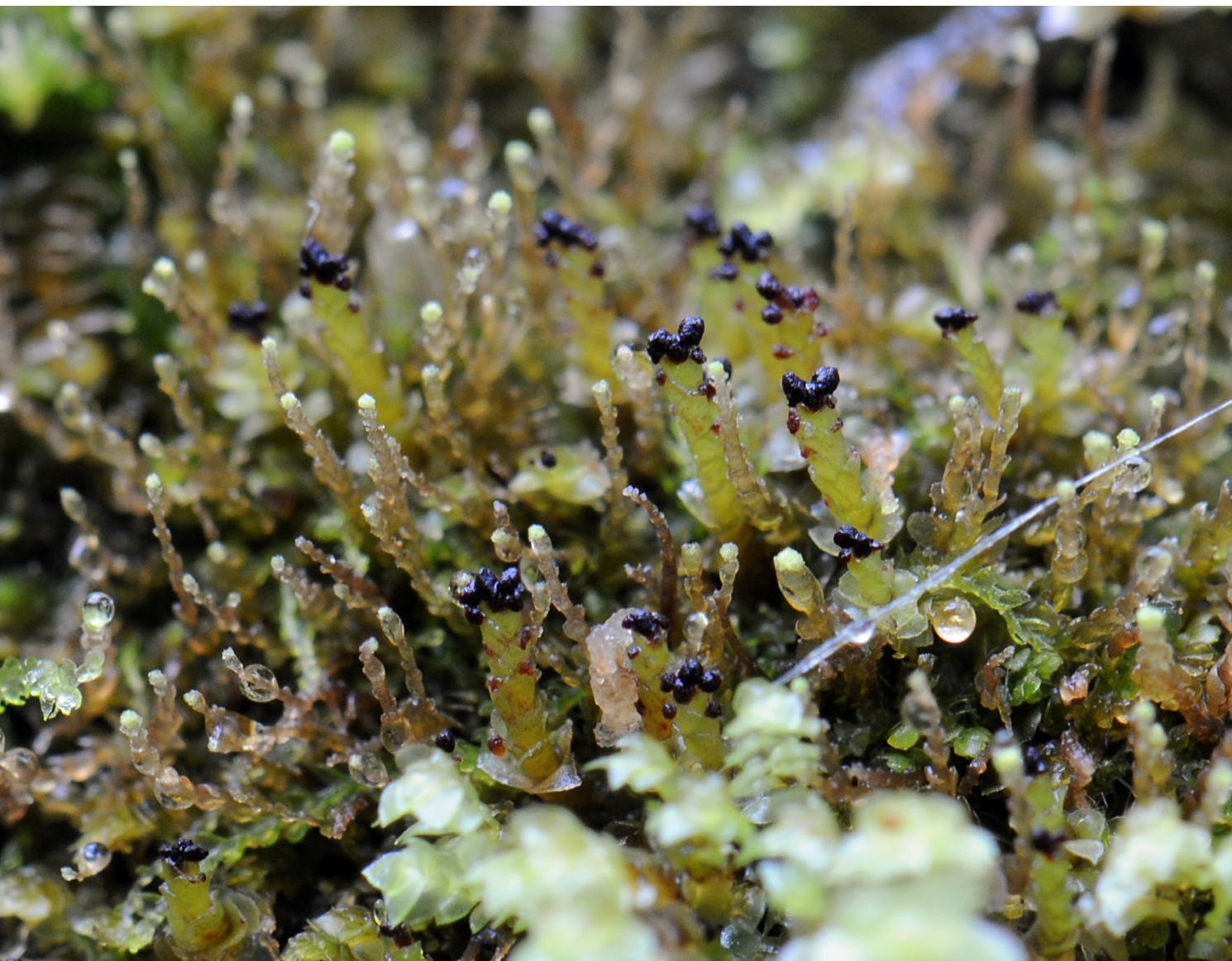


# 696 Småkraftverk og sjeldne moser og lav

NINA Rapport

Kunnskap og kunnskapsmangler

Marianne Evju, Kristian Hassel, Dagmar Hagen, Lars Erikstad



## **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.

# Småkraftverk og sjeldne moser og lav

Kunnskap og kunnskapsmangler

Marianne Evju  
Kristian Hassel  
Dagmar Hagen  
Lars Erikstad

Evju, M., Hassel, K., Hagen, D. & Erikstad, L. 2011. Småkraftverk og sjeldne moser og lav. Kunnskap og kunnskapsmangler. - NINA Rapport 696. 33 s.

Oslo, august 2011

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2281-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

KVALITETSSIKRET AV

Inga E. Bruteig

ANSVARLIG SIGNATUR

Erik Framstad (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)

Norges forskningsråd

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

FORSIDEBILDE

Fakkeltvebladmose *Scapania apiculata* (VU). Foto: Kristian Hassel

NØKKEWORD

- Norge
- lav
- moser
- rødlista
- småkraft

KEY WORDS

- Norway
- lichens
- bryophytes
- the Red List
- small-scale hydropower plants

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen  
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**

Framsenteret  
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

Evju, M., Hassel, K., Hagen, D. & Erikstad, L. 2011. Småkraftverk og sjeldne moser og lav. Kunnskap og kunnskapsmangler. - NINA Rapport 696. 33 s.

Det er stor og økende interesse for utvikling av småskala vannkraft i Norge. Små kraftverk kan påvirke biologisk mangfold negativt gjennom ødeleggelse, forringelse eller oppsplitting av leve- og funksjonsområder. Både i utredningen og saksbehandlingen av småkraftverk er det et stort fokus på rødlistearter, og rødlistete moser og lav i bekkekløfter og fossesprøytoner blir trukket spesielt fram. Dette er artsgrupper som er vanskelige å identifisere i felt, samtidig som kunnskap om artenes utbredelse, populasjonsstørrelser og sårbarhet er mangelfulle. En større gjennomgang av miljøundersøkelser i forbindelse med småkraftverk fant at rødlistete lav sjelden ble registrert, mens rødlistete moser ikke ble registrert i det hele tatt.

I denne rapporten forsøker vi å synliggjøre kunnskap og kunnskapsmangler om rødlistete moser og lav i områder aktuelle for småkraftutbygging, med hovedfokus på artsgruppen moser. Rapporten er først og fremst en sammenstilling av eksisterende kunnskap.

Bekkekløfter framviser stor variasjon når det gjelder forekomst av arter. Artsforekomster bestemmes av flere faktorer, som stabilitet i fuktighetsforholdene, treslagssammensetning og berggrunn. Rødlistete moser og lav forekommer både i tilknytning til skogen og til selve vannstrengen. Endring av lokale fuktighetsforhold i retning av tørrere forhold, gjennom f.eks. hogst av vassdragsnær skog og reduksjon av vannstrømmen, påvirker trolig artene negativt. I tillegg vil regulering av vannstrømmen endre frekvens av flommer og påvirke isgangen i elven/bekken. Dette kan ha en negativ effekt på arter knyttet til død ved i eller nær vannstrengen. Mange av artene er svært sårbare for forringet habitatkvalitet og oppsplitting av leveområder, fordi de har svært spesifikke habitatkrav kombinert med begrenset spredningsevne. Vi vet imidlertid lite om ulike arters tålegrenser i forhold til fuktighetsforhold, og det er et stort behov for eksperimenter og overvåking av naturlige og utbygde bekker og elver for å få reell kunnskap om artenes sårbarhet og om effekten av avbøtende tiltak som minstevannsføring. Det er dessuten vanskelig å dokumentere reelle forekomster av rødlistete moser og lav gjennom dagens miljøundersøkelser, både fordi eksisterende kunnskap om artene er mangelfull, og fordi miljøundersøkelsene lider under mangel på kompetanse, mangel på kunnskap om artenes utbredelse og knappe kartleggingsressurser.

Dagens situasjon, som på den ene siden bidrar til uforutsigbarhet for utbyggerne og på den andre siden kan medføre at arter og naturverdier kan gå tapt på grunn av kunnskapsmangel, er utfordrende både for utbyggere og for forvaltningen. Mange ulike aktører er involvert i disse problemstillingene, og alle må utfordres for å komme fram til en bedre håndtering av de sjeldne artene i småkraftprosjekter. Saksbehandlingen i **forvaltningen** skal lede fram til at de "riktige" prosjektene får konsesjon og kan bygges ut, mens de andre blir avvist. For at forvaltningen av truede og sårbare arter skal være kunnskapsbasert, trengs økt kunnskap om artenes forekomst, miljøkrav og sårbarhet. Økt fokus i **miljøundersøkelsene** på naturtyper og livsmiljøer som er dokumentert viktige for rødlisteartene, kan bidra til å fange opp forekomster av rødlistearter. Miljøundersøkelsene må både ha fokus på selve vannstrengen, men også på side-terreng som kan bli påvirket av veger og rørgate. **Utredene** som tar på seg slike oppdrag, må være kritiske til egen kompetanse og må aktivt søke å bygge opp egen kompetanse og samarbeid med spesialister og mer erfarne utredere. **Utbyggerne** kan gjøre søknadsprosessen mer forutsigbar gjennom å gjøre noen tidlige forundersøkelser som kan indikere om dette vil bli et problematisk prosjekt eller ikke. Utbyggerne må gjennomføre vedtatte prosjekter best mulig gjennom tiltak som reduserer negative miljøeffekter.

Marianne Evju (marianne.evju@nina.no), Lars Erikstad, NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo  
Kristian Hassel, NTNU Vitenskapsmuseet, 7491 Trondheim  
Dagmar Hagen, NINA, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

## Abstract

Evju, M., Hassel, K., Hagen, D. & Erikstad, L. 2011 Small-scale hydropower plants and rare bryophytes and lichens. Knowledge and lack of knowledge. – NINA Report 696. 33 pp.

There is a large and increasing interest for the development of small-scale hydropower in Norway. Small-scale hydropower plants may impact the biological diversity negatively through destruction, degradation or fragmentation of habitats. Both the environmental investigations and the treatment of applications for small-scale hydropower plants put a great emphasis on red-listed species, and in particular on red-listed bryophytes and lichens growing in stream ravines and in meadows and rock faces influenced by waterfalls. Bryophytes and lichens can be difficult to identify in the field, and knowledge of the species' ecology, distribution and population sizes is insufficient. A large review of environmental investigations of small-scale hydropower plants, documented that red-listed lichens were rarely recorded, and red-listed bryophytes were never recorded.

In this report, we try to make visible the knowledge we have and the knowledge we lack of red-listed bryophytes and lichens in areas in which the development of small-scale hydropower is relevant. Most focus is placed on bryophytes. The report is mainly a collation of existing knowledge.

There is a great variation among stream ravines in the occurrence of species. Several factors, such as stability of moisture conditions, tree species composition and bedrock, interact to affect the occurrence of species. Red-listed bryophytes and lichens occur both in the forest and in affiliation with the stream. A reduction of local moisture, through e.g. logging of forest close to the stream or reduction of the water flow, will probably affect the species negatively. River regulation will change the frequency of flooding and affect the ice drift in the stream, which may negatively affect species living on dead wood in or close to the stream. Several species are vulnerable to deteriorated habitat quality and habitat fragmentation as their habitat requirements are narrow and their dispersal capacity is limited. However, we lack knowledge of the critical level of change in moisture for different species, and there is a great need for experiments and monitoring of natural and regulated streams and rivers in order to develop knowledge of the vulnerability of species and the effect of mitigating measures such as minimum flow. In addition, it seems difficult to document actual occurrences of red-listed bryophytes and lichens through the environmental investigations carried out today, both because the existing knowledge of the species is insufficient, and because the environmental investigations suffer from a shortage of competence, shortage of knowledge of the species' distributions and a shortage of resources for doing the field and laboratory work properly.

Today's situation, which on one hand contribute to a lack of predictability for the developers, and on the other hand may involve the loss of species and nature values because of knowledge gaps, is a challenge for several parties in order to reach a better handling of the rare species in small-scale hydropower projects. The **management authorities'** treatment of applications should result in the "right" projects getting licence and being developed, while the rest are rejected. For the management of threatened and vulnerable species to be knowledge-based, increased knowledge of the occurrence, ecology and vulnerability of these species, is needed. Increased focus in the **environmental investigations** on nature types and habitats that are documented to be important for red-listed species, may contribute to capture occurrences of red-listed species. The environmental investigations should focus both on the river stream itself and on nearby terrain that can be affected by roads and pipelines. The **consultants** doing the environmental investigations should be critical of their own expertise and should actively seek to increase both competence and cooperation with specialists and more experienced consultants. The **developers** should contribute to making the application process more predictable through doing early pre-investigations that may indicate whether the project will be problematic

or not. The developers should develop the approved projects in the best way through measures that reduce negative environmental effects.

Marianne Evju (marianne.evju@nina.no), Lars Erikstad, NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo  
Kristian Hassel, NTNU Vitenskapsmuseet, 7491 Trondheim  
Dagmar Hagen, NINA, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>6</b>
<b>Forord</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Biologisk mangfold og småkraft</b> .....	<b>9</b>
2.1 Naturtyper, rødlistearter og små kraftverk .....	9
2.2 Biologisk mangfold-undersøkelser og småkraft .....	10
2.3 Bekkekløftprosjektet .....	12
<b>3 Materiale, metoder og resultater</b> .....	<b>15</b>
3.1 Bekkekløftprosjektet .....	15
3.2 Prediksjonsmodellering .....	17
3.3 Utvalgte moser – miljøkrav og sårbarhet.....	18
3.3.1 Pelsblæremose <i>Frullania bolanderi</i> (VU) .....	19
3.3.2 Pløsegullhette <i>Ulotia coarctata</i> .....	19
3.3.3 Fakkeltvebladmoser <i>Scapania apiculata</i> (VU) .....	20
3.3.4 Råttvebladmoser <i>Scapania carinthiaca</i> (EN) .....	22
3.3.5 Grønnsko <i>Buxbaumia viridis</i> .....	22
3.3.6 Heimose <i>Anastrepta orcadensis</i> .....	23
3.3.7 Nurkblygmose <i>Seligeria pusilla</i> (VU) .....	24
3.3.8 Hårkulemoser <i>Didymodon icmadophilus</i> (VU) .....	25
<b>4 Diskusjon</b> .....	<b>26</b>
4.1 Rødlisteartene kompliserer småkraftprosjektene .....	26
4.1.1 Rødlistete moser er sjeldne og vanskelig å finne og bestemme.....	26
4.1.2 Forholdet mellom arter og naturtyper – er det lettere å jakte på naturtypene? .....	27
4.1.3 Miljøkrav og sårbarhet hos artene – hvor mye tåler de egentlig? .....	27
4.1.4 Overfokus i saksbehandlingen? .....	28
4.2 Hvordan møte disse utfordringene i framtidig utvikling av småkraft? .....	28
4.2.1 Utfordringer for forvaltningen .....	28
4.2.2 Utfordringer for utrederne .....	31
4.2.3 Utfordringer for utbyggerne .....	31
4.2.4 Utfordringer for miljøforvaltningen og kunnskapsprodusenter .....	31
4.3 Sluttord.....	31
<b>5 Referanser</b> .....	<b>32</b>



## Forord

Denne rapporten er en del av prosjektet "Miljøvirkninger av småskala kraftverk", som er et brukerstyrt prosjekt i regi av Norges Forskningsråd med NORSKOG som prosjektansvarlig og NINA som faglig samarbeidspartner. Lars Erikstad har vært prosjektleder i NINA.

Denne rapporten er i hovedsak basert på sammenstilling av eksisterende kunnskap. Takk til Terje Blindheim, Biofokus, som har hentet ut data fra Bekkekløftprosjektet, et prosjekt hvor kartlegging og registrering av naturverdier i et utvalg bekkekløfter over landet har blitt gjennomført, i regi av DN. Takk også til Vegar Bakkestuen, som i samarbeid med Lars Erikstad har gjort et forsøk på forekomstmodellering av sjeldne mosearter i Midt-Norge.

Kristian Hassel har sammenstilt kunnskap om utvalgte mosearters økologi og sårbarhet. Rapporten har vært utfordrende å skrive, og har blitt til gjennom lange diskusjoner mellom forfatterne. Håpet er at rapporten kan bidra til å forbedre håndteringen av rødlistete moser og lav i småkraftprosjekter.

Oslo, august 2011

Marianne Evju

# 1 Innledning

Småkraft er en fellesbetegnelse på kraft fra små kraftverk, oftest uten behov for reguleringsmagasin. Småskala kraftverk omfatter mikrokraftverk (installert effekt < 100 kW), minikraftverk (100-1000 kW) og småkraftverk (1-10 MW). De siste årene har utvikling og utbygging av småskala kraftverk økt. I løpet av 2009 ga NVE konsesjon til 50 småkraftverk, mens 73 konsesjoner ble gitt i 2010 ([www.nve.no](http://www.nve.no)).

Små kraftverk utnytter fallet i små bekker og elver. Her finnes livsmiljøer som er viktige for biologisk mangfold, både i og langs selve elvestrengen. Andre arealer, som skog langs elvestrengen og i luser, kan også bli berørt.

Både i utredningen og saksbehandlingen av småkraftverk er det et stort fokus på rødlistearter, og rødlistete moser og lav i bekkekløfter og fossesprøytoner blir trukket spesielt fram (Korbøl et al. 2009, Olje- og energidepartementet 2007). Moser og lav er imidlertid vanskelige artsgrupper. Både å finne og å kjenne igjen artene i felt kan være svært komplisert, også for fagfolk. Selv om man har en del kunnskap om artenes økologi og utbredelse, vet man svært lite om artenes populasjonsdynamikk.

Vi forsøker i denne rapporten å synliggjøre kunnskap og kunnskapsmangler om rødlistete arter i områder aktuelle for småkraftutbygging. Rapporten fokuserer på moser og lav, som er organismegrupper som er ganske like økologisk. Begge organismegruppene er poikilohydriske, dvs. de mangler reguleringsmekanismer for opptak og tap av vann, og de er derfor sensitive i forhold til fuktighetsforhold i omgivelsene. Vi legger likevel spesiell vekt på moser, fordi kunnskapen om denne organismegruppen er aller dårligst, og fordi det er den gruppen som i minst grad blir registrert ved undersøkelser av biologisk mangfold.

Vi bruker tre ulike tilnærminger for å bedre kunnskapen om forekomst og sårbarhet av truede og sårbare moser og delvis lav;

1. analyser av data fra Direktoratet for naturforvaltnings (DNs) Bekkekløftprosjekt, hvor naturfaglige registreringer i bekkekløfter har blitt gjennomført, er gjort for å se nærmere på hvordan naturverdi relateres til ulike egenskaper ved en lokalitet, samt å synliggjøre sammenhenger mellom habitater/naturtyper og sjeldne arter.
2. forsøk på prediksjonsmodellering av rødlistete moser i Midt-Norge. Dersom forekomst av arter kan forutsies ved hjelp av forekomst av viktige miljøvariabler, kan det brukes til å forenkle miljøregistreringene, ettersom det da kan være tilstrekkelig å påvise miljøvariabelen uten å finne selve arten(e).
3. en kvalitativ kunnskapssammenstilling av utvalgte mosearters økologi og sårbarhet. Denne gjennomgangen synliggjør kunnskapsnivået for noen av de aktuelle artene og viser variasjonsbredden i de aktuelle artenes økologi.

Forholdet mellom fokus på rødlistearter i småkraftutredninger og -saksbehandlingen og kunnskapsnivået om artene diskuteres, og vi bruker innholdet i denne rapporten som grunnlag for å skissere noen forslag til en forbedret håndtering av rødlistete moser og lav i småkraftprosjekter.

## 2 Biologisk mangfold og småkraft

### 2.1 Naturtyper, rødlistearter og små kraftverk

Små kraftverk kan påvirke biologisk mangfold negativt gjennom ødeleggelse, forringelse eller oppsplitting av leve- og funksjonsområder. Små kraftverk utnytter ofte konsentrerte fallstrekninger. Fossesprøytsoner og bekkekløfter skal skilles ut som egne naturtyper når de finnes i undersøkelsesområdet for et potensielt småkraftverk (Korbøl et al. 2009). Dette er naturtyper som Norge kan sies å ha et internasjonalt ansvar for (Olje- og energidepartementet 2007).

Naturtyper er etter den nye naturmangfoldsloven definert som: *”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”* (Lovdata 2009). I Naturtyper i Norge (NiN) er skogsbekkekløfter definert som landskapsdel hovedtype. En landskapsdel, som skogsbekkekløfter, inneholder flere naturtyper på natursystemnivå, som f.eks. skog (T23 Fastmarksskogsmark, T7 Flomskogsmark), fossesprøytsoner (T9 Fosseberg, T10 Fosse-eng) og rasmark (T18 Åpen skredmark, T22 Blokkmark). Naturtyper på natursystemnivå inneholder igjen ulike livsmedier, som bark, død og levende ved, kalkrikt overrislet berg osv (Naturtypebasen; <http://www.naturtyper.artsdatabanken.no/>).

I NiN er en skogsbekkekløft beskrevet som *”en bratt V-dal eller et gjel med en bekk eller elv i bunnen og skogsmark langs kantene. (...) I dalsidene finnes skogsmark og på bratte og/eller ras- og skredutsatte steder bart fjell og rasområder.”* (Naturtypebasen; <http://www.naturtyper.artsdatabanken.no/#/Hovedtype/Skogsbekkekløft/20>). Bekkekløfter karakteriseres av konstant høy fuktighet og vekslinger i naturforhold, og kombinert med liten tilgjengelighet, har mange bekkekløfter hatt stabile miljøforhold over lang tid. Bekkekløfter generelt er ikke sjeldne, men noen typer eller utforminger av bekkekløft er sjeldne – i hele eller deler av landet. Bekkekløfter kan inneholde flere viktige livsmiljøer for biologisk mangfold, slik som elv eller bekk, rasmark, steinblokker, bergvegger, død ved og gamle lauv- og bartrær, og de kan inneholde et mangfold av vegetasjonstyper på et begrenset areal. Stor artsrikdom av mange organismegrupper er derfor vanlig. Hogst og endret vannføring i skogsbekkekløfter vil endre lokalklimatiske forhold som temperatur og fuktighet, og kan dessuten ha direkte negative effekter gjennom fjerning av substrat for arter knyttet til død eller levende ved. Ulike naturtyper og livsmiljøer innenfor bekkekløftene vil kunne ha ulik sårbarhet for inngrep.

Kartlegging av biologisk mangfold og naturtyper blir gjort i henhold til DN-håndbok 13 (Direktoratet for naturforvaltning 2006). Bekkekløfter blir her beskrevet som en topografisk avgrenset, men formrik naturtype, som omfatter alt fra dype juv til mindre sprekkedaler, og med innslag av et mangfold av vegetasjonstyper. Naturtypen inneholder ofte innslag av andre skogsnaturtyper, som gammel barskog, gammel lauvskog og gråor-heggeskog. Større, intakte bekkekløftmiljøer med kontinuitet i tresjiktet skal verdisettes som svært viktige (A), mens velutviklede bekkekløfter med kontinuitet i tresjiktet skal verdisettes som viktige (B). Lokalteter med stor variasjon og god forekomst av bergvegger er også viktige (B).

Fossesprøytsoner er relativt sjeldne miljøer og forekommer bare i noen bekkekløfter (Blindheim et al. 2009). Fossene må ofte ha et høyt fall og stor vannføring for at det skal dannes en sone med stabil fossesprøyt rundt den nedre delen av fossen. Fossesprøytsonene er karakterisert av høy luftfuktighet, lave temperaturer og lokale vinder i fossens umiddelbare nærhet, og huser spesialiserte arter. I NiN er fosseberg og fosse-eng definert som natursystem hovedtyper. Fosseberg omfatter *”åpne, ikke jorddekte fastmarksarealer i fossesprutsonen langs elveløp med fosser og fossestryk”*, mens fosse-eng omfatter *”åpne, grunnlendte, men jorddekte fastmarksarealer i fossesprutsonen langs elveløp med fosser og fossestryk”*, og naturtypen er klassifisert som nær truet (Lindgaard & Henriksen 2011). I DN-håndbok 13 er naturtypen karakterisert som *”naturlig treløs med tett vegetasjon av moser, gras og urter”*. Vegetasjonstypen *”fosseeng”* er klassifisert som noe truet (Fremstad & Moen 2001). Vassdragsregule-

ringer er den største trusselen mot fosseenger og fosseberg, som er betinget av at elven har hatt et bestemt mønster i vannføringen gjennom lengre tid. Naturtypen er et særtrekk for Norge. Alle store, velutviklede utforminger, inkludert de fossesprøytspåvirkete skogarealene rundt, skal verdisettes som svært viktige (A). Intakte utforminger av en viss størrelse skal verdisettes som viktige (B).

Små kraftverk kan imidlertid påvirke mange natursystemer og livsmedier, f.eks. gjennom sideinngrep som vegbygging. F.eks. vil gammelskog (gammel barskog, gammel lauvskog) ofte forekomme innenfor eller inntil bekkekløfter. Mange rødlistearter er tilknyttet gammelskog med lang kontinuitet av liggende og stående død ved og fleraldret skogstruktur. Utbygging av vassdrag kan påvirke populasjoner av moser og lav negativt både direkte gjennom habitatødeleggelse, som hogst eller nedbygging, eller indirekte ved habitatforringelse, ved f.eks. å endre lokale fuktighetsforhold til det tørrere. Både arealinngrep, som vegbygging eller rørgater, og regulering av vannstrengen kan gi slike effekter.

Miljøet i og i tilknytning til elver og småvassdrag er leveområde for mange arter. For spesialiserte arter (arter med strenge krav til livsmiljøet), skal det trolig svært små miljøendringer til før det får betydning for arten på en gitt lokalitet. Forekomst av tilsvarende livsmiljø i nærheten vil dermed være avgjørende for at arten fortsatt skal kunne forekomme i området. Arter med sjeldne livsmiljø vil være spesielt sårbare for endringer, spesielt dersom artene har dårlig spredningsevne. Noen arter er både spesialister og sjeldne, f.eks. norkblygmose *Seligeria pusilla* (VU) som lever i fossesprøytsoner, mens andre arter er spesialister og vanlige.

I alt 225 moser og 267 lavararter er ført på Rødlista 2010 (Hassel et al. 2010, Timdal et al. 2010). Av mosene er 17 arter klassifisert som kritisk truet (CR), 63 som truet (EN), 66 som sårbare (VU), 34 som nær truet (NT) og 45 med datamangel (DD). For nær 75 % av moseartene (166) oppgis påvirkning på habitat å være den fremste trusselen mot arten. 61 av artene er knyttet til natursystemene skog (fastmarksskogsmark) og 74 til berg, ur og andre grunnjordssystemer. Det er imidlertid vanskelig å si hvor mange av rødlisteartene som er knyttet til fossesprøytsoner og/eller bekkekløfter, fordi disse naturtypene ikke kan søkes ut i Rødlistebasen (Ødegaard et al. 2010). I Rødlista understrekes det at utbygging av mini- og småkraftverk i bratt terreng kan representere en betydelig trussel for forekomst av fuktighetselskende moser, men at kunnskapsnivået er svært mangelfullt når det gjelder mulige effekter på truete og sårbare arter (Hassel et al. 2010).

Av lavene er 53 kritisk truet, 77 truet, 86 sårbare, 45 nær truet og 6 har datamangel. Påvirkning på habitat er den faktoren som truer flest lavararter (91 %; 242 arter). 154 rødlistete lavararter er knyttet til fastmarksskogsmark og 88 til berg, ur og andre grunnjordssystemer. Som for moser er det vanskelig å si spesifikt hvor mange av artene som har hovedtyngdepunkt i bekkekløfter eller fossesprøytsoner, men hogst i fuktig gammelskog er og har vært en negativ påvirkningsfaktor for mange rødlistete lavararter (Timdal et al. 2010).

## 2.2 Biologisk mangfold-undersøkelser og småkraft

Småkraft blir markedsført som grønn og miljøvennlig energisatsing, i hovedsak fordi det ikke medfører utslipp av klimagasser. Utvikling av småkraft medfører imidlertid tekniske inngrep som påvirker naturen i influensområdet, gjennom bl.a. regulering av vannstrengen, anlegg av rørgate og kraftstasjon, opprustning eller nyetablering av anleggs- og tilkomstveier.

Småkraftverk er for små anlegg til at det er krav om konsekvensutredning etter Lov om planlegging og byggesaksbehandling. Ved utbygging av kraftverk med installert effekt mellom 1 og 10 MW, skal det likevel gjennomføres faglige undersøkelser av biologisk mangfold (Olje- og energidepartementet 2003). Resultatet av undersøkelsene vil være en del av grunnlagsmaterialet når utbygger søker NVE om konsesjon for utbygging av kraftverket. Miljøundersøkelsen skal gi en oversikt over hvilke verdier som er i området samt en vurdering av hvordan verdiene

blir berørt av tiltaket, og skal inkludere *"utsjekking av eventuelle forekomster av arter på den norske rødlista og en vurdering av artssammensetning i utbyggingsområdet i forhold til uregulerte deler av vassdraget og/eller tilsvarende nærliggende vassdrag."*

NVE har utarbeidet en veileder for dokumentasjon av biologisk mangfold ved bygging av småkraftverk (Korbøl et al. 2009). I henhold til veilederen skal verdifulle naturtyper (jf. Direktoratet for naturforvaltning 2006) identifiseres, og naturtyper knyttet til vassdrag med konsentrerte fall, som bekkekløfter og fosserøyksoner, skal vies særlig oppmerksomhet, bl.a. med hensyn til forekomster av moser og lav. Artsmangfoldet i undersøkelsesområdet skal beskrives, og rødlistefunn skal stedfestes. Forekomster eller sannsynlige forekomster av rødlistearter skal beskrives (Boks 1). Vurderingene skal foretas både for inntaksområdet, strekningen som blir fraført vann, områder nedstrøms utløp av kraftstasjonen (dersom disse blir berørt av tiltaket gjennom redusert vannføring) og områder berørt av veier, tipper, rørtrasé og nettilkobling (sideinngrep). Miljøundersøkelsene skal i hovedsak baseres på eksisterende kunnskap, inkludert data fra kommunenes kartlegging av biologisk mangfold.

I forbindelse med biologisk mangfold-undersøkelser, skal områdene verdisettes. I henhold til retningslinjene skal områder som er viktige for arter i rødlistekategoriene CR, EN og VU, gis stor verdi, mens områder som er viktige for arter i kategoriene NT og DD skal gis middels verdi. Tilsvarende gis områder med naturtyper som er vurdert til svært viktige for biologisk mangfold (verdi A) stor verdi, mens områder med naturtyper vurdert til viktige (verdi B) middels verdi (Olje- og energidepartementet 2007). I følge retningslinjene fra departementet må tiltak som kommer i konflikt med CR- eller EN-arter eller naturtyper Norge har et internasjonalt ansvar for, påregne å ikke få konsesjon. Tiltak som kommer i konflikt med biologisk mangfold av stor og middels verdi forøvrig må påregne pålegg om avbøtende tiltak som reduserer konflikten.

Veilederen for dokumentasjon av biologisk mangfold i småkraftprosjekter har vært revidert flere ganger. Flere av endringene i den siste utgaven (Korbøl et al. 2009) kom etter at Geir Gaarder og Morten W. Melby fra Miljøfaglig utredning AS, på oppdrag fra OED, gjorde en gjennomgang av et tilfeldig utvalg miljørapporter (Gaarder & Melby 2008). Her ble det blant annet påvist at kommunenes naturtypekartlegging ikke utgjør et godt nok kunnskapsgrunnlag for å vurdere områdenes verdi for biologisk mangfold, og at bare mellom 10 og 20 % av lokalitetene med verdifulle naturtyper vil være kjent før biologisk mangfold-undersøkelsen. Videre fant de at nesten halvparten av de verdifulle lokalitetene som ble identifisert i forbindelse med undersøkelsene, ikke var lokalisert i tilknytning til den berørte vannstrengen, m.a.o. blir også natur med større avstand til vannstrengen påvirket av tiltaket.

Gaarder & Melby (2008) viste også at rødlistete moser og lav bare sjelden blir registrert og at under 20 % av kartleggerne kunne dokumentere funn av rødlistete arter i disse organisme-gruppene. Ved supplerende undersøkelser ble det påvist flere rødlistearter enn hovedundersøkelsene. Resultatene indikerer dermed at både kunnskapsnivået hos kartleggerne og kvaliteten på artsregistreringene er for dårlige i mange biologisk mangfold-undersøkelser.

## **Boks 1 Beskrivelse av hvordan arter og naturtyper skal rapporteres ved kartlegging og dokumentasjon om biologisk mangfold for småkraftverk (Korbøl et al. 2009)**

### **4.3 Rødlistearter**

*Funn av rødlistearter i influensområdet skal presenteres i en egen tabell.*

*Videre skal forekomst eller sannsynlig forekomst av rødlistearter i undersøkelsesområdet beskrives. Dersom det konkluderes med at sannsynligheten for funn av rødlistearter er liten, må det gis en faglig begrunnelse for denne konklusjonen.*

### **4.4. Terrestrisk miljø**

#### **Verdifulle naturtyper**

*Verdifulle naturtyper skal kartlegges etter metodikken i DN-håndbok 13. Kartleggingen består i å avgrense, kartfeste, beskrive og verdisetts eventuelle lokaliteter med verdifulle naturtyper innenfor influensområdet. (...) Under kartleggingen skal det fokuseres spesielt på naturtyper som er avhengige av vannstand/vannføringer eller typer som kan bli negativt berørt av andre deler av tiltaket som rørgate, vei og kraftstasjon. (...).*

*Fossesprøytsoner og bekkekløfter skal skilles ut som egne naturtyper der disse opptrer i kombinasjon med andre naturtyper.*

*Ved inventering av fossesprøytsoner og bekkekløfter skal lokaliteten undersøkes for eventuelle funn av rødlistede moser og lav. Undersøkelsen skal gjøres av kompetent personell. (...)*

*Dersom det ikke registreres noen verdifulle naturtyper i influensområdet skal det gis en faglig begrunnelse for konklusjonen.*

#### **Karplanter, moser og lav**

*Det skal utføres en kort og enkel beskrivelse av vegetasjonens artssammensetning og dominansforhold. Når det gjelder enkeltarter så skal det legges vekt på rødlistede arter. (...) Dersom informasjon i eksisterende litteratur og/eller fra fylkesmannen tilsier et potensial for funn av sjeldne moser og lav skal registrering av disse vektlegges.*

Korbøl, A., Kjellebold, 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. Veileder nr. 3/2009. Norges vassdrags- og energidirektorat. 22 s.

## **2.3 Bekkekløftprosjektet**

Bekkekløftprosjektet ble satt i gang av Direktoratet for naturforvaltning (DN) som en følge av Stortingets beslutning om å øke skogvernet, og er gjennomført uavhengig av utbygging av småkraft. Naturfaglige registreringer av om lag 600 bekkekløfter og fossesprøytsoner har blitt gjennomført i perioden 2007-2010. Data samlet inn i Bekkekløftprosjektet gir dermed en mulighet til å se på sammenhengen mellom rødlistearter og naturverdier i bekkekløfter.

Vi har fått tilgang til datasett fra fylkene Buskerud, Telemark, Aust-Agder, Vest-Agder, Hedmark, Oppland, Sør-Trøndelag og Møre og Romsdal, som er kartlagt av Biofokus, Miljøfaglig utredning og Norsk institutt for naturforskning på oppdrag fra DN (Blindheim et al. 2009, Gaarder et al. 2008).

Undersøkelsesområdene i Bekkekløftprosjektet er valgt ut av DN og fylkesmennene på bakgrunn av forkunnskaper, som nøkkelbiotop-, naturtype- eller MiS-undersøkelser, tidligere ver-

neregistreringer eller andre naturfaglige undersøkelser. I tillegg kommer rent topografiske vurderinger for bekkekløft- og fossesprøytemiljøer. Bekkekløftene er kartlagt etter DNs mal for registrering av naturfaglige verdier i skog (Direktoratet for naturforvaltning 2007). I kartleggingene er 12 forskjellige parametre registrert og verdisatt (*Tabell 1*). Det er også foretatt en samlet verdivurdering av området, basert på de registrerte parametrene. I tillegg har naturtypelokaliteter, definert i henhold til DN-håndbok 13 (Direktoratet for naturforvaltning 2006), blitt registrert innenfor det kartlagte området.

**Tabell 1** Parametre og verdinivåer for parametre kartlagt i bekkekløfter og for samlet verdi (fra Blindheim et al. 2009).

Parameter	Beskrivelse
Urørthet	Påvirkning av nyere tids inngrep
Størrelse	Funksjonelt skogdekt areal
Topografisk variasjon	Ensartete terrengforhold – stor topografisk variasjon
Vegetasjonsvariasjon	Homogen – heterogen vegetasjon
Arrondering	
Artsmangfold	Påvist eller sannsynlig artsmangfold, se under
Rikhet	Innslag av rike vegetasjonstyper
Død ved mengde	
Død ved kontinuitet	
Treslagsfordeling	
Gamle trær	Vurdert for løvtrær, edelløvtrær og bartrær
Fosserøyk	Hvor godt er fosserøyksoner utviklet
Parameterverdi	Beskrivelse
-	parameteren er ikke relevant
0	parameteren er omtrent fraværende/uten verdi
*	parameteren er i liten grad tilfredsstillt/er dårlig utviklet/av liten verdi
**	parameteren er oppfylt i middels grad/er godt utviklet/av middels verdi
***	parameteren oppfylt godt/er meget godt utviklet/av stor verdi
Områdeverdi	Beskrivelse
0	området er uten spesiell naturverdi
1	området er lokalt verdifullt
2	området er lokalt til regionalt verdifullt
3	området er regionalt verdifullt
4	området er regionalt til nasjonalt verdifullt
5	området er nasjonalt verdifullt
6	området er nasjonalt verdifullt og svært viktig

Metoden som er benyttet under kartleggingen, legger ikke opp til heldekkende artsregistreringer, men det har blitt gjennomført målrettet søk etter signal- og rødlistearter som er karakteristiske for særlig verdifulle skogsmiljøer. Det har *”særlig blitt fokusert på arter og elementer som er særpregede for bekkekløfter og fosserøyksamfunn, for eksempel lavarter knyttet til lungeneversamfunnet på grankvister i fosserøyk, epifyttiske og epilittiske makrolav som viser sterk tilknytting til vassdragsnære miljøer og råtevedmoser knyttet til død ved inntil vassdrag.”* (Blindheim et al. 2009). Artsmangfold verdisettes som

\* relativt lite variert, med få sjeldne eller kravfulle arter. Enkelte signalarter og/eller rødlistearter forekommer.

\*\* relativt rikt og variert. Sjeldne og/eller kravfulle arter forekommer, også rødlistearter, gjerne relativt rike forekomster og helst i flere økologiske grupper

\*\*\* rikt og variert, eller særlig viktige/rike forekomster av arter i kategori EN og/eller CR. Mange sjeldne og/eller kravfulle arter helst innen mange økologiske grupper og/eller rødlistearter i høye kategorier.

Det er ikke en forutsetning at det er påvist mange rødlistearter for å gi høy verdi for artsmangfold; stor sannsynlighet for at slike arter forekommer er tilstrekkelig. Artsmangfold-kriteriet skal også fange opp variasjon i mangfoldet generelt og gjenspeile områdets generelle betydning for biologisk mangfold (Blindheim et al. 2009).

Rødlistearter inngår i bekkekløftprosjektet, men helhetlige naturfaglige verdier i bekkekløftmiljøet er i fokus. Bekkekløftprosjektet er per dags dato avsluttet, og en sammenstilling og syntese av de faglige resultatene fra prosjektet vil sluttføres i juli 2011. Bekkekløftprosjektet vil bidra til å øke vår kunnskap om variasjonsbredden i denne naturtypen, om viktige egenskaper ved bekkekløfter og om hvordan disse egenskapene kan knyttes til sannsynlighet for funn av rødlistete arter.

I denne rapporten vil data fra Bekkekløftprosjektet brukes til å se nærmere på hvordan naturverdi relateres til ulike egenskaper ved en lokalitet, samt å synliggjøre sammenhenger mellom habitater/naturtyper og sjeldne arter.



### 3 Materiale, metoder og resultater

I dette kapittelet gjennomgås de tre ulike tilnærminger vi har hatt for å øke kunnskap om forekomst og sårbarhet av truede og sårbare moser og delvis lav; (1) data og resultater fra Bekkekløftprosjektet, (2) forsøk på prediksjonsmodellering av rødlistete moser i Midt-Norge og (3) en kvalitativ gjennomgang av utvalgte mosearters økologi.

#### 3.1 Bekkekløftprosjektet

I alt 337 bekkekløfter i Buskerud, Telemark, Aust-Agder, Vest-Agder, Hedmark, Oppland, Sør-Trøndelag og Møre og Romsdal har blitt befart i forbindelse med Bekkekløftprosjektet. Vi har brukt disse dataene for å sammenstille informasjon om

- sammenhengen mellom samlet verdi for bekkekløfter og de parametre som er registrert under kartlegging,
- hvilke naturtyper som er oftest forekommende i bekkekløfter
- hvordan rødlistete lav og moser fordeler seg i naturtyper og bekkekløftlokaliteter.

Alle de 12 parametrene som ble registrert, hadde gjennomsnittlig høyere verdi i områder med høy samlet verdi (*Tabell 2*). Spesielt sterk sammenheng med samlet verdi hadde artsmangfold og bekkekløftens størrelse, samt vegetasjonsvariasjon og -rikhet. Også variabler som død ved mengde og kontinuitet er av stor betydning for bekkekløftlokalitetenes samlede naturverdi.

**Tabell 2** Gjennomsnittlig verdi (fra Tabell 1 omdefinert til tall) for hver av de registrerte parametrene for bekkekløfter med samlet verdi 0-6, samt Spearmans korrelasjonskoeffisient ( $r_s$ ) mellom parameterverdi og samlet verdi. For bekkekløfter uten registrerte naturverdier (samlet verdi 0) ble størrelse ikke angitt.

Parameter	Samlet verdi							$r_s$
	0	1	2	3	4	5	6	
Urørthet	1,1	1,8	2,0	2,1	2,3	2,3	2,4	0,359
Størrelse	-	1,2	1,4	1,6	1,8	2,4	3,0	<b>0,594</b>
Topografisk variasjon	1,3	1,5	1,7	1,9	2,3	2,5	3,0	<b>0,509</b>
Vegetasjons-variasjon	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,5	2,9	<b>0,555</b>
Arrondering	2,0	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,9	0,311
Artsmangfold	0,7	1,0	1,3	1,7	2,2	2,7	3,0	<b>0,782</b>
Rikhet	1,0	1,2	1,5	1,9	2,2	2,3	2,8	<b>0,522</b>
Død ved mengde	0,8	1,2	1,3	1,7	2,0	2,2	2,8	<b>0,540</b>
Død ved kontinuitet	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1	0,452
Treslagsfordeling	1,3	1,4	1,8	2,0	2,2	2,3	3,0	0,419
Gamle bartrær	0,6	0,9	1,2	1,2	1,5	1,6	1,9	0,348
Gamle løvtrær	0,7	1,0	1,0	1,3	1,5	1,6	2,8	0,395
Gamle edelløvtrær	0,1	0,1	0,4	0,5	0,7	0,7	0,9	0,232
Fosserøyk	0,2	0,2	0,2	0,4	0,7	0,8	0,3	0,234

Datasettet i Bekkekløftprosjektet bygger på Rødlista 2006 (Kålås et al. 2006), og noen arter har endret rødlistestatus på Rødlista 2010 (*Tabell 3*). Vi har ikke gått gjennom artslistene og oppdatert rødlistestatus i Bekkekløftdatasettet utover det som er gjort i *Tabell 3*.

13 rødlistete mosearter ble funnet i til sammen 72 bekkekløftlokaliteter, mens 83 rødlistete lavarter ble funnet i til sammen 233 bekkekløftlokaliteter. Totalt antall funn var 177 av moser og 2199 av lav (noen arter ble funnet flere steder i en gitt lokalitet). Fire arter sto for 90 % av mosefunnene (*Tabell 3*).

**Tabell 3** Oversikt over mosearter, rødlistestatus (på Rødlista 2006 (RL2006) og Rødlista 2010 (RL2010)), voksested og antall funn i bekkekløftprosjektet.

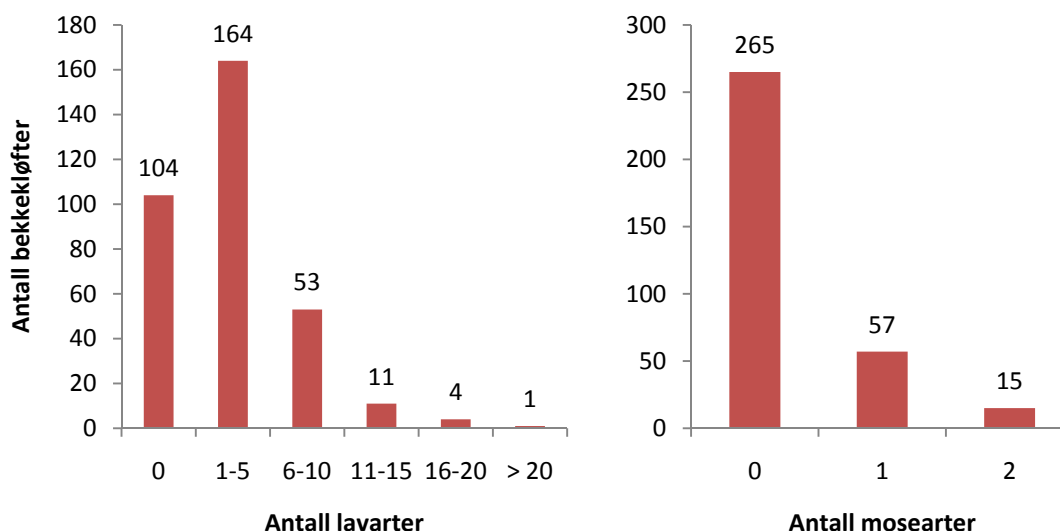
Latinsk navn	Norsk navn	RL2006	RL2010	Voksested	Ant. funn
<i>Anomobryum concinnum</i>	Spiss-stråmose	DD	DD	bergvegg	2
<i>Buxbaumia viridis</i>	Grønnsko	VU	LC	dødved	61
<i>Dicranum viride</i>	Stammesigd	VU	NT	epifyttisk	2
<i>Didymodon icmadophilus</i>	Hårkurlmose	DD	VU	bergvegg	1
<i>Frullania bolanderi</i>	Pelsblæremose	VU	VU	epifyttisk	31
<i>Frullania oakesiana</i>	Oreblæremose	EN	EN	epifyttisk	2
<i>Lophozia perssonii</i>	Kalkflik	NT	NT	mineraljord	1
<i>Plagiothecium latebricola</i>	Orejamnemose	NT	LC	dødved	2
<i>Scapania apiculata</i>	Fakkeltvebladmose	VU	VU	dødved	43
<i>Scapania brevicaulis</i>	Enkorntvebladmose	DD	EN	bergvegg	3
<i>Scapania carinthiaca</i>	Råtetvebladmose	EN	EN	dødved	24
<i>Scapania glaucocephala</i>	Flomtvebladmose	DD	CR	dødved	4
<i>Scapania nimbosa</i>	Torntvebladmose	CR	EN	kysthei	1

I alt 730 naturtypelokaliteter ble avgrenset innenfor de 337 bekkekløftlokalitetene, fordelt på verdiklassene svært viktig (A; 278 lokaliteter), viktig (B; 324 lokaliteter), lokalt viktig (C; 123 lokaliteter) eller verdi ikke angitt (5). I 15 av bekkekløftene ble ingen naturtypelokaliteter avgrenset (m.a.o. naturtyper av verdi C eller høyere ble ikke funnet), mens fire av bekkekløftene hadde ni forskjellige naturtypelokaliteter. Den vanligste naturtypen som ble registrert, var *Bekkekløft og bergvegg*, etterfulgt av *Gammel barskog* og *Rik edellauvskog* (Tabell 4). I alt 93 % av alle naturtypelokalitetene var knyttet til skog (inkl. naturtypen bekkekløft og bergvegg). Bare 25 fossesprøytlokaliteter ble registrert i de 337 bekkekløftene; av disse ble 10 registrert i Møre og Romsdal. Antall funn av rødlistete moser og lav i forskjellige naturtyper er oppgitt i Tabell 4 (tallet her er noe mindre enn det totale antallet funn fordi noen funn er registrert utenfor naturtypelokaliteter).

Funn av mange rødlistete skorpelav i de fire naturtypelokalitetene av *Sørvendt berg* og *rasmark* trekker gjennomsnittet opp for denne naturtypen (Tabell 4). Ellers var det flest funn av rødlistete lav i bekkekløfter, gammel barskog og kystgranskog. Gjennomsnittlig var det få funn av rødlistete moser i alle naturtypene. På bekkekløftnivå ble det funnet i gjennomsnitt 0,3 rødlistete moser og 3,1 rødlistete lav. Som Figur 1 viser, ble det funnet rødlistete moser i ca. 20 % av bekkekløftene, mens rødlistete lav ble funnet i ca. 70 % av lokalitetene. I én lokalitet, Søråa i Oppland, ble det funnet 23 arter av rødlistete lav, og lokaliteten har samlet verdi 6 (nasjonal verdi, svært viktig). I 15 av lokalitetene ble det funnet to rødlistete mosearter.

**Tabell 4** Naturtypelokaliteter registrert i bekkekløftprosjektet, samt funn av rødlistete moser og lav i disse naturtypene.

Naturtype	Antall	Andel	Ant. mosefunn	Gj.snitt mosefunn	Ant. lavfunn	Gj.snitt lavfunn
Bekkekløft og bergvegg	327	44,8	110	0,3	1374	4,2
Gammel barskog	108	14,8	11	0,1	236	2,2
Rik edellauvskog	73	10,0	14	0,2	90	1,2
Gammel lauvskog	39	5,3	6	0,2	59	1,5
Gråor-heggeskog	36	4,9	9	0,3	36	1,0
Kalkskog	26	3,6	2	0,1	13	0,5
Fossesprøytsone	25	3,4	3	0,1	18	0,7
Rik blandingsskog i lavlandet	24	3,3	9	0,4	25	1,0
Kystgranskog	23	3,2	2	0,1	67	2,9
Sørvendt berg og rasmark	4	0,7	0	0	63	12,6



**Figur 1** Frekvensfordeling over antall rødlistete arter av lav og moser funnet i bekkekløfter i bekkekløftprosjektet.

## 3.2 Prediksjonsmodellering

I prediksjonsmodellering bruker man kjente forekomster av en art og data om miljøforhold på lokalitetsnivå til å utvikle en modell for sammenhenger mellom miljøfaktorer og sannsynligheten for å finne arten (Stokland et al. 2008). En prediksjonsmodell kan vise den relative viktigheten av ulike miljøfaktorer og hvilke spesifikke verdier av miljøfaktorer som begünstiger forekomst av arten. Dersom forekomst av arter kan predikeres på denne måten, kan det brukes til å forenkle miljøregistreringene, ettersom det da kan være tilstrekkelig å påvise miljøvariabelen uten å finne selve arten(e).

Vi ønsket å modellere forekomst av rødlistete moser som kan bli negativt påvirket av småkraftverk. Vi valgte et mindre geografisk område – Midt-Norge – som studieområde, for å kunne gjennomføre feltarbeid for å validere prediksjonene i etterkant av modelleringen. Basert på en ekspertvurdering av hvilke arter i denne regionen som er sårbare overfor småkraftutbygging, hentet vi ut data fra herbariet ved NTNU Vitenskapsmuseet. Datasettet inkluderte 751 belegg fordelt på 21 mosearter i Midt-Norge (dvs. Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag og sørlige deler av Nordland).

Makroklimatiske variabler som nedbørsmengde og frekvens, temperaturforhold, samt høyde over havet osv. er relevante for utbredelsen av artene. I tillegg er faktorer som påvirker de spesifikke artenes levesteder viktige, slik som geologi (baserike-sure bergarter), skogstruktur (alder, treslagssammensetning, mengde og kvalitet av liggende dødved), topografi (innslag av bergvegger og egenskaper som høyde, overheng o.l. knyttet til dem) og vannføring. Disse faktorene vil sammen påvirke de lokale lys-, fuktighets- og temperaturforholdene i en bekkekløft og vil sammen med artenes biologi (fuktighetskrav, spredningsevne etc.) avgjøre hvor sannsynlig det er at ulike arter forekommer i en spesifikk bekkekløft.

Vi testet artsforekomst mot modellerte bekkekløfter (jf. Erikstad et al. 2009) og mot avstand til bekk. Av de 751 beleggene av rødlistete moser sårbare for småkraftutbygging, hadde de fleste en stedfesting som var for unøyaktig til at de kan kobles til et konkret livsmiljø:

- 203 belegg, fordelt på 19 arter, hadde en nøyaktighet i stedfesting på  $\leq 5$  m.

- 548 belegg hadde presisjon på fra 50 m til > 500 m.

For flere av de mest nøyaktige observasjonene var flere belegg samlet i samme lokalitet, dermed kan ikke variasjonen i levesteder brukes til å forklare forekomst.

Til tross for at vi hadde tilgang på alt relevant innsamlet materiale fra herbariet ved Vitenskapsmuseet, var datagrunnlaget ikke tilstrekkelig for å modellere forekomst av sårbare, rødlistete mosearter i Midt-Norge. Få kjente forekomster kombinert med upresis stedfesting av eldre innsamlinger bidro til dette. Med dagens kunnskap er dermed ikke dette vegen å gå for å forenkle miljøregistreringene i småkraftprosjekter.

### 3.3 Utvalgte moser – miljøkrav og sårbarhet

Prediksjonsmodellering var ikke gjennomførbart med det datasettet vi hadde til rådighet. I stedet har vi laget en sammenstilling av kunnskap om enkeltarters miljøkrav og sårbarhet. Hvis forvaltning og saksbehandling skal være kunnskapsbasert, er det viktig å synliggjøre hvilken kunnskap vi har om artene og hvilken kunnskap vi har om artenes sårbarhet i forhold til påvirkning/endring i deres livsmiljøer.

Gaarder & Melby (2008) har gjort et utvalg på 52 moser og lav som bør ha spesiell fokus ved småkraftverk. Artslistene ble laget på bakgrunn av et generelt faglig skjønn, men felles for alle ble det antatt at småkraftverk kan ha eller få en vesentlig innvirkning på nasjonal bestand (jf. kriterier i Rødlista; Kålås et al. 2006). De 36 mosene på denne listen er fuktkrevende arter, med vannkraftutbygging oppgitt som aktuell trussel. Listen inkluderer arter med ulike regionale tyngdepunkt og ulik økologi (se under), og Gaarder & Melby (2008) kom med en vurdering av hvilke livsmiljøer som bør undersøkes spesielt grundig i ulike regioner. For eksempel: "*Sørlige Østlandet: Her er det særlig viktig å være oppmerksom på mosearter i rennende vann, samt et par mosearter på trær. I spesielle tilfeller kan det også være av interesse å se på lav på berg og trær, og moser på kalkrike substrat.*"

Nedenfor presenteres en kvalitativ beskrivelse av noen utvalgte moser som vurderes å være sårbare i forbindelse med utbygging av småkraft. I beskrivelsen har vi vektlagt artenes økologi, og forsøkt å skille mellom 1) arter som er direkte knyttet til vannstrengen, og 2) arter som er knyttet til skog/dødved/annet substrat i bekkeløftmiljøer. Vi har også forsøkt å antyde hva slags type inngrep (reduert vannføring, sideinngrep mv.) artene er sårbare overfor. Utvalget bygger på 1) ønsket om å modellere noen arter i Midt-Norge; det ble derfor med bl.a. bakgrunn i funnene i undersøkelser i Nord-Trøndelag (Hassel & Holien 2006, 2007, 2008) plukket ut relevante arter hvor det fantes belegg i herbariet ved NTNU Vitenskapsmuseet, og 2) funn i bekkeløftprosjektet. Noen av artene er også omtalt i listen til Gaarder & Melby (2008). Hensikten med artsbeskrivelsene er ikke å gi en komplett oversikt over sårbare moser. Beskrivelsene gir likevel en god oversikt over kunnskapsstatus for de enkelte artene.

Økologisk kan de omtalte mosene deles i tre grupper ut fra substratet de er knyttet til; bergboende, vedboende og epifyttiske.

#### Epifyttiske

- *Ulota coarctata* – pløsegullhette
- *Frullania bolanderi* – pelsblæremose (*F. oakesiana* oreblæremose kommentert)

#### Vedboende:

- *Scapania apiculata* – fakkeltvebladmose
- *S. carinthiaca* – råtetvebladmose
- *Buxbaumia viridis* – grønnsko

#### Bergboende:

- *Anastrepta orcadensis* – heimose

- *Seligeria pusilla* – nurkblygmose
- *Didymodon icmadophilus* – hårkurlemose

### 3.3.1 Pelsblæremose *Frullania bolanderi* (VU)

#### Utbredelse

Arten er kjent fra omtrent 40 lokaliteter og er kjent fra Oslo, Akershus, Buskerud, Oppland, Telemark og Sør-Trøndelag (Figur 2). Antall kjente lokaliteter har økt kraftig de siste 10 årene, noe som skyldes økt oppmerksomhet rundt arten.

#### Økologi

Arten er knyttet til løvskogsdominerte raviner og bekkekløfter, og den vokser som epifytt på løvtrær med relativt glatt bark. Vanlige vertstre er gråor, hassel, lønn, alm og ask. Arten synes å være en konkurransesvak pionérart som ikke "liker" skorpelav i etableringsfasen, og som kan bli utkonkurrert eller få problemer med å etablere seg når barken sprekker opp og gjør det lettere for andre arter å etablere seg. Gode lokale fuktighetsforhold og tilgang på løvtre med lite til middels barkstruktur ser ut til å være et fellestrekk for de kjente forekomstene. Den beslektede arten oreblæremose *Frullania oakesiana* (EN) synes å ha ganske like økologiske krav som pelsblæremose, men er mye sjeldnere, og vi kjenner kun åtte lokaliteter for arten.

Pelsblæremose er bare funnet med vegetative spredningsenheter. Spredning til nye lokaliteter og eventuell reetablering på gamle lokaliteter er trolig problematisk på grunn av dårlig spredningsevne over lengre distanser. Lokalt kan det derimot være rike forekomster av pelsblæremose, noe som tyder på at de vegetative diasporer er effektive innen en populasjon. Oreblæremose er derimot kun funnet med sporofytter, og basert på antall funn ser sporer ut til å være mindre effektive enn vegetative diasporer selv om de potensielt har bedre spredningsevne. I etableringsfasen er vegetative diasporer trolig bedre enn sporene på grunn av at de er større og er mindre sårbare for uttørking.

#### Påvirkningsfaktorer

Endringer i lokale fuktighetsforhold på grunn av endret vannføring eller hogst vil være potensielle trusler for de kjente forekomstene.

### 3.3.2 Pløsegullhette *Ulota coarctata*

#### Utbredelse

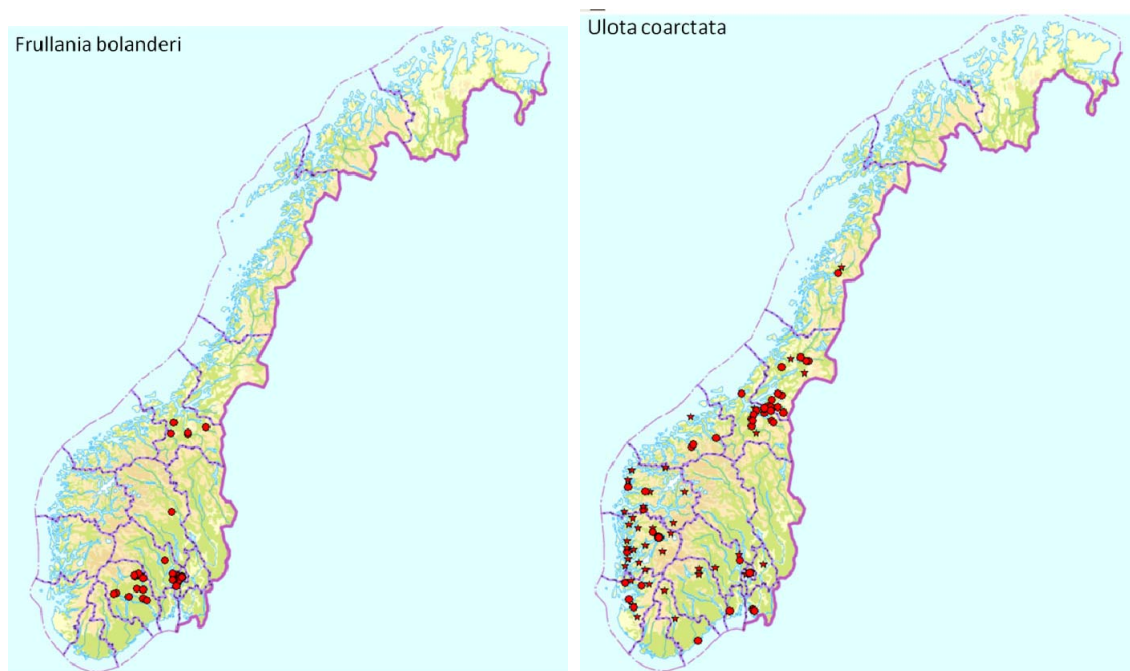
Arten forekommer nord til Rana i Nordland, den blir gradvis mindre vanlig nordover og er ikke kjent fra Oppland og Hedmark fylker (Figur 2). I de nordlige områdene og de nedbørsfattige områdene i Sørøst-Norge virker arten å være knyttet til mikroklimatisk fuktige områder slik som bekkekløfter (Artskart 2011, Størmer 1969). På Vestlandet nord til og med Møre og Romsdal virker arten å være mer generelt utbredt og ikke så klart knyttet til mikroklimatisk fuktige områder.

#### Økologi

Arten vokser på relativt unge løvtrær, særlig gråor, osp og selje i fuktige skogsmiljø og helst i forbindelse med bekkekløfter og vassdrag. I områder med humid makroklima er den ikke like knyttet til bekkekløfter og vassdrag. Sporeproduksjon er vanlig, og arten antas å ha god spredningsevne.

#### Påvirkningsfaktorer

Endrete lokale fuktighetsforhold ved hogst av skogen inn mot vassdrag og bekkekløfter, og reduksjon av vannstrømmen har trolig negativ innvirkning på livsmiljøet for arten. Tidligere har luftforurensing vært pekt på som en vesentlig negativ faktor (Hallingbäck 1992), men det virker å være mindre aktuelt nå.



**Figur 2** Kjente forekomster av pelsblæremose *Frullania bolanderi* og pløsegullhette *Uloata coarctata* (Artskart, mai 2011).

### 3.3.3 Fakkeltvebladmose *Scapania apiculata* (VU)

#### Utbredelse

Arten er kjent fra 36 lokaliteter i Vest-Agder, Hordaland, Sogn og Fjordane, Oslo, Akershus, Buskerud, Oppland, Hedmark, Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag (Figur 3).

#### Økologi

Det vanligste voksestedet for arten er på dødved langs bekkedrag i bekkekløfter. Andre voksesteder er myr i rik løvskog, fuktdrag i skog og vestvendt fuktig li med løvdominert skog. Et fellestrekk for de økologiske forhold virker å være et fuktig mikroklima, gjerne i forbindelse med baserikt rennende vann. På flere av lokalitetene vokser fakkeltvebladmose sammen med andre dødvedarter slik som pusledraugmose *Anastrophyllum hellerianum*, råteflak *Calypogeia suecica*, råtefluk *Lophozia ascendens* og fauskflik *Lophozia longiflora*.

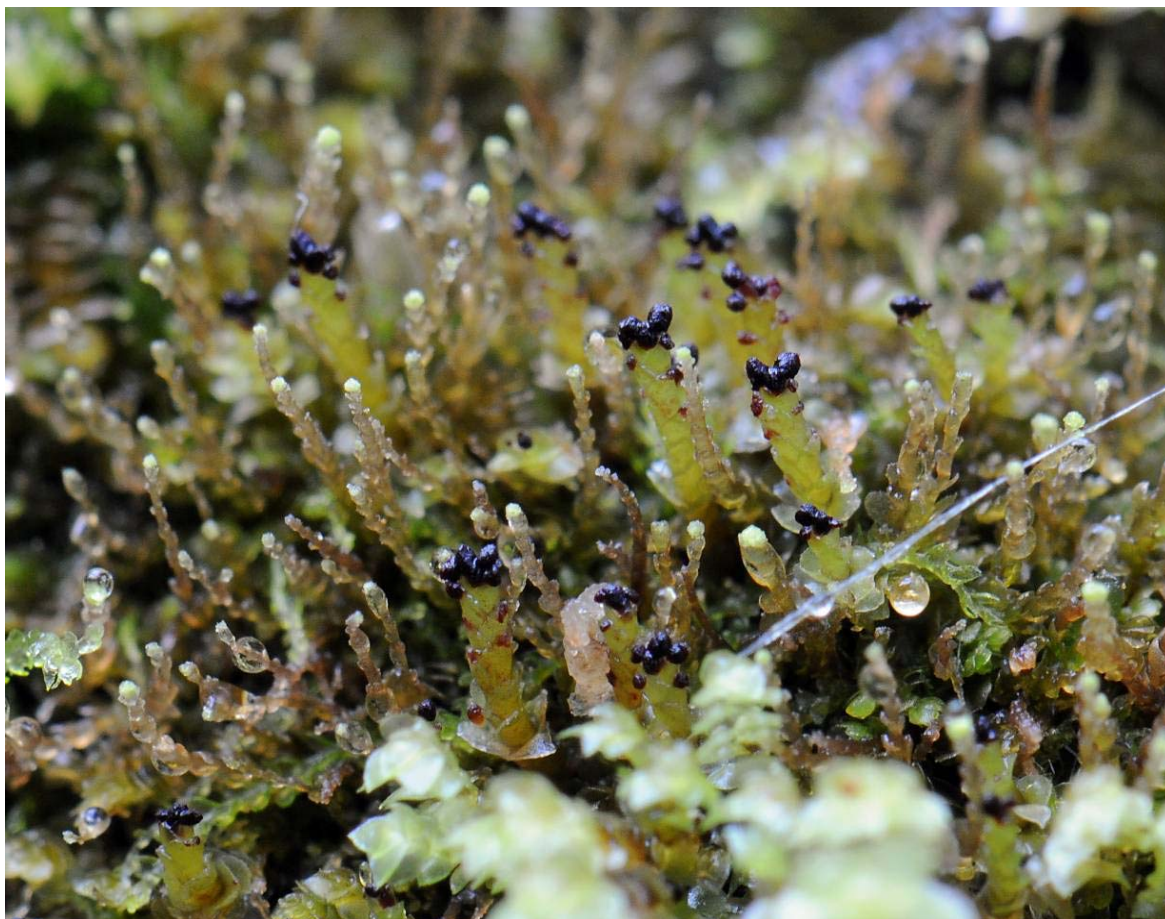
Arten virker ikke å ha klare preferanser for løvskog kontra barskog, og det er det fuktige mikroklimaet i kombinasjon med god tilgang på liggende dødved som er de viktigste faktorene. Når det gjelder selve substratet, ser det ut til å være forskjell i preferanse av dødved mellom forekomster i bekkekløft og fuktig skog. I fuktig skog finner vi arten oftest på relativt grove læger i fuktige situasjoner, gjerne av osp eller gran. I bekkekløfter derimot finner vi arten på læger av mindre dimensjoner (ofte ikke mer enn 10 cm diameter), disse stukkene er som regel blankskurte for bark og ligger i umiddelbar nærhet til vannstrengen og er periodevis oversvømt.

Sporeproduksjon skjer nå og da, og arten har i tillegg produksjon av grokorn som gjør at spredningspotensialet er bra også innen en lokalitet.

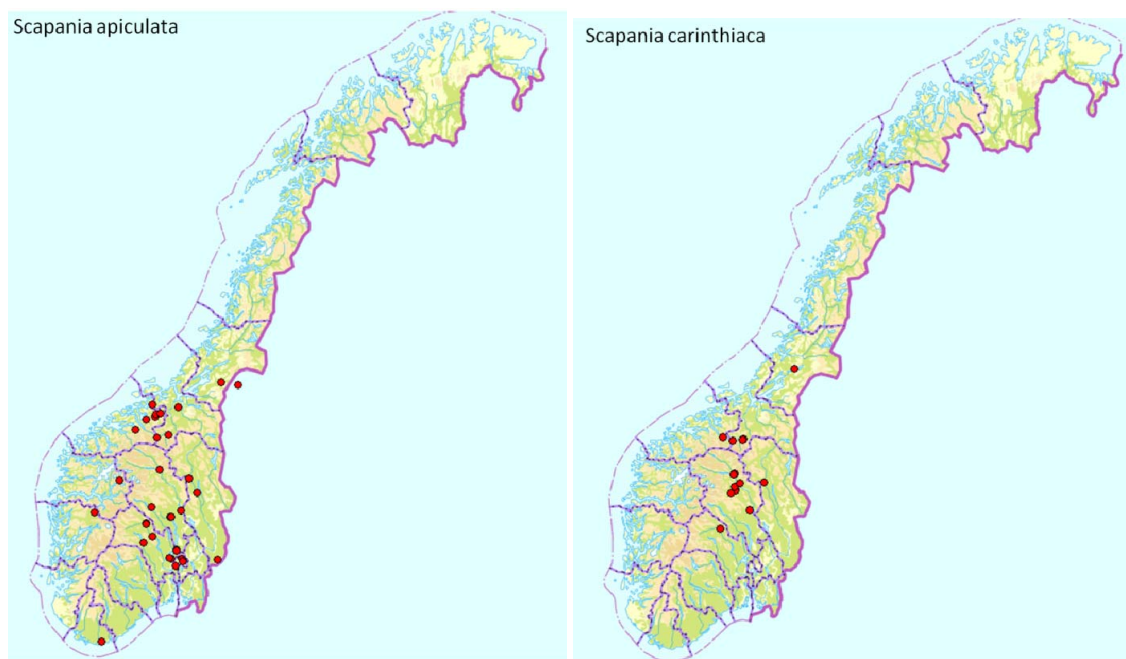
#### Påvirkingsfaktorer

Den spesialiserte økologien til arten gjør den sårbar for inngrep som påvirker lokale fuktighetsforhold, slik som hogst inntil vassdrag, og faktorer som påvirker tilgangen på død ved. Regulerings/utbygginger som påvirker vannføringen i små vassdrag og dermed fuktigheten, isgangen og flommene, har trolig negativ effekt på lokale populasjoner.





*Fakkeltvebladmose Scapania apiculata. Foto: Kristian Hassel*



**Figur 3** Kjente forekomster av fakkeltvebladmose *Scapania apiculata* og råtetvebladmose *S. carinthiaca* (Artskart, mai 2011).

### 3.3.4 Råttetvebladmose *Scapania carinthiaca* (EN)

#### Utbredelse

Arten er kjent fra 18 lokaliteter i Buskerud, Oppland, Hedmark, Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag (*Figur 3*).

#### Økologi

Råttetvebladmose er kjent fra dødved langs bekkedrag og i bekkekløfter. Økologien er ganske lik fakkeltvebladmose, men råttetvebladmose er i enda sterkere grad knyttet til bekkekløfter og rennende vann. Som fakkeltvebladmose vokser den på læger i umiddelbar nærhet til vannstrengen, enten på elvebredden eller ofte tvers over hvis det dreier seg om mindre bekker eller et sideløp. De fleste forekomstene av råttetvebladmose er knyttet til bekkekløfter i fjellnære områder. Arten har i Norge lenge kun vært kjent fra Oppdal i Sør-Trøndelag, hvor den ble funnet første gang langs Skjørdøla (nær Oppdal kirke) i 1900 av I. Hagen, og gjenfunnet av A.A. Frisvoll i 1993. Lokaliteten ved Skjørdøla i Oppdal ble reinventert 27.07.2005, og arten ble gjenfunnet på en nokså naken bjørkestump i kanten av elva (Hassel et al. 2006). Dette tyder på at arten kan overleve lenge i et vassdrag hvis miljøforholdene ligger til rette for det.

Produksjon av sporer er ikke vanlig, og spredning er i stor grad basert på grokorn. Spredningsevnen er derfor begrenset over lengre distanser.

#### Påvirkingsfaktorer

Se under fakkeltvebladmose.

### 3.3.5 Grønnsko *Buxbaumia viridis*

#### Utbredelse

Arten er rapportert med mer enn 500 funn i Sør-Norge nord til Nord-Trøndelag, men med et klart sørøstlig tyngdepunkt i utbredelsen (*Figur 4*). Utbredelsen spenner over en vid klimatisk gradient fra nemoral til mellomboreal sone og arten er samlet fra havnivå til ca. 600 m over havet. De fleste lokalitetene ligger lavere enn 400 moh.

#### Økologi

Grønnsko har en relativt vid økologiske amplitude både i forhold til substrat, skogtype og klimatiske forhold. De fleste funnene av grønnsko er gjort på læger, men den kan også vokse på stubber. Læger av osp og edellauvtrær som alm, ask og spisslønn virker å være like gunstige substrat som gran. Grønnsko prefererer sterkt nedbrutte læger (nedbrytningsgrad 4-5, Blom et al. 2001, Hassel & Gaarder 1999). De fleste forekomstene finnes i skogsbestand med høy luftfuktighet, bratte nord- og østhellinger eller i dalsøkk og bekkekløfter. Lågurtgranskog og ulike typer rik lauvskog er de viktigste biotopene for grønnsko. Der vi kjenner bestandsforholdene, er de langt fleste funn av grønnsko gjort i relativt gammel skog (> 100 år), men arten er også påvist i ung plantet skog med gran, arealer som har vært helt åpne i en eller flere perioder i løpet av de siste hundre år.

Produksjon av sporer er vanlig, mens vegetativ spredning ikke er kjent. Grønnsko har små sporer, og de produseres i store mengder. Arten er derfor godt tilpasset vindspredning. Produksjon av mange små sporer kan ses som en tilpassing til substrat-tilgjengeligheten. Læger av riktig type forekommer flekkvis i skogen og sjelden med høy frekvens.

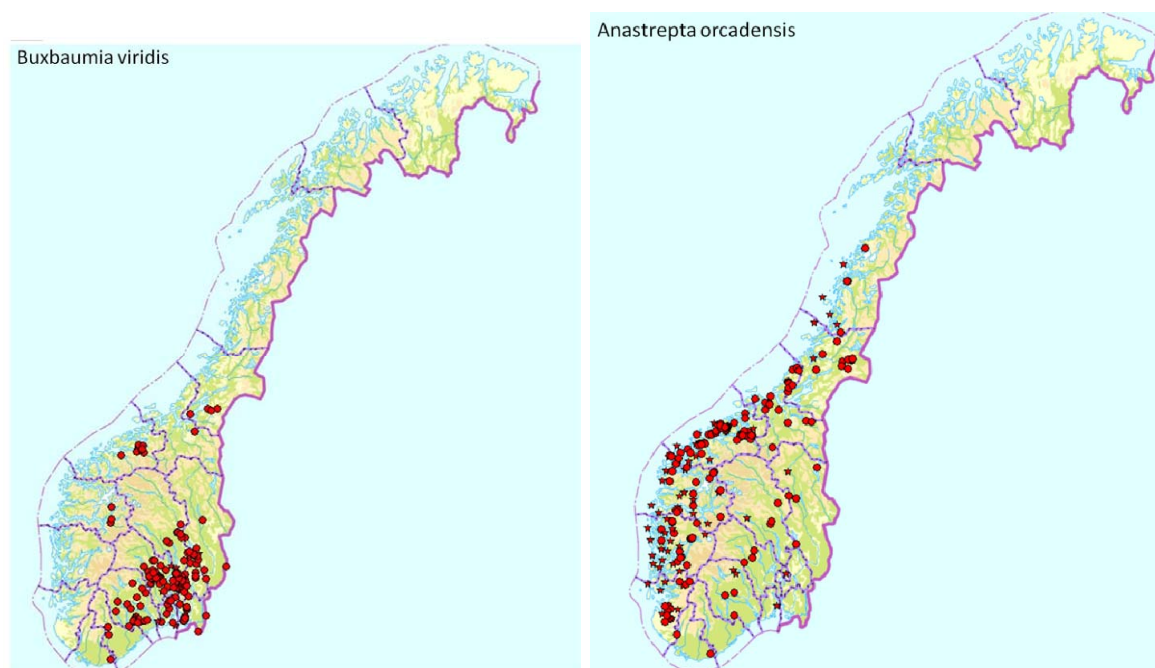
#### Påvirkingsfaktorer

Det er først og fremst tilgang på substrat som virker å være kritisk for forekomsten av grønnsko; stor variasjon i antall funn mellom år tyder på at dannelse av sporofytter er avhengig av visse klimatiske forutsetninger. Stabile fuktighetsforhold i forbindelse med befruktningen ser



ut til å være viktig, og de tidlige utviklingsstadiene av sporofytten er trolig spesielt utsatt for tørke.

Grønnsko omfattes av Bern-konvensjonen og er fredet i Norge (<http://www.miljostatus.no/>).



**Figur 4** Kjente forekomster av grønnsko *Buxbaumia viridis* og heimose *Anastrepta orcadensis* (Artskart, mai 2011).

### 3.3.6 Heimose *Anastrepta orcadensis*

#### Utbredelse

Arten forekommer nord til Meløy i Nordland, den blir gradvis mer uvanlig nordover og er også uvanlig øst for Langfjella (Figur 4). I de nordlige områdene og de nedbørsfattige områdene i sørøst-Norge virker arten å være knyttet til mikroklimatisk fuktige områder slik som for eksempel bekkekløfter (Artskart 2011). Langs kysten på Vestlandet nord til og med Trøndelag virker arten å være mer generelt utbredt og ikke så klart knyttet til mikroklimatisk fuktige områder. Den er ikke vanlig i de østlige delene av Trøndelag.

#### Økologi

Heimose har to hovedtyper av forekomster, den vanligste er i heisamfunn langs kysten og til en viss grad i fuktig fjellhei. Den andre typen forekomster er knyttet til berg og blokk i bekkekløfter i mer kontinentale områder hvor det lokalt er gunstige fuktighetsforhold. Lokale fuktighetsforhold styres i hovedsak av topografi, vannføring og skogstruktur i og rundt kløftene. Heimose vokser oftest på sure bergarter eller på humus.

Arten har ikke vært påvist med sporer i Norge, men grokorn er vanlig forekommende og er trolig viktig for lokal populasjonsdynamikk. Spredning over lange distanser er trolig sjeldne hendelser.

#### Påvirkingsfaktorer

Hogst av skogen eller andre endringer som påvirker de lokale fuktighetsforholdene kan ha negativ påvirkning på bekkekløftforekomstene i Sør-Norge (inkludert Trøndelag).



*Heimose Anastrepta orcadensis. Foto: Kristian Hassel.*

### 3.3.7 Nurkblygmose *Seligeria pusilla* (VU)

#### **Utbredelse**

Arten har en hovedsakelig østlig utbredelse i Norge og er kjent fra omkring 25 lokaliteter (*Figur 5*). De nordligste forekomstene er i Vefsn og Sørfold kommuner, de andre funnene er konsentrert til Trøndelag og Oslofjordområdet. Det er i tillegg ett funn fra Fræna i Møre og Romsdal.

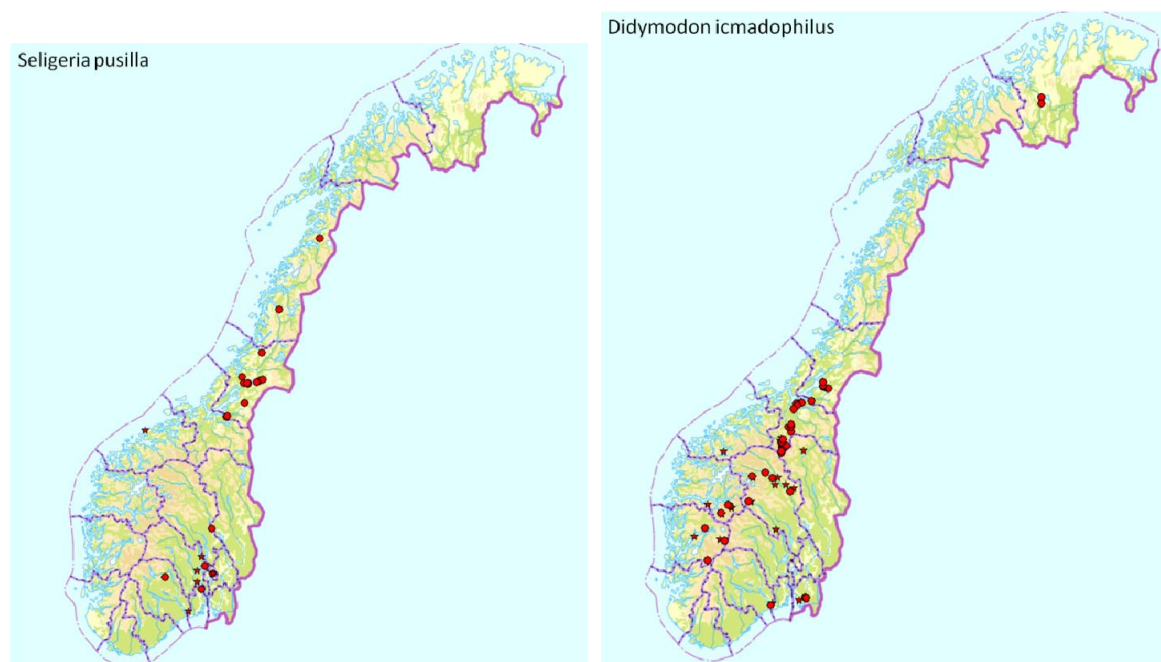
#### **Økologi**

Arten har to hovedtyper av forekomster, kalkrike bekkekløfter og kalkskog hvor gran er dominerende treslag. Substratet virker nesten utelukkende å være kalkstein. Nurkblygmosen er knyttet til miljø med høy luftfuktighet, og i kalkområdene rundt Snåsavatnet er det grandominert skog i karstlandskap som er det viktigste leveområdene. I bekkekløfter vokser den helst under fuktige overheng, men uten rennende vann.

Arten har vanligvis sporeproduksjon og spredningsevnen antas å være god.

#### **Påvirkingsfaktorer**

Begge disse miljøene er fuktige, og både hogst og redusering av vannføringen i vassdrag er faktorer som trolig vil ha negativ påvirkning på arten.



**Figur 5** Kjente forekomster av nurkblygmose *Seligeria pusilla* og hårkurlemose *Didymodon icmadophilus* (Artskart, mai 2011).

### 3.3.8 Hårkurlemose *Didymodon icmadophilus* (VU)

#### Utbredelse

Hårkurlemose er svært lite samlet etter 1910, og dagens status for arten i Norge er usikker. I Trondheim er hårkurlemose tidligere kjent fra Nedre Leirfoss hvor den ble samlet i 1888 og 1898, dvs. før kraftutbyggingen tok sted. Utbredelsen basert på tidligere funn omfatter Sør-Norge nord til Trondheimsfjorden og to funn i Finnmark (Figur 5).

#### Økologi

Hårkurlemose er knyttet til områder med rike bergarter fra lavlandet og opp i fjellet (til ca. 1000 moh.). Den er knyttet til fuktige berg, periodevis oversvømte berg og sprutpåvirket berg ved bekker og elver.

Hårkurlemose er særbu og sporofytter er ganske uvanlig, vegetativ formering annet enn fragmentering er ikke kjent hos arten. Spredningsevnen antas derfor å være relativt dårlig.

#### Påvirkingsfaktorer

I nasjonal sammenheng anses vannkraftutbygging og annen virksomhet som påvirker vannføringen i vassdrag å være den viktigste trusselen mot arten. Med bakgrunn i kraftutbygging på enkelte kjente lokaliteter og den økende utbygging av små kraftverk, er det rimelig å anta at arten er i tilbakegang. En forekomst ved Ristbekken i Trondheim hvor det er spor av en gammel dam, kan tyde på at arten tåler noe forstyrrelse.

## 4 Diskusjon

### 4.1 Rødlisteatene kompliserer småkraftprosjektene

#### 4.1.1 Rødlistete moser er sjeldne og vanskelig å finne og bestemme

Kartlegging av moser og lav ved fosser og bekkekløfter har tidligere vist at det er stor variasjon mellom lokaliteter når det gjelder forekomst av arter, og dette styres av flere faktorer, som stabilitet i fuktighetsforholdene, treslagssammensetning og berggrunn (Hassel & Holien 2006, 2007, 2008).

Gaarder & Melbye (2008) fant, i sin gjennomgang av 42 miljøundersøkelser i forbindelse med småkraftverk, at bare én rødlistet lav og ingen rødlistete moser ble funnet. Sett i lys av at mindre enn 20 % av kartleggerne var registrert med funn av rødlistete arter (moser og lav) i de vitenskapelige museenes databaser, er det klart at kunnskapsnivået og kvaliteten på artsregistreringene er for dårlige i mange av utredningene om biologisk mangfold i småkraftsaker.

I det omfattende Bekkekløftprosjektet til DN ble det funnet 13 rødlistearter av moser i fylkene Buskerud, Telemark, Aust-Agder, Vest-Agder, Hedmark, Oppland, Sør-Trøndelag og Møre og Romsdal. Gjennomsnittlig ble 0,3 rødlistete mosearter og 3,1 lavarter funnet per bekkekløftlokalitet. Dette virker å være i samme størrelsesorden som undersøkelsen av 29 bekkekløft/fossesprutlokaliteter i Nord-Trøndelag, hvor det ble registrert seks rødlistearter av moser og 13 av lav. Totalt ble det gjort 46 funn av rødlistearter i disse undersøkelsene i Nord-Trøndelag, og i gjennomsnitt ble det registrert 0,3 rødlistearter av moser og 1,3 lav per lokalitet (Hassel & Holien 2006, 2007, 2008). Både i Bekkekløftprosjektet og i kartleggingene i Nord-Trøndelag ble feltregistreringene gjennomført av personer med god kunnskap om rødlistearter både hos moser og lav, men mosekunnskapen hos registrantene i Bekkekløftprosjektet var trolig varierende. En direkte sammenligning av antall funn kan gi et feil bilde fordi sammenligningen ikke tar høyde for et områdes potensial, m.a.o. hva en kan forvente av funn i et gitt område. Hvis vi skalerer rødlistefunn av moser og lav i de to nevnte prosjektene mot hva som er kjent av rødlistete moser og lav i Nord-Trøndelag og fylkene som er dekket i utvalget fra Bekkekløftprosjektet (Bu, Te, AA, VA, He, Op, MR og ST), finner vi at i Nord-Trøndelag er det 5,2 ganger flere forekomster av rødlistete lav enn moser (kilde: Artskart og Norsk LavDatabase pr. 19.05.2011). I prosjektet i Nord-Trøndelag (Hassel & Holien 2006, 2007, 2008) ble det registrert 4,3 ganger flere forekomster av rødlistete lav enn moser, m.a.o. fant man flere rødlistete moser enn man kunne forvente. I fylkene som dekkes av Bekkekløftprosjektet er det 3,4 ganger flere forekomster av rødlistete lav enn moser (kilde: Artskart og Norsk LavDatabase pr. 19.05.2011), mens forholdet mellom funn lav og moser i Bekkekløftprosjektet (Blindheim et al. 2009, Gaarder et al. 2008) var 10,3, m.a.o. fant man mye mindre moser enn forventet i forhold til lav.

Funn av rødlistete moser og lav ser derfor ut til å være sterkt koblet til kompetansen hos de som er ute og registrerer. Blant flere mulige årsaker til det lave antallet mosefunn i de utvalgte fylkene i Bekkekløftprosjektet nevnes bl.a. at kunnskapsnivået om moser hos registrantene er dårligere enn om lav og sopp (Blindheim et al. 2009, Gaarder et al. 2008), og at artsgruppen er tidkrevende å samle inn og bearbeide i etterkant. Dette kan føre til at artsgruppen blir nedprioritert pga. begrenset tid. Bekkekløfter er dessuten vanskelige lokaliteter å jobbe i; framkommeligheten kan være utfordrende i mange tilfeller, noe beskrivelsen av enkelte lokaliteter illustrerer: *"Terrenget er svært vanskelig tilgjengelig, og partiet nede i juvet og artsmangfoldet er derfor dårlig dokumentert."* og *"Terrenget er svært krevende og mye av kløfta tilnærmet utilgjengelig, beskrivelse og vurdering baserer seg derfor i hovedsak på avstandsbedømmelse."* Slike forhold vil også redusere sannsynligheten for å registrere en artsforekomst.

Det viste seg å være vanskelig å lage en sannsynlighetsbasert forekomstmodell for utvalgte moser i Midt-Norge. Flere faktorer spilte inn; for det første var det få artsfunn, og mange av

artsfunnene var svært dårlig stedfestet. I tillegg er det slik at data om miljøfaktorer som er viktig for forekomst av disse artene ikke nødvendigvis finnes (f.eks. kontinuitet i død ved), eller at den romlige oppløsningen av miljøfaktordataene ikke er på en skala som er relevant for den aktuelle arten. Med dagens tilgjengelige data er det dermed ikke mulig å erstatte feltundersøkelser med sannsynlighetsbaserte forekomstmodeller.

#### 4.1.2 Forholdet mellom arter og naturtyper – er det lettere å jakte på naturtypene?

Forekomst av rødlistearter er bare én måte å kvantifisere naturverdier på. Andre verdikriterier, som topografisk variasjon og vegetasjonsvariasjon, rikhet, forekomst av viktige livsmedier (død ved, gamle trær), er også viktige for et områdes samlede naturverdi. I tillegg er det kjent at en del av de rødlistete artene er sterkt knyttet til noen konkrete naturtyper, selv om det altså på nåværende tidspunkt ikke er mulig å predikere denne koblingen eller dekke opp alle artene gjennom kobling til spesielle naturtyper. Det er sannsynligvis mer krevende å opparbeide god kompetanse på kartlegging av arter enn på kartlegging av naturtyper. Den nye Rødlista for naturtyper (Lindgaard & Henriksen 2011) gir en oversikt over truede naturtyper og en vurdering av trusselfaktorer for naturtypene. Kontinentale skogsbekkekløfter samt fosseberg og fosse-eng er vurdert til naturtyper som er nær truet, og en rekke skogtyper er også rødlistet. Rødlista for naturtyper vil framover brukes som forvaltningsverktøy i småkraftsaker.

#### 4.1.3 Miljøkrav og sårbarhet hos artene – hvor mye tåler de egentlig?

Rødlistete moser og lav forekommer både i tilknytning til skogen og til selve vannstrengen. Av de åtte moseartene som er beskrevet her, har flertallet relativt dårlig spredningsevne, noe som innvirker på artenes mulighet til å etableres på nye lokaliteter. Endring av lokale fuktighetsforhold påvirker trolig artene negativt. Både hogst av vassdragsnær skog og reduksjon av vannstrømmen vil kunne endre lokale fuktighetsforhold. I tillegg vil regulering av vannstrømmen endre frekvens av flommer og påvirke isgangen i elven/bekken, som vil kunne påvirke negativt arter knyttet til dødved i/nær vannstrengen. En kombinasjon av strenge habitatkrav og dårlig spredningsevne gjør flere av artene svært sårbare for forringet habitatkvalitet og oppsplitting av gammelskogsområder (Hassel et al. 2006). Imidlertid har vi begrenset kunnskap på artsnivå om hvor store endringer i miljøfaktorer som påvirker populasjonenes dynamikk.

Ihlen (2010) undersøkte status for kjente rødlisteforekomster av to lavarter og to mosearter etter utbygging av sju vannkraftverk. For en av moseartene, fossegrimmose *Herbertus stramineus* (VU), fant han at de forekomstene som var forsvunnet, alle var ved kraftverk uten minstevannsføring, mens én forekomst som var redusert i mengde, var nær en elv med pålagt minstevannsføring.

Minstevannsføring ser ut til å være viktig for forekomsten av fuktighetskrevede arter, men hvor mye fuktighet/minstevannsføring som kreves, varierer mellom arter, og kunnskapen om dette er mangelfull (Gaarder & Melby 2008, Ihlen 2010). I tillegg til minstevannsføring vil det være viktig å unngå hogst i skog i nærheten av elvestrengen ved bygging av vannveier og anleggsveier, for å opprettholde fuktighet og unngå endringer i solinnstråling lokalt (Ihlen 2010). Det er imidlertid viktig med gode grunnlagsdata, dvs. data om forekomster og populasjonsstørrelser i forkant av en eventuell kraftutbygging, for å vurdere artenes sårbarhet. Et prosjekt for overvåking av en populasjon av fakkeltvebladmosen *Scapania apiculata* (Hassel 2009) er satt i gang i Rindal kommune, for å studere effekten av kraftutbygging på forekomsten av denne arten.

#### 4.1.4 Overfokus i saksbehandlingen?

Som Gaarder & Melby (2008) viste, og som er ytterligere bekreftet både gjennom resultatene fra Bekkekløftprosjektet og vårt forsøk på prediksjon av artsforekomster, er det vanskelig å dokumentere reelle forekomster av rødlistete mosearter gjennom dagens miljøundersøkelser. Eksisterende kunnskap er svært mangelfull og miljøundersøkelser lider av mangel på kompetanse, mangel på kunnskap om artenes sårbarhet og knappe kartleggingsressurser. Det er i dag svært få personer her i landet som faktisk er i stand til å gå ut og lete opp rødlistete mosearter.

Til tross for nevnte hull i kunnskapen, har rødlistete moser og lav stor fokus i saksbehandlingen. Forekomst av rødlistearter skal tillegges stor vekt i verdivurderingen og får også stor fokus i den videre saksbehandlingen hos NVE. Forekomst av livsmiljø eller naturtyper som arten er kjent fra, er ikke tilstrekkelig til å utløse samme verdi, uten at forekomst av arten er dokumentert. Dette gir en vanskelig situasjon for saksbehandling nesten uansett hvilke funn som gjøres – eller ikke gjøres:

1. Der det er gjort funn av en rødlistet moseart. Da vet man at arten er der, men man må vurdere hvorvidt den er truet av det aktuelle tiltaket. Hva tåler den og hva tåler den ikke? Kunnskapsbasert eller føre var? Det er slike situasjoner som fører til "flåsete" oppslag i media om *smårusk som stopper bygdeutvikling*.
2. Der det ikke er gjort funn. Da kan det være at det ikke finnes rødlistete moser der. Men det kan også være at de er der, men at de ikke er funnet; enten fordi utreder ikke har kompetanse, eller fordi de vokser i en utilgjengelig del av lokaliteten, eller fordi det berørte området var for stort til at det kunne gjennomføres innenfor tilgjengelig tid.

For utbyggere blir funn av rødlistearter en joker i prosjektplanleggingen. Slike funn kan stoppe eller forsinke prosjektene, og funn kan medføre endrete krav til minstevannføring eller igangsetting av overvåking. En problematisk side av dette kan være at valget av utreder kan påvirke verdivurderingen av lokaliteten, ettersom kun noen utredere er i stand til å finne rødlistete moser. Det vil i en slik situasjon være utbyggers fordel om rødlistete arter ikke kan dokumenteres. For forvatningsmyndighetene er også rødlisteartene en vanskelig nøtt, nettopp fordi kunnskapen om både forekomst og sårbarhet er så mangelfull.

## 4.2 Hvordan møte disse utfordringene i framtidig utvikling av småkraft?

Mange av disse utfordringene kan synes svært vanskelige å gjøre noe med innen dagens økonomiske og faglige rammer for småkraftprosjekter. Men både for utbyggere og forvaltningen er det uheldig med en situasjon som på den ene siden bidrar til uforutsigbarhet for selve utbyggingsprosjektet og på den andre siden medfører at arter og naturverdier kan gå tapt på grunn av kunnskapsmangel. Vi forsøker i dette kapittelet å trekke fram noen poenger som kan brukes for å forbedre håndtering av rødlistete moser og lav i småkraftprosjekter. Mange ulike aktører er involvert i disse problemstillingene, og alle må utfordres for å komme fram til en bedre håndtering av de sjeldne artene i småkraftprosjekter. Vi presenterer ingen ferdige løsninger, men håper at dette kan være et bidrag til veien videre. Nedenfor har vi forsøkt å oppsummere hvordan ulike aktører berøres.

### 4.2.1 Utfordringer for forvaltningen

Saksbehandlingen i forvaltningen skal lede fram til at de "riktige" prosjektene får konsesjon og kan bygges ut, mens de andre, med store/sårbare naturverdier, blir avvist.

## Miljøutredningene – innhold og relevans

Dagens miljøutredninger i småkraftprosjekter har fokus på forekomst av rødlistearter og noen naturtyper som utløser verdi. Eksisterende kunnskap fra området skal være et viktig grunnlag for vurderingene, og dette skal suppleres med feltundersøkelser. Imidlertid viser både tidligere undersøkelser, som vi har referert til, og egne undersøkelser, at eksisterende kunnskap er svært mangelfull og at mange kartleggere ikke er i stand til å finne rødlisteartene. Det kan tyde på at innholdet og kravspesifikasjonen i miljøundersøkelsene ikke er i tråd med realitetene som møter utrederne, og i neste omgang saksbehandlerne.

### Økt fokus på naturtyper og livsmiljø for å fange opp leveområder for rødlistearter

Et alternativ er å fokusere på naturtyper som er dokumentert viktig for rødlistete arter. Dette kan være naturtyper på varierende skala (jf. Naturtyper i Norge), inkludert naturtypen bekkekløft (landskapsdel-hovedtype), fosseeng (natursystem-hovedtype) eller ved-livsmedier (livsmedium-hovedtype). For moser og lav er slike naturtyper både knyttet til elvestrengen og til områder et stykke unna elvestrengen (Tabell 5). Man kan tenke seg at utreder kartlegger og kvantifiserer forekomst av slike naturtyper/faktorer og egenskapene som påvirker naturtypenes kvalitet (tilstandsvariabler). En slik naturtypetilnærming kan føre til at en viss andel av aktuelle rødlisteforekomster og livsmiljø blir fanget opp på en systematisk og etterprøvsbar måte. De resterende blir ikke fanget opp, f.eks. arter som ikke er knyttet til spesielle naturtyper (som er sjeldne eller i tilbakegang av andre årsaker). Metoden er også problematisk for de virkelige sjeldne artene, som ikke har en regelmessig forekomst, og som kun kan fanges opp ved at de registreres direkte. Kan dette likevel være et alternativ til dagens situasjon, der man fanger opp de fleste rødlisteartene i et lite utvalg av prosjekter (avhengig av utreder, tilgjengelighet osv.), men hvor man ikke vet hvor mye som fanges opp i resten av prosjektene? Utfordringen er at forekomst av naturtypen er vanligere enn forekomst av de sjeldne artene, slik at en slik forenkling kan oppleves som en innstramming for utbyggerne. Den nye rødlista for naturtyper kan være et viktig bidrag her, dersom forekomst av rødlistete naturtyper utløser samme verdi som dagens forekomst av rødlistearter. Imidlertid er det viktig å være klar over at utformingen av naturtyper og koblingen mellom naturtyper og rødlistearter vil variere mellom ulike geografiske områder og langs klimatiske og geologiske gradienter.

### Småkraftprosjektene påvirker ikke bare vannstrengen, men også andre arealer

Naturtypene/livsmiljøene som forekommer innenfor influensområdet til et småkraftprosjekt, kan være klart koblet til ulike deler av småkraftprosjektet. Regulering av vannstrengen vil f.eks. påvirke andre habitater enn en tilførselsvei, og dermed andre arter. Spesialarter knyttet til elvestrengen, som f.eks. fakkeltvebladmose *Scapania apiculata* og råtetvebladmose *S. carinthiaca*, vil være spesielt sårbare for endringer i vannføring. Spesialarter i habitater utenfor elvestrengen vil være sårbare både for endringer i vannføring (gjennom reduksjon av luftfuktighet) og for arealinngrep i skogsmiljøet (se kap. 3.3). Det vil derfor være viktig at den romlige fordelingen av naturtyper innenfor influensområdet kartlegges, og at avbøtende tiltak vurderes forskjellig for naturverdier som blir påvirket av sideinngrep og av reduksjon i vannføringen.

### Samordning av saksbehandling for tilførselsveger

Veger er et tilleggsinngrep som påvirker arealer utenfor selve elvestrengen og dermed potensielt kan påvirke viktige habitater for de sjeldne mose- og lavartene. Vegene kan berøre mange ulike habitat typer. Mange av vegene som brukes i småkraftprosjektene er saksbehandlet av kommunen som landbruksveg og følger dermed andre saksbehandlingsprosedyrer enn om vegen blir saksbehandlet av NVE. Dette kan føre til uklarhet om den totale arealbruken og miljøpåvirkningen av kraftverket (Hagen & Erikstad, under utarb.). En samordning av saksbehandlingen kan være grunnlag for bedre samlet utredning og vurdering, samt formulering av målrettede avbøtende tiltak.

### Kan to-trinns saksbehandling være vegen å gå?

Dersom det utvikles et faglig akseptabelt system for å fange opp viktige naturtyper og livsmiljøer, må dette inngå som grunnundersøkelser i alle prosjekter (trinn 1). Denne standard miljøutredningen skal være i stand til å kartlegge viktige naturtyper og livsmiljøer på en god måte.

Dette kan dermed gi den videre saksbehandlingen et standardisert og kalibrert grunnlag for å si om det skal sendes inn eksperter for å gjøre ekstra feltundersøkelser, som også inkluderer målrettet søk etter rødlistearter (trinn 2). Forvaltningen må i samarbeid med vitenskapelige fagmiljøer utforme klare retningslinjer for når forekomst av en naturtype/livsmiljø er tilstrekkelig til å verdsette lokaliteten og hvilke forhold som skal utløse trinn 2. En slik totrinnsprosess foregår i en del saker allerede. I noen tilfeller har utreder påpekt at det er potensial for forekomst av rødlistete moser, og NVE har bedt om tilleggsundersøkelser. En formalisering av denne prosessen vil være viktig.

**Tabell 5** Egenskaper ved lokalmiljøet som påvirker habitatkvaliteten for moser og lav.

<i>Faktor</i>	<i>Kvalitet</i>	<i>Forklaring</i>
Liggende dødved	Mengde dødved	Mye dødved i ulike nedbrytingsstadier er bra for vedlevende arter og sikrer effektiv spredning av artene fra stakk til stakk.
	Diameter på stokkene	Diameter er en viktig faktor som bestemmer stakkens evne til å holde på fuktighet. Stokker med stor diameter representerer mer stabile voksesteder enn små stokker som lett tørker ut. Hvordan stakken ligger i terrenget er en annen faktor som påvirker dette.
Fossesprut	Stabilitet	En fossesprutsone som gir konstant sprut gjennom hele vekstsesongen gjør at arter som er avhengig av konstant høy luftfuktighet kan leve der. Fossesprutsoner som er mer periodiske med tørre perioder når vannføringen er lav, vil mangle de mest fuktighetskrevene artene.
Bergvegg	Geologi	Bergvegger som består av baserike, lett forvitrende, bergarter, vil være mer artsrike og oftere ha sjeldne arter enn bergvegger bestående av sure og harde bergarter. Unntaket er på Vestlandet hvor en del oseaniske moser og lav vokser på sure bergvegger.
Skog	Høyde	Høye bergvegger er ofte mer artsrike enn lave bergvegger.
	Alder/struktur	Eldre, flersjiktet skog har ofte flere nisjer for arter og er mer artsrik enn yngre og mer homogen skog.
Stående dødved	Baserikhet jordsmonn	Skog med baserik jord er ofte mer artsrike enn skog med surt jordsmonn/tykt humusdekke.
	Mengde dødved	Se liggende dødved.
	Diameter på stokkene	Se liggende dødved.



#### 4.2.2 utfordringer for utrederne

Utrederne som tar på seg slike oppdrag må være kritiske til egen kompetanse. Uerfarne utrederne må aktivt søke å bygge opp egen kompetanse og samarbeid med spesialister og mer erfarne utrederne.

Det er et lite antall eksperter i Norge som er i stand til å finne og bestemme de mest sjeldne mose- og lavartene. Kunnskapsheving blant kartleggere vil være ønskelig, og mange av kartleggerne i Gaarder & Melbys undersøkelse (2008) ønsket kursing i artsbestemmelse, økologi mv. av moser og lav som er relevante i småkraftsaker. Imidlertid er det slik at på grunn av dårlig tilgjengelighet i en del småkraftområder, er søk etter rødlistearter vanskelig uavhengig av kartleggers kunnskaper. Dessuten fant selv godt kvalifiserte kartleggere, som de som utførte Bekkekløftprosjektet, få arter, og både manglende arts kunnskaper og begrensede ressurser er foreslått som forklaring. Det kan derfor diskuteres om et kurs er tilstrekkelig til å sikre kvaliteten på artsregistreringene i biologisk mangfold-undersøkelser.

#### 4.2.3 utfordringer for utbyggerne

Utbyggerne vil gjøre prosessen enklere og mer forutsigbar for egen del gjennom å gjøre noen tidlige forundersøkelser som kan indikere om dette vil bli et problematisk prosjekt eller ikke. Forekomst av noen sentrale naturtyper/habitater (se f.eks. *Tabell 5*) i prosjektområdet vil være en slik indikator.

Utbygger skal gjøre prosjektene gode. Gode prosjektplaner vil gi økt forutsigbarhet for utbygger ettersom det forenkler saksbehandlingen. Gode prosjektplaner synliggjør hvordan utbygger har tenkt å redusere miljøeffekten av tiltaket. Restriktive planer for tilleggsinngrep er et viktig grep som reduserer arealomfanget og habitatødeleggelser.

#### 4.2.4 utfordringer for miljøforvaltningen og kunnskapsprodusenter

Det er et stort behov for mer kunnskap om sjeldne mose- og lavararter, både forekomst, miljøkrav og sårbarhet i forhold til kraftutbygging. Både eksperimentelle studier og overvåking av populasjoner av arter er nødvendig for å kunne vurdere artenes sårbarhet overfor ulike typer inngrep (se også kap. 4.1.3). Bekkekløftprosjektet er eksempel på et prosjekt som er med å bygge ny kunnskap. Sammenstilling av data fra Bekkekløftprosjektet vil i tillegg gi viktige bidrag til vår kunnskap om regional variasjon i bekkekløfters utforming, naturverdier og artssammenheng.

### 4.3 Sluttord

Føre var-prinsippet er et sentralt prinsipp i norsk miljøforvaltning. Dette kan tilsynelatende være lett å overse i dagens storstilte fokus på utbygging av småkraft. Dette aktualiseres ved at elveløp nå er rødlistet generelt, nettopp på grunn av tidligere kraftutbygging (Lindgaard & Henriksen 2011). I dag får de aller fleste omsøkte prosjekter konsesjon fra NVE, mens noen få prosjekter får avslag. Når vi ser hvor mangelfull kunnskapen om artene som berøres av utbyggingen er, kunne det kanskje forventes at en større andel av prosjektene får avslag. Kunnskapsmangelen vanskeliggjør også gjennomføring av målrettete, avbøtende tiltak. Dessuten må man også erkjenne at avbøtende tiltak ikke alltid er tilstrekkelig til å bevare naturverdier i små bekker og elver.

## 5 Referanser

- Blindheim, T., Gaarder, G., Hofton, T. H., Klepsland, J. T. & Reiso, S. 2009. Naturfaglige registreringer av bekkekløfter i Buskerud, Telemark, Aust-Agder, Vest-Agder og Møre og Romsdal. Biofokus-rapport 2009-28. 94 s.
- Blom, H. H., Gaarder, G., Hassel, K. & Prestø, T. 2001. Mer om grønnsko *Buxbaumia viridis* - hvor godt kjenner vi dens utbredelse? - Blyttia 59: 44-50.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2006. Kartlegging av natyrtyper. Verdsetting av biologisk mangfold. DN-håndbok 13, 2. utgave. 254 s.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2007. Naturfaglige registreringer i skog: Mal for metodikk og rapportering. Upublisert. 9 s.
- Erikstad, L., Hagen, D., Evju, M. & Bakkestuen, V. 2009. Utvikling av metodikk for analyse av sumvirkninger for utbygging av små kraftverk i Nordland. NINA Rapport 506. 44 s.
- Fremstad, E. & Moen, A. 2001. Truete vegetasjonstyper i Norge. Rapport botanisk serie: 2001-4 NTNU Vitenskapsmuseet. 231 s.
- Gaarder, G., Hofton, T. H. & Blindheim, T. 2008. Naturfaglige registreringer av bekkekløfter i Hedmark, Oppland og Sør-Trøndelag i 2007. Biofokus-rapport 2008-31. 84 s.
- Gaarder, G. & Melby, M. W. 2008. Små vannkraftverk. Evaluering av dokumentasjon av biologisk mangfold. Miljøfaglig Utredning Rapport 2008: 20. 78 s.
- Hallingbäck, T. 1992. The effect of air pollution on mosses in southern Sweden. - Biological Conservation 59: 163-170.
- Hassel, K. 2009. Overvåking av fakkeltvebladmose *Scapania apiculata* ved Grytbakk i Rindal kommune. Botanisk notat 2009-2. NTNU Vitenskapsmuseet. 8 s.
- Hassel, K., Blom, H. H., Flatberg, K. I., Halvorsen, R. & Johnsen, J. I. 2010. Moser. - I Kålås, J. A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S., red. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Trondheim. S. 139-154.
- Hassel, K. & Gaarder, G. 1999. Grønnsko *Buxbaumia viridis*: nyfunn, utbredelse og status i Norge. - Blyttia 57: 173-180.
- Hassel, K. & Holien, H. 2006. Biologisk kartlegging av fossesprutsoner i kommunene Leksvik, Verdal og Verran i Nord-Trøndelag. Rapport botanisk serie 2006-1. NTNU Vitenskapsmuseet. 15 s.
- Hassel, K. & Holien, H. 2007. Biologisk kartlegging av fossesprutsoner i kommunene Høylandet, Stjørdal og Verdal i Nord-Trøndelag. Rapport botanisk serie 2007-2. NTNU Vitenskapsmuseet. 28 s.
- Hassel, K. & Holien, H. 2008. Biologisk kartlegging av fossesprutsoner i kommunene Namsos, Namdalseid og Steinkjer i Nord-Trøndelag. Rapport botanisk serie 2008-4. NTNU Vitenskapsmuseet. 35 s.
- Hassel, K., Jordal, J. B. & Gaarder, G. 2006. *Scapania apiculata*, *S. carinthiaca* og *S. glaucocephala*, tre sjeldne levermoser på død ved i bekkekløfter og småvassdrag. - Blyttia 64: 143-154.
- Ihlen, P. G. 2010. Botaniske verdier og småkraft. - I Frilund, G. E., red. Etterundersøkelser ved små kraftverk. Norges vassdrags- og energidirektorat. S. 74-91.
- Korbøl, A., Kjellevold, 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. Veileder nr. 3/2009. Norges vassdrags- og energidirektorat. 22 s.
- Kålås, J. A., Viken, Å. & Bakken, T., red. 2006. Norsk Rødliste 2006 - 2006 Norwegian Red List. - Artsdatabanken, Trondheim.
- Lindgaard, A. & Henriksen, S., red. 2011. Norsk rødliste for natyrtyper 2011. - Artsdatabanken, Trondheim.
- Olje- og energidepartementet. 2003. Småkraftverk - saksbehandlingen. Brev av 20.02.2003. 1 s.
- Olje- og energidepartementet. 2007. Retningslinjer for små vannkraftverk - til bruk for utarbeidelse av regionale planer i NVEs konsesjonsbehandling. 53 s.
- Stokland, J. N., Bakkestuen, V., Bekkby, T., Rinde, E., Skarpaas, O., Sverdrup-Thygeson, A., Yoccoz, N. G. & Økland, R. H. 2008. Prediksjonsmodeller som verktøy for kartlegging, overvåking og forvaltning av biologisk mangfold - anvendelse, utviklingspotensial og utfordringer. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo. 63 s.
- Størmer, P. 1969. Mosses: with a western and southern distribution in Norway. - Universitetsforlaget, Oslo.

- Timdal, E., Bratli, H., Haugan, R., Holien, H. & Tønsberg, T. 2010. Lav. - I Kålås, J. A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S., red. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Trondheim. S. 125-138.
- Ødegaard, F., Blom, H. & Brandrud, T. E. 2010. Rasmark, berg og bekkekløfter. - I Kålås, J. A., Henriksen, S., Skjelseth, S. & Viken, Å., red. Miljøforhold og påvirkninger for rødlistearter. Artsdatabanken, Trondheim. S. 89-96.





*Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.*

*NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.*

*Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-2281-5

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger