører modellerte bekkekløfter. Heltrukken strek indikerer en grense for hvor antall målte punkter i hver rute i diagrammet er mindre enn 5 og hvor resultatet derfor kan være relativt tilfeldig. Figuren viser at det er stort sammenfall mellom småkraftressurs og modellerte bekkekløfter særlig i svakt oseaniske områder. I sterkt oseaniske områder med fjell er det relativt flere bekkekløfter som ikke er i kontakt med småkraftressursen, mens det i mer kontinentale strøk omvendt.



**Figur 18.** Modellerte elvestrekninger med i terreng med fall mer enn 30 grader (grønne linjer) og mer enn 50 grader (røde linjer) for området rundt Vinkfjorden i Nordfolda. Se også **figur 19**.



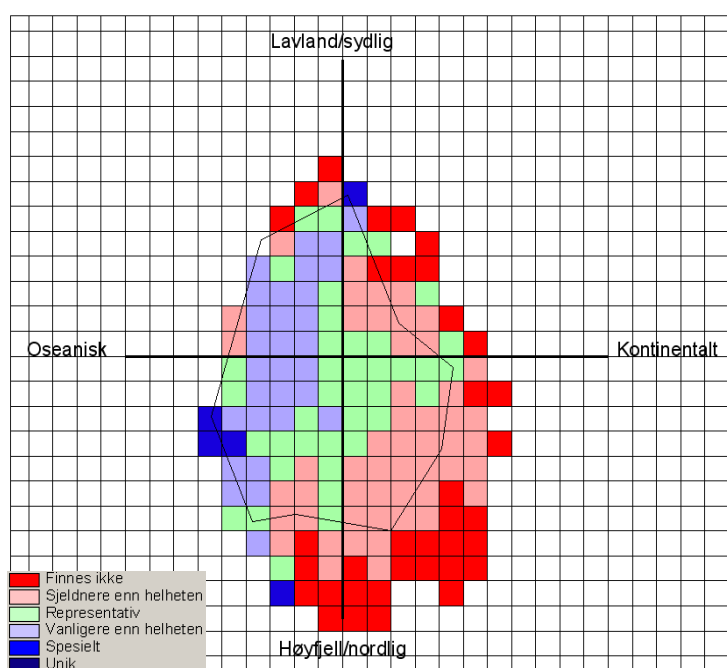
**Figur 19.** Elver med fall målt i høydedatabasen med fall større enn 30 grader (grønt) og fall større enn 50 grader (rødt).

### 3.4 Kombinasjoner av naturtyper, tilstand og annen kilde til variasjon

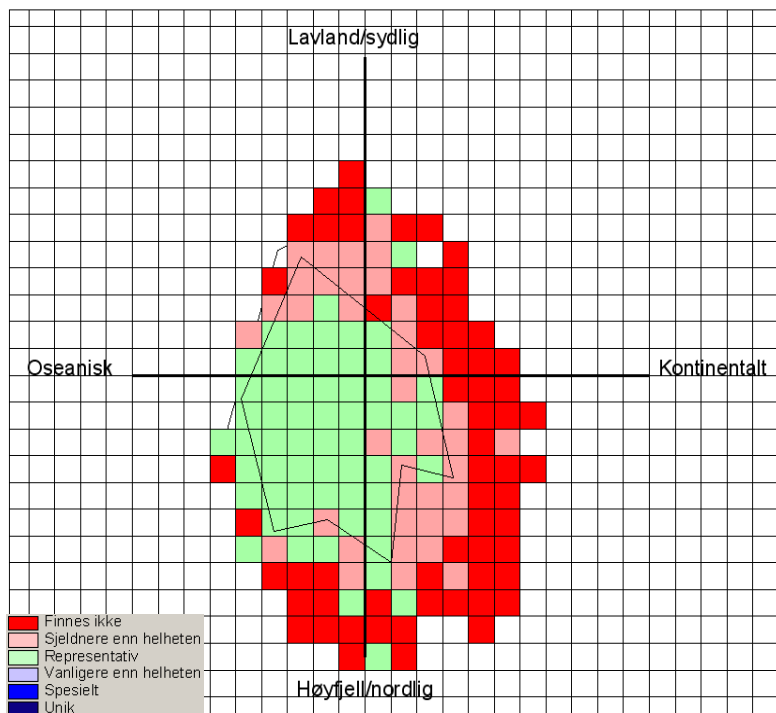
Når det gjelder forholdet til dal- og fjordsider, har vi isolert skråninger med fall på mer enn 20 grader. Dette omfatter store arealer i Nordland fylke. Vi har satt disse registreringene i sammenheng med skoglaget, forekomst av rik geologi og klimatiske forhold som påvirker vegetasjonen i slike områder. Vi har ikke gjort en egen analyse med tanke på urørthet. Svært mange av de aktuelle områdene er lite påvirket av tekniske inngrep.

- Antall ressursobjekter som berører bratte skråninger >20 grader: 1256
- Antall ressursobjekter som berører bratte skråninger med skog: 1111
- Antall ressursobjekter som berører bratte nordskråninger med skog: 952
- Antall ressursobjekter som berører bratte nordskråninger med skog og rik geologi: 286

Mange av disse nordskråningene, særlig i de mer oseaniske delene av fylket, er dekket av skog (**figur 20**). Det er også disse som har flest ressursobjekter knyttet til seg (**figur 20**). Vi har ikke gjort en spesiell analyse av marmorområder som spesielle naturtyper, se kapittel 1.3.5. Disse naturverdiene bør vurderes på regionalt til nasjonalt verdinivå i hver enkelt sak og ikke som sumvirkninger på lokale verdier.



**Figur 20** Indeks som måler områder med bratte nordskråninger med skog) i forhold til områder med bratte nordskråninger generelt. Indeksen er bygget opp som **figur 11**. Farvekodingen er gjort i forhold til det totale antallet arealer som berører nordskråninger med skog i forhold til det totale antall arealer som berører nordskråninger generelt. Heltrukken strek indikerer en grense for hvor antall målte punkter i hver rute i diagrammet er mindre enn 5 og hvor resultatet derfor kan være relativt tilfeldig. Figuren viser en relativ overhyppighet av bratte nordskråninger med skog i oseaniske områder.



**Figur 21** Indeks som måler områder med bratte nordskråninger med definert småkraftressurs i forhold til områder med bratte nordskråninger generelt. Indeksen er bygget opp som **figur 11**. Farvekodingen er gjort i forhold til det totale antallet arealer som berører ressursområder i forhold til det totale antall arealer som berører nordskråninger generelt. Heltrukken strek indikerer en grense for hvor antall målte punkter i hver rute i diagrammet er mindre enn 5 og hvor resultatet derfor kan være relativt tilfeldig. Figuren viser at ressursfordelingen er representativ i den oseaniske delen forskjøvet mot fjellområdene, ellers vises en underrepresentasjon.

### 3.5 Biologisk mangfold

En gjennomgang av Naturbase for 11 av Nordlands 44 kommuner (Beiarn, Bodø, Fauske, Hattfjelldal, Hemnes, Gildeskål, Grane, Narvik, Rana, Saltdal og Vefsn), viste 34 lokaliteter av bekkekløft og bergvegg og 3 registrerte lokaliteter av fossesprøytsoner (**tabell 5**). I tillegg hentet vi ut data om tre av de vanligste naturtypene knyttet til skog – ”gammel barskog”, ”gammel lauvskog” og ”bjørkeskog med høgstauder” – som kan forventes å være knyttet til bekkekløfter og som kan forventes å bli påvirket av småkraftverk.

Det vil imidlertid variere hvilken naturtype en lokalitet er registrert som i DNS Naturbase. Områder med gammel skog kan inneholde bekkekløfter, slik at lokaliteten er registrert som ”gammel barskog” eller ”gammel lauvskog” i Naturbase, mens i andre tilfeller er hovedvekten lagt på bekkekløften og typen skog rundt beskrevet i lokalitetsbeskrivelsen.

De 11 kommunene som er omfattet av denne opptellingen omfatter 791 av de 1432 registrerte småkraftressursene i fylket. Med andre ord er i overkant av halvparten av alle fylkets potensielle ressurser lokalisert i disse 11 kommunene. Naturtypelokalitetene varierer mye i areal, fra store, sammenhengende områder i størrelsesorden 60 000 dekar, til små lokaliteter på 4-5 dekar.

Av **tabell 5** framgår det at det totale antall av de berørte naturtyper som er registret i Naturbase, er lite i forhold til det antall som framkommer ved en enkel naturtypemodellering. Dette gjelder særlig naturtyper knyttet til bekkekløfter og fosser.

**Tabell 5.** Oversikt over antall registrerte naturtypelokaliteter i kategoriene svært viktig (A), viktig (B) og lokalt viktig (C) i 11 av Nordlands 44 kommuner, samt antall og prosentandel berørt av prosjekter i NVEs ressurskart for småkraftverk.

Naturtype	Antall		Antall berørt		Andel i %	
Fossesprøytsone	A	2	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	1	C	1	C	100
		3		1		33,3
Bekkeløft og bergvegg	A	10	A	2	A	20
	B	14	B	3	B	21,4
	C	10	C	1	C	10
		34		6		17,5
Bjørkeskog med høgstauder	A	14	A	1	A	7,1
	B	27	B	6	B	22,2
	C	18	C	2	C	11,1
		59		9		18,6
Gammel barskog	A	47	A	9	A	19,1
	B	89	B	19	B	21,3
	C	40	C	3	C	7,5
		176		31		17,6
Gammel lauvskog	A	3	A	1	A	33,3
	B	9	B	2	B	22,2
	C	11	C	0	C	0
		23		3		13

## 4 Diskusjon og konklusjon

### 4.1 Generell vurdering

Det er to ulike målsettinger ved en sumvirkningsanalyse. For det første å analysere direkte summen av konsekvenser av antall planlagte tiltak. For det andre er det viktig som hjelpemiddel til å se hva slags effekter som slår ut i en større sammenheng. Dette hjelpemidlet kan gi et bedre grunnlag for riktig fokus i miljøundersøkelser og ved vurdering av mulige avbøtende tiltak.

Som oftest har man ikke en total oversikt over aktuelle tiltak særlig med tanke på lokalisering og omfang av for eksempel sideinngrep, slik at en slik direkte analyse fort blir ganske teoretisk, i alle fall i stor skala. For småkraft har vi brukt NVEs ressurskart som langt på vei kan brukes som målestokk på en mulig sumvirkning over tid av en omfattende utbygging av småkraft i Norge. Det er imidlertid viktig å understreke at objektene i dette ressurskartet ikke er planlagte tiltak, det er modellerte mulige tiltak som er basert på en serie kriterier med innebyggede forutsetninger og feilkilder. Dette kan man se i praksis når man undersøker objekter i ressurskartet en for en. Av og til kan feilkilder i modelleringen gi uforutsette resultater eller forutsetningene i modelleringen kan synes diskutabile i det enkelte tilfelle. Videre ser man at svært mange av de småkraftressursene som faktisk bygges ut, i større eller mindre grad avviker fra ressurskartet, mange er faktisk ikke registrert som ressurs i det hele tatt. Vi har ut fra dette oppfattet ressurskartet som en skisse, en illustrasjon av en mulig regional fordeling av tenkte inngrep ved en omfattende småkraftutbygging.

Ved å se på mønsteret av objekter i ressurskartet i forhold til eksisterende naturinformasjon er det mulig å gjøre begrunnede antagelser av mulige sumvirkninger på ulike skalanivåer. En slik analyse vil være til hjelp for forvaltningen ved en scoping av hvilke tema som bør prioriteres i miljøundersøkelsene forut for konsesjonsbehandling. Myndighetene har for lengst fastslått at fulle konsekvensanalyser i denne type saker ikke er nødvendig, og det er dermed av stor viktighet at de miljøundersøkelsene som gjennomføres blir så relevante som råd. Dette vil øke forutsigbarheten i planleggingen av småkraft og dermed også bidra til å unngå unødvendige investeringer. I tillegg kan en slik analyse nyttes i kobling av kunnskap om avbøtende tiltak slik at miljøkvaliteten på realiserte prosjekter øker, både på hvert enkelt prosjekt og i systemet som helhet. Dette punktet har opp til nå vært for dårlig utviklet og undervurdert og en bedring av dette arbeidet er vesentlig for å redusere de negative effektene av slike inngrep.

### 4.2 Skala

I sumvirkningsanalyser er geografisk skala viktig. Noen problemstillinger vurderes normalt i forhold til nasjonale eller internasjonale strategier og målsettinger. Forekomst og beskyttelse av rødlistede arter er et eksempel på dette, der strategien er basert på arters sårbarhet og truethet. Det er også under utvikling tilsvarende strategier knyttet til naturtyper (Framstad et al. 2009).

Andre problemstillinger er mer relevante på et regionalt eller lokalt plan. Dette kan være analyser gjort på fylkesnivå, kommunenivå eller helt ned på bygdenivå som vil omfatte lokale landskapsenheter som for eksempel en dal eller en fjord. Ettersom man går ned i geografisk blir det stadig viktigere er det å være klar over at begrepet lokal verdi må brukes som indikator på at verdier faktisk eksisterer i området. Lokal verdi er ikke en indikator på at verdiene i området er små og at man ikke trenger å ta hensyn til dem. Dette er særlig viktig i en sumvirkningsanalyse der nettopp summen av lokale konsekvenser kan bygges opp til å påvirke lokal naturkarakter (se kapittel 1.3.3). For eksempel kan vi se at konsentrasjoner av skogsbekkekløfter (**figur 15**) og bratte elveløp (**figur 18**) er viktige elementer for å beskrive naturkarakteren i enkelte daler og fjordarmer. Hvis småkraft planlegges med en tetthet som er eksemplifisert i **figur 7**, vil disse elementene kunne bli så påvirket at naturkarakteren endrer seg.



Denne rapporten konsentreres om en mer overordnet analyse på regionalt fylkesnivå. Grunnen til dette er at kvaliteten på eksisterende ressurskart ikke innbyr til alt for detaljerte analyser og dels at hovedmålsettingen med forprosjektet har vært å bidra med en generell metodeutvikling.

### 4.3 Modellering

Prinsippet for en ordinær konsekvensundersøkelse (KU) er å analysere planlagt tiltak i forhold til verdier som blir berørt og områdets sårbarhet (dvs. sannsynlighet for at verdiene blir negativt påvirket). Innenfor utredningstema naturmiljø vil dette kunne omfatte et mangfold av problemstillinger knyttet til geologi, landskap, planteliv, dyreliv og kombinasjoner mellom disse. Denne kompleksiteten medfører et utfordrende spenningsforhold mellom naturmangfoldet (som det er et overordnet ønske om å beholde) og behovet for enkle og beslutningsrelevante konsekvensanalyser, som konsentrerer seg om det viktigste innen hvert enkelt utredningstema.

I en enkelt KU er det en klar relasjon mellom en kjent plan for tiltaket og et begrenset område som kan analyseres for naturegenskaper (inkludert naturverdier og sårbarhet). I en sumvirkningsanalyse er denne relasjonen mer uklar. Her gjelder også at man bør kjenne omfanget av tiltakene og hva slags naturverdier disse påvirker, men både summen av tiltakene og summen av alle naturverdier vil i utgangspunktet være ukjent. Med dette utgangspunktet har vi derfor konsentrert oss om et gitt sett av mulige tiltak (NVEs ressurskart) samt modellerte fordelinger av aktuelle naturtyper (eller landskapsegenskaper) som ofte blir berørt ved utbygging av små kraftverk. Vi har lagt særlig vekt på fosser og fossestryk, bekkekløfter og skogdekte dalsider med få eller ingen inngrep og med vekt på nordskrån timer med rik berggrunn. Alle disse naturtypene lar seg modellere med rimelig resultat ut fra de data vi har tilgjengelig. Det må imidlertid understrekes at det ikke er foretatt feltvalidering av modellene slik at vi ikke kjenner den eksakte usikkerheten i dem.

### 4.4 Urørthet

Om alle disse ressursene bygges ut vil dette påvirke fordelingen av INON-områder i fylket. Det er ikke mulig å kvantifisere denne påvirkningen ytterligere siden effekten vil være avhengig av hvordan anleggene utformes. I og med at denne effekten påvirker nasjonale målsettinger knyttet til arealbruk, bør effekten oppfattes som en reell sumvirkning og bør vurderes for alle spesifiserte prosjekter.

En urørthetsanalyse knyttet til småkraftutbygging må forholde seg til eksisterende kraftutbygging. Det finnes tilgjengelig kartfestet informasjon om eksisterende kraftverk, vannveier, vanninntak og vannmagasin. Men dette datasettet er ikke direkte koblet til påvirkning (urørthet/tilstand) i selve elvesystemet, og dessuten er mange av de markerte anleggene underjordiske og det er vanskelig å gjøre urørthetsvurdering. Innen dette forprosjektet har det ikke vært rom for å inkludere dette materialet i selve analysen. Det generelle bildet er imidlertid at eksisterende vannkraftreguleringen har sin hovedvirkning på hovedelvene, mens de fleste småkraftverkene planlegges i sideelver og bekker. På den ene siden kan det hevdes at i områder med omfattende eksisterende kraftutbygging vil det gjøre mindre med ytterligere tiltak i og med at området ikke lenger er urørt. På den annen side vil lokal naturkarakter allerede være presset slik at ytterligere utbygging vil medføre at man trår over naturmiljøets tålegrense for denne typen tiltak. Hvordan dette virker, må trolig vurderes lokalt i avgrensede landskapsenheter som enkelt daler, fjorder etc. Da kreves et mer detaljert datagrunnlag enn det som er brukt i dette prosjektet.

Inngrepsnære områder kan også ha betydelig verdi som urørte områder. Det avgjørende er om berørte naturtyper er direkte berørt av naturinngrep på en slik måte at grunnleggende økologiske prosesser blir endret.

## 4.5 Påvirkning av landskapstyper, naturtyper og lokal naturkarakter

Resultatene viser at småkraftressursen for en stor del er knyttet til Nordlands naturkarakter i landskapstypene fjord- og dallandskap og ås- og fjelltopplandskap, spesielt i de vestlige delene av fylket med til dels stor nedbør. Naturtypene bekkekløft, foss og fossestryk finnes nettopp i slike områder og er direkte knyttet til ressursen som skal utnyttes: elv og bekker med stort fall over ganske små avstander. Samtidig er dette sentrale landskapselementer og naturtyper som er grunnleggende i Nordlands naturkarakter. Disse naturtypene finnes i stort antall, og i forhold til et realistisk utbyggingsnivå for småkraft er det ikke grunnlag for en generell bekymring for om denne utbyggingen vil påvirke naturkarakteren som helhet negativt. Det må imidlertid tas et forbehold knyttet til manglende informasjon om vannføring.

Småkraftutbygging følges ofte av til dels omfattende sideinngrep i form av veibygging og nedgraving av vannvei. Ofte er slike sideinngrep den mest synlige effekten ved etter utbygging av kraftverk. I inngrepsfrie dalsider representerer slike sideinngrep en relativt betydelig endring av naturkarakteren. Dal- og fjordlandskap som i dag er lite påvirket, vil kunne fremstå som svært forskjellig og påvirket hvis de inneholder mange småkraftressurser som blir bygget ut på denne måten. Størst potensial for negative sumvirkninger er knyttet til urørte dal- og fjordsider som er sårbare for omfattende sideinngrep som veier og nedgravde rørledninger.

Analysen av ressurskartet viser at utbyggingspotensialet kan påvirke INON-statusen i Nordland. Imidlertid er det viktig å huske på at urørthet kan godt være et viktig element i naturkarakteren selv i inngrepsnære områder, og det er rimelig at særlig sumvirkningsanalyser av lokale naturverdier legger hovedvekten på dette. Et betydelig antall av ressursobjektene ligger lenger vekk enn 100-500 meter fra inngrepslinjer slik de er kartlagt i kartdatabasen N50.

Mellom 10 og 20 % av potensielle småkraftverk vil påvirke verdifulle naturtypelokaliteter (tabell 5). I en gjennomgang av utredningsrapporter om biologisk mangfold i forbindelse med planer om bygging av små vannkraftverk, konkluderer Gaarder & Melby (2008) med at bare en liten andel (10-20 %) av lokalitetene av prioriterte naturtyper er kjent gjennom kommunenes kartlegging. Feltarbeid i forbindelse med planlagte småkraftverk genererer derfor ny kunnskap om verdifulle lokaliteter i mange tilfeller (se f.eks. Klepsland 2007a, b for Nordland). Det betyr at eksisterende kunnskap ikke er nok for å forutsi verken effekter av enkelttiltak eller sumeffekter av mange tiltak i et større område. Det er også stort avvik mellom antall registrerte naturtyper og modellerte naturtyper. Det er nødvendig med en bedre oversikt over totale naturverdier på overordnet skala, og det er altså ikke tilstrekkelig å ta i bruk eksisterende data for å få en god oversikt over naturverdiene i enkeltsaker eller grupper av enkeltsaker.

Omfattende sumvirkninger som endrer naturkarakter er mer sannsynlig på lokal enn regional skala, for eksempel knyttet til enkeltbygder, daler og fjorder. Både på lokal og regional skala er det viktig å undersøke om det finnes avbøtende tiltak eller alternative tekniske løsninger som kan redusere sumvirkningene. Dette forholdet er avgjørende for om utbyggingen totalt sett kan fremstå som positiv i et samlet natur- og samfunnsperspektiv.

## 4.6 Metodisk oppsummering

Det er viktig å klargjøre målsettingene med en sumvirkningsanalyse. Slik som analysen er utført for Nordland fylke i denne rapporten har målsettingen vært regional og knyttet til en relativt overordnet skala. Datagrunnlaget har klare begrensninger både med hensyn på kunnskap om total mengde potensielle småkraftverk og naturtyper og naturkarakter, derfor har det ingen hensikt å gå for detaljert til verks. Dette understrekes av at det er en kraftig underrepresentasjon av faktisk registrerte naturtyper i forhold til modellerte der vi har hatt et visst grunnlag for naturtypemodellering.

I mer lokale sammenhenger kan man tenke seg at denne situasjonen kan endres. Hvis man for eksempel ser en bygd, en dal eller en fjord isolert, vil metodikken som er skissert i denne rapporten kunne anvendes mer detaljert i forhold til grupper av planlagte prosjekter. I slike tilfeller kan det også være mer realistisk å samle naturverdiregistreringer i felt eller ved analyse av detaljerte kartdata og flyfoto. Dette vil gi analysen et bedre datagrunnlag. Metoden med analyse av gitte områder i forhold til en større helhet (for eksempel fylket) slik som vist i **figur 11, 14, 17 20 og 21** vil bidra til å sette slike lokale undersøkelser inn i en større sammenheng og bestemme om den lokale naturkarakteren er representativ eller spesiell.

Fokuset på sumvirkninger i forhold til lokale naturverdier har potensial til å utvikles slik at det nærmer seg en analyse av tålegrenser slik som vi ser i bl.a. forurensingsutredninger. Dette forutsetter imidlertid både en utvikling av lokal verdiforståelse og bedre modelleringsgrunnlag og modelleringskunnskap enn det vi har i dag.

Slik som analysen er foretatt for Nordland fylke i denne rapporten, ligger nytteverdien på et overordnet plan og gir grunnlag for

- Å utvikle bedre utredningsprogram i forhold til naturgrunnlaget på det enkelte sted gjennom fokus på lokal naturkarakter i forhold til nasjonale retningslinjer, for eksempel fjordmiljøer i Nordland der mange sideelver i ulike terrengtyper og ulik geologi påvirker både natur- og landskapskarakter.
- Bedre bevissthet på virkningene av sideinngrep og utvikling av mer systematisk fokus på avbøtende tiltak slik at prosjektene blir mer miljøvennlige.
- Utvikling av en metodikk for å se flere utbyggingsprosjekter i mindre områder i sammenheng og sikre at lokal sumvirkningsanalyse kan inngå i planleggingen av disse.

Gjennom dette forprosjektet har vi kommet et steg videre i arbeidet med utvikling av en systematisk metode for å vurdere sumvirkninger (**tabell 6**). Metoden har som ambisjon å være et systematisk verktøy og på sikt bidra til å for å identifisere de "gode og riktige" prosjektene som kan utvikles og planlegges på en måte som gir den totalt sett beste miljøløsningen.

Det er svært klare paralleller mellom en utredning knyttet til tema naturmiljø og til utredningstemaene Landskap, Kulturmiljø, friluftsliv og Nærmiljø. Dels er det et stort overlapp mellom en del av disse utredningstemaene og dels er det slik at et tema (for eksempel naturmiljø) representerer egenskaper som er en ressurs i forhold til de andre temaene. Utfordringen ved å anvende denne metodeskissen på de andre temaene, er å etablere et modelleringsgrunnlag som er meningsfullt i forhold til den forståelsen av verdi- og sårbarhetsbegrepene som er gjeldende for hvert enkelt tema.

Prinsipielt bør ikke dette være noe problem, men reelt sett så er det mye som gjenstår før man har etablert metodikk og gode nok data for å få helt sikre resultater. Dette gjelder også for tema naturmiljø og understreker at resultater av denne typen, for eksempel denne rapporten, må brukes med forsiktighet og ikke uten videre generaliseres til automatisk bruk i saksbehandling av enkeltsaker. Med andre ord er både metoden og de konkrete resultatene som gjelder Nordland fylke ment som et hjelpemiddel i den videre planlegging av bruken av småkraftressursen mer enn som et endelig resultat som gir et klart svar på om utnyttelsen av denne ressursen representerer et naturmiljøproblem eller ikke.

**Tabell 6.** Oppsummering av metoden

Metodens faser	Innhold
Scoping	En analyse av tiltakstype og mengde i forhold til hva som påvirkes. Ut fra dette en bestemmelse av hva som er viktig og hvorfor og hva målsettingen med analysen skal være.
Verdi og sårbarhetsanalyse	Fokus på lokale verdier – naturkarakter og tilstand. Omfatter landskapsnivå, naturtypenivå og arter.
Analyse av virkninger av tiltaket	Påvirkningsgraden av en gitt tiltakssum, regionalt og lokalt. Her må man passe på at modellerte verdier ofte gir en overvurdering av verdiressursen ut fra at man ikke kjenner alle begrensende faktorer som gjør at tilsynelatende like områder ved undersøkelse i felt faktisk er ganske forskjellige.
Vurdering av avbøtende tiltak	Særlig vekt på de elementer i tiltakstypen som kan påvirkes slik at inngrepsbildet kan endres til det bedre. Et nærliggende eksempel i småkraftsaker kan være omfanget og plasseringen av sideinngrep, for eksempel om det faktisk er nødvendig å bygge omfattende nye veier i forbindelse med anlegget.
Vurdering av strategiske konsekvenser	Dette gjelder regionale undersøkelser som har karakter av strategiske konsekvensundersøkelser og representerer en hjelp i scoping av utredningsprogram for hvert enkelt prosjekt på et senere tidspunkt. Det vil også kunne hjelpe forvaltningen til å utarbeide bedre veiledere slik at det blir enklere å planlegge gode miljøprosjekter med mer forutsigbart resultat med hensyn på senere saksbehandling.

## 5 Referanser

- Bakkestuen, V., Erikstad, L. & Økland, R.H. Step-less models for regional environmental variation in Norway. – J. Biogeogr. 35: 1905-1922.
- Clements, M. 2009. Landskapsressursanalyser. Aurland Naturverkstad Notat ([www.ks.no/PageFiles/5853/analysetelemark.pdf](http://www.ks.no/PageFiles/5853/analysetelemark.pdf)) med henvisning til: Direktoratet for naturforvaltning og Riksantikvaren 2009. Framgangsmåte for landskapsanalyse i kommuneplan og konsekvensutredninger. Grunnlagsrapport (under utarbeiding)
- Direktoratet for naturforvaltning 2007. Kartlegging av naturtyper – Verdisetting av biologisk mangfold. DN-håndbok 13 2. utgave 2006 (oppdatert 2007).
- Erikstad, L. (1997). Geological heritage and environmental impact assessment: Can quality and quantity be merged? Engineering Geology and the Environment. K. Marinos, Tsiambaos & Stournaras. Rotterdam, Balkema: 2927-2931.
- Erikstad, L., Lindblom, I., Jerpåsen, G., Hanssen, M.A., Bekkby, T., Stabbetorp, O & Bakkestuen, V. 2008 Environmental value assessment in a multidisciplinary EIA setting. Environ. Impact Assess. Review 28: 131-143.
- Erikstad, L., Halvorsen, R., Thorsnes T., Andersen, T., Blom, H.H., Elvebakk, A., Elven, R., Gaarder, G., Moen, A., Mortensen, P.B., Norderhaug, A., Nygaard, K., Ødegaard, F. 2009a. Inndeling på landskapsnivå. Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 13: 1-28. <http://www.artsdatabanken.no/ThemeArticle.aspx?m=52&amid=3903>
- Erikstad, L., Halvorsen, R., Moen, A., Thorsnes T., Andersen, T., Blom, H.H., Elvebakk, A., Elven, R., Gaarder, G., Mortensen, P.B., Norderhaug, A., Nygaard, K., Ødegaard, F. 2009b. Landformvariasjon (terrengformvariasjon og landformer). Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 14: 1-91. <http://www.artsdatabanken.no/ThemeArticle.aspx?m=52&amid=3903>
- Follestad, A. 2009. Sumvirkninger av vindkraftverk på arter og naturtyper – en forstudie. Notat til Miljøverndepartementet datert 09.02.2009, Norsk institutt for naturforskning: 44s.
- Framstad, E., Stabbetorp, O.E., Skiftesvik, A.B. & Brandrud, T.E. 2009. Kriterier for vurdering av truede naturtyper. – NINA Rapport 428. 68 s.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. – NINA Temahefte 12: 1-279.
- Fremstad, E. & Moen, A. (red.) 2001. Truede vegetasjonstyper i Norge. – NTNU Vitenskapsmuseet Rapp. bot. Ser. 2001-4: 1-231.
- Gaarder, G. & Melby, M. W. 1007. Små vannkraftverk. Evaluering av dokumentasjon av biologisk mangfold. – Miljøfaglig utredning, rapport 2008: 20. 78 s. + vedlegg.
- Nordland fylkeskommune 2009. Fylkesdelplan – vindkraft i Nordland. Deltema biologisk mangfold
- Halvorsen, R., Andersen, T., Blom, H.H., Elvebakk, A., Elven, R., Erikstad, L., Gaarder, G., Moen, A., Mortensen, P.B., Norderhaug, A., Nygaard, K., Thorsnes T., Ødegaard, F. 2008. Naturtyper i Norge – et nytt redskap for å beskrive variasjonen i naturen. Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 1: 1-17. <http://www.artsdatabanken.no/ThemeArticle.aspx?m=52&amid=3903>
- Halvorsen, R., Andersen, T., Blom, H.H., Elvebakk, A., Elven, R., Erikstad, L., Gaarder, G., Moen, A., Mortensen, P.B., Norderhaug, A., Nygaard, K., Thorsnes T., Ødegaard, F., 2009. Tilstandsvariasjon (tilstandsøkologier og objektinnhold). Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 9: 1-97. <http://www.artsdatabanken.no/ThemeArticle.aspx?m=52&amid=3903>
- Jensen, T. (red), Voksø, A., Stensby, H., Mølmann, K., Tovås, C., Skau, S. & Kavli, O. 2004. Beregning av potensial for små kraftverk i Norge Forutsetninger, metodebeskrivelse og resultater. NVE Rapport19
- Klepssland, J. T. 2007a. Småkraftverk i Bjuråga, Hemnes kommune. Virkninger på biologisk mangfold. BioFokus-rapport 2007-6: 1-20.
- Klepssland, J. T. 2007b. Småkraftverk i Vikdalselva, Vefsn kommune. Virkninger på biologisk mangfold. BioFokus-rapport 2007-7: 1-30.
- Korbøl, A. NVE, Kjellefold, D. & Selboe, O-K. DN: Kartlegging og dokumentasjon av biologisk mangfold ved bygging av småkraftverk (1-10 MW)Mal for utarbeidelse av rapport –revidert utgave (22 s.).
- Kværner, J., Swensen, G. & Erikstad, L. 2006. Assessing environmental vulnerability in EIA - The content and context of the vulnerability concept in an alternative approach to standard EIA procedure. - Environ. Impact Assess. Rev. 26: 511-527.
- L' Abée-Lund, J.H. (ed.), Bakkestuen, V., Bremnes, T., Erikstad, L., Ankarstrand Larsen, V., Myromslien, J., Odland, A., Tønsberg, T., Saltveit, S.J. & Storeid, S.-E. 2005. Miljøeffekter av små

- kraftverk. Erfaringer fra Telemark og Rogaland. - Rapport. Norges vassdrags- og energidirektorat 3/2005. 78 pp.
- Moen, A., Ed. (1998). Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. Hønefoss, Statens Kartverk.
- Nordisk ministerråd, 1994. Naturgeografiske regioner i Norden.
- Olje- og energidepartementet 2007. Retningslinjer for små vannkraftverk – til bruk for utarbeidelse av regionale planer og i NVEs konsesjonsbehandling.
- Tesli, A., Thomassen, J & Sørensen, J. (red.) 2006. Kvaliteten på norske konsekvensutredninger. Gjennomgang, kvalitetsvurdering og metodeutvikling. Samarbeidsrapport NIBR/Miljøalliansen 2006. ISBN: 82-7071-617-0



# NINA Rapport 506

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-2078-1



## Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

[www.nina.no](http://www.nina.no)