

Olje- og energidepartementet

NVE
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Referanse: 201300229-45

Dato: 23.1.2015

Bjerga Kraftverk i Bjergaelva i Suldal kommune, Rogaland. Klage på avslått søknad om konsesjon for bygging og drift av kraftverk.

Det vises til NVEs brev datert 19.012.2014 med ref. 201300229-45. Her avslår NVE Bekk og Strøm AS (BoS) sin søknad om konsesjon.

NVE mener at kriteriene i vannressurslovens § 25: «Konsesjon kan bare gis hvis fordelene ved tiltaket overstiger skadene for allmenne og private interesser som blir berørt i vassdraget eller nedbørsfeltet», ikke er oppfylt. I vedtaket har NVE lagt vekt på følgende:

- NVE mener en utbygging av Bjerga Kraftverk vil medføre negative konsekvenser for fosse-eng som er vurdert svært viktig (A-verdi), og at fraføring av vann i en slik størrelsesorden som omsøkt vil kunne endre artssammensetningen og størrelsen på fosse-engen betydelig
- NVE har lagt vekt på at tiltaket berører en 50 meter høy foss i fjordlandskapet, et landskap som er vurdert som nasjonalt verdifullt.
- NVE mener søker har strukket seg langt for å foreslå avbøtende tiltak som reduserer ulempene, men at tiltakene ikke kan redusere ulempene i tilstrekkelig grad.

Disse forhold er utdypet KSK-notat nr 99/2014 «Bakgrunn for vedtak».

Bekk og Strøm AS påklager vedtaket med følgende begrunnelse:

- BoS mener at det ikke er tilstrekkelig kunnskap om fosse-eng og betydning av minstevannsføring til å si at foreslått minstevannsføring ikke er tilstrekkelig til å bevare fosseenga.
- Fossen ligger utilgjengelig til, og er lite synlig i landskapet fra de nedre delene av området, som er tilgjengelig for ferdsel.
- BoS mener at minstevannsføringen at det foreslåtte forskningsprosjektet for fosse-eng vil være et positivt bidrag som kan bidra med å redusere ulempene av prosjektet.

Disse forhold er utdypet i dokumentet «Begrunnelse for klage», datert 22.1.2015.

Med vennlig hilsen

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'C. Lehland'.

Carl-Fredrik Lehland
Daglig leder

Begrunnelse for klage

Dato: 22.01.2015

Ref: vedlegg til klage på avslag på konsesjon

Sak: Bjerga kraftverk

Saksbehandler: Cecilie D. Skare

Etter NVEs avslag på vår søknad om konsesjon har vi foretatt en gjennomgang av dokumentene i saken, samt hatt møter med Ecofact for å diskutere påstanden om at omsøkt minstevannsføring ikke vil være tilstrekkelig for å ivareta fosse-engen i elva.

Om fossesprøytonene skriver NVE at «*Fossesprøytoner er kantsoner ved fosser som har en så høy vannføring eller fall at det dannes et stabilt fuktig miljø for vegetasjon*» og videre «*Det er kun et fåtall arter hvor det er vist en direkte tilknytning til naturtypen. Dette har sammenheng med at naturtypen er et særtrekk for Norge, og det er kun et fåtall arter som bare er hjemmehørende i Norge. Fossesprøytonene er sjeldne, og knyttet til de litt større fossene på Vestlandet. Trusselen mot naturtypen er først og fremst fraføring av vann som resultat av vannkraftutbygging*».

Det var fra tidligere ikke registrert noen verdifulle naturtyper i influensområdet i henhold til DN's håndbok nr 13. Fossesprøytonen ble lokalisert og kategorisert av Ecofact under utarbeidelse av biologirapport for Bjerga Kraftverk 28.06.2012. I følge Ecofact består lokaliteten av et om lag 50 meter høyt fossefall og en stor fosse-eng flate i tilknytning til denne. Denne får en jevn tilførsel av fuktighet fra fossen. I bunnen er det dominans av urter og gras, men storbregner tar over høyere i terrenget. Terrengets utforming gjorde det umulig for Ecofact å ta seg ned i kløfta, og kløfta er derfor ikke fullstendig utredet. Lokaliteten fikk kategori A, svært viktig, med følgende begrunnelse:

«*(...) fordi det er et stort fossesprøytsystem med en intakt og velutviklet fosse-eng. Enga er av en slik størrelse og har en utforming som oppfyller kravet til verdisetting A*»

NVE hadde i forbindelse med gjennomgang av søknaden noen tilleggsspørsmål til rapporten blant annet med hensyn til at kløfta ikke er undersøkt mht forekomst av rødlistearter. Ecofact har besvart dette i brev til NVE, datert 14.08.2013 (se vedlegg 1) samt i en tilleggsundersøkelse som ble inkorporert i den opprinnelige biologirapporten i september 2013.

Om artsmangfoldet i kløfta skriver Ecofact:

«*(...) Det kan med høy sannsynlighet forventes at det finnes fuktighetskrevede mosearter, samt karplanter som trives fossesprøytonen.*» og videre «*Lokaliteten ble satt til verdi A på grunnlag av størrelsen. Dette området har dermed full score på verdi og funn av eventuelle rødlistearter vil ikke føre til ytterligere forhøyet verdi. Verdien i slike fosseenger som denne ligger i vegetasjonstypen som helhet, og det er få rødlistearter som er spesielt knyttet opp mot slike fosseenger.*»

Biologirapporten har tatt utgangspunkt i en lavvannføring på 50 l/s hele året, og i kapittel 7, *Virkninger av tiltaket*, skriver Ecofact:

«*Hva fosse-eng lokaliteten (verdi A) angår vil en reduksjon av vannføringen i elven få et stort negativt omfang. Denne naturtypen baserer seg på stabil fuktighet fra fossesprøyt, og ved redusert vannføring vil fossesprøyten bli betydelig redusert. Resultatet av dette vil trolig bli at fosse-engen etter hvert vil gro igjen, og utgå som naturtype.*»

BoS vil derfor påpeke at man i biologirapporten ved vurdering av konsekvensene av kraftverket har tatt utgangspunkt i en minstevannføring på 50 l/s, som er *signifikant mindre* enn den minstevannføringen BoS har sagt de ønsker å slippe. I høringsuttalelsene i forbindelse med det offentlige ettersynet av konsesjonssøknaden ble størrelsen på minstevannføringen og konsekvensene av denne kritisert fra flere hold. BoS påpekte i sine kommentarer til uttalelse at minstevannføringen man baserte uttalenene på - 50 l/s - var feil, og at rett minstevannføring, som også gikk fram at tekst og tabeller i selve søknaden, skulle være 97 l/s. Videre ble det fra BoS sin side anført at minstevannføringen kunne økes til 200 l/s.

I kapittel 8, *Avbøtende tiltak*, kommenterer Ecofact:

«Minstevannføringens størrelse vil imidlertid spille en vesentlig rolle i omfanget. Jo større minstevannføring jo mindre vil omfanget og konsekvensen bli. (...) Ut fra dagens kunnskap er det ikke mulig å gi noen eksakte verdier på hva minstevannføringen bør ligge på for å ivareta artene og vegetasjonstypene som finnes der.»

Dette er i tråd med eksisterende kunnskap om fosse-eng og fossesprøytsoner.

Videre sier Ecofact i kapittelet om avbøtende tiltak:

Etter artikkelsøk og samtaler med flere som har jobbet med fossesprøytsoner (Per Ihlen og Arvid Odland) er konklusjonen at kunnskapen om fossenger og fossesprøyttilknyttede arters respons på en regulering av vassdrag er svært mangelfull. Ut fra dagens kunnskap er det ikke mulig å gi noen eksakte verdier på hva minstevannføringen bør ligge på for å ivareta artene og vegetasjonstypene som finnes der. Det hele kompliseres av at det er et helt sett av påvirkningsfaktorer som bestemmer hvordan vegetasjonen og artsfordelingen i det fossesprøytpåvirkede område har blitt (fallhøyde, vannmengde, fossens vinkel i forhold elveløpet nedstrøms, eksponering, hvor «lukka» fossesonen er mm). I rapporten «Framlegg til faggrunnlag for fossesprøytsoner i Norge» (Ihlen og Eilertsen 2011) nevnes det at det er et stort forskningsbehov for å få mer eksakt kunnskap om dette. Det er også verdt å merke seg at en regulering uansett størrelse vil virke negativt inn på fossesprøytmiljøet. Minstevannføringens størrelse vil imidlertid spille en vesentlig rolle i omfanget. Jo større minstevannføring jo mindre vil omfanget og konsekvensen bli.

BoS tilbød seg i kommentaren til høringsuttalelsene å være med å finansiere og følge opp et forskningsprosjekt for å få økt kunnskap om fossesprøytsoner og betydningen for fosse-eng. BoS mener at dette vil være et godt tiltak, og har i forbindelse med utarbeidelsen av anken bedt Ecofact om hjelp til å lage en skisse for et slikt forskningsprosjekt (se vedlegg 2). I tillegg arbeider BoS med å få ytterligere økonomisk støtte til et forskningsprosjekt, og ser også på muligheten til å knytte seg til fagmiljøer, som for eksempel UiO og Norsk institutt for skog og landskap, for å få nødvendig faglig tyngde.

Ifølge rapporten til Ihlen og Eilertsen (se vedlegg 3) er det per 2012 registrert 45 lokaliteter av typen fosse-eng med A-verdi, 80 med B-verdi og 76 med C-verdi, men det påpekes at det gjenstår en betydelig andel fossesprøytsoner å kartlegge i Norge. Det skrives videre:

«Variasjon i vannføring innen et år og mellom år er viktig for å forstå dynamikken i bl.a vannføringen og luftfuktigheten i fossesprøytsonen. (...) Vassdragsregulering er vurdert som den viktigste påvirkningsfaktoren for fossesprøytsoner, og det er også foreslått forskning på virkningen av redusert vannføring på artssammensetningen i fossesprøytsoner.»

Rapporten fremhever også at det ikke er vannføring alene som er avgjørende for at det dannes fossesprøyt, men at også topografi og fall spiller inn. Det vises til en fotoserie gjort i Tokagjelet i Kvam kommune (s. 48), hvor man hadde betydelig fossesprøyt med mindre vannføring enn middelvannføring i elva.

På bakgrunn av dette vil BoS hevde i denne anken at det ikke er grunnlag for å med sikkerhet hevde at foreslått minstevannføring på 200 l/s – en minstevannføring som fra BoS sin side kan økes ytterligere til 250 l/s, som ifølge avslaget fra NVE er ønsket fra Fylkesmannen, uten å ødelegge økonomien i prosjektet - vil ødelegge fosse-enga, slik NVE hevder. BoS ser for seg at man også kan gjennomføre en regulering av minstevannføringen som gjør at man i perioder av dagen, for eksempel to timer per dag, kan slippe en vannføring som er vesentlig høyere enn pålagt minstevannføring, og på den måten bidra til å opprettholde fosse-engen. Videre hevder BoS at å gi en konsesjon til Bjerga Kraftverk kan bidra til at det blir utført forskning på et tema hvor det ifølge fagmiljøet er stort behov for ytterligere kunnskap.

Når det gjelder fossen som berøres, vil en økt minstevannføring også føre til at konsekvensene for fossen blir mindre i og med at vannmengden økes. I tillegg mener BoS at fossen, som ligger i en V-dal med bratte sider og tett vegetasjon i et svært utilgjengelig område, gjør at elva ikke er et veldig synlig element i landskapet.

Bekk og Strøm AS ber på dette grunnlag om at anken tas til følge, og at Bjerka Kraftverk tildeles konsesjon.

Vedlegg:

- 1) Kommentar fra Ecofact til NVE, datert 14.08.2013.
- 2) Skisse til forskningsprosjekt for naturtypen fosse-eng, datert 23.01.2015
- 3) Framlegg til faggrunnlag for fossesprøytsoner i Norge

Kommentarer fra Ecofact til NVE sitt svarbrev « NVE ber om tilleggsundersøkelse for Bjerga kraftverk – Suldal kommune, Rogaland (deres ref.: NVE 201300229-10) datert 31. mai 2013.

NVE viser til deres veileder (3/2009) der det står: «*Ved inventering av fossesprøytsoner og bekkekløfter skal lokaliteten undersøkes for eventuelle funn av rødlistede moser og lav*». NVE skriver også at det i rapporten står det ikke ble satt av nok tid til undersøkelser etter rødlistearter. Dette gjelder ikke for området langs bekkestrengen, men for edelløvskogen lenger oppe i lien (se videre forklaring lengre ned). Hele den tilgjengelige delen av bekkestrengen ble undersøkt for sjeldne og rødlistede moser og lav. Det ble artsbestemt hele 52 ulike arter kryptogamer, men ingen rødlistede arter ble funnet. Det ble imidlertid funnet noen mer næringskrevende arter som gjør at det kan være ett visst potensial for at rødlistearter kan finnes, men søk etter rødlistede kryptogamer langs bekkestrengen vurderes som tilfredsstillende. Når det gjelder den registrerte naturtypen fossesprøytsone (E05) så ble den kartlagt ut fra observasjoner gjort på avstand, da den var utilgjengelig uten bruk av klatreutstyr. Lokaliteten ble satt til verdi A (stor verdi) på grunnlag av størrelsen. Dette området har dermed full «score» på verdi og funn av eventuelle rødlistearter vil ikke føre til ytterligere forhøyet verdi. Verdien i slike fosseenger som denne ligger i vegetasjonstypen som helhet, og det er få rødlistearter som er spesielt knyttet opp mot slike fosseenger.

NVE ber videre at det gjøres en vurdering av bekkekløften i henhold til DN-håndbok 13. Dette har vi gjort i forbindelse med skrivingen av den biologiske rapporten. Elven renner i en bratt V-dal som stedvis har et bekkekløftlignende miljø. Imidlertid er eksponeringen sørvendt og solrik slik at det fuktige kjølige bekkekløftmiljøet mangler. Omlag hele skogen langs elven består av rik edelløvskog og vi vurderte det slik at området bør settes som naturtypen rik edelløvskog (F01). Skogen er bratt og det er svært tidkrevende å ta seg frem i området. Det ble gjort søk etter rødlistearter, men skogen ble på langt nær fullstendig gjennomført. Vi prioriterte å bruke mest tid langs og rundt bekkestrengen, som er det området som vil bli mest påvirket av en eventuell utbygging, og minst tid i skogen som i stor grad vil bli upåvirket av inngrepet. Mye sivevann og småbekker i skråningene er nok det som tilfører fuktighet til skogen. Skogens beskaffenhet og det faktum at det finnes et naturreservat i samme område med lignende skog, der det er registrert flere rødlistearter, gjør at vi vurderer potensialet for at det også finnes rødlistearter innen skogen langs Bjergaelva som stor. Vi vurderer også at eventuelle rødlistearter i liten grad vil bli påvirket av inngrepet og at det derfor er godt nok at skogen er beskrevet som naturtype med potensial for rødlistearter i denne sammenhengen.

Det stemmer at vi ikke har kontaktet Fylkesmannen i Rogaland spesielt i denne saken for å forhøre oss om arter unntatt offentligheten. Imidlertid gjorde vi vurderinger på stedet at det ikke var potensielle hekkplasser for rovfugl. I tillegg er det personell internt hos Ecofact som er koordinator for overvåking kongeørn og hubro i Rogaland og dermed innehar alle kjente opplysninger om disse to artene. Disse to artene er de som er mest sensitive for forstyrrelser.

14.08.2013 – Bjarne Oddane

NOTAT

Vår ref.:

Dato: 23. januar 2015

Overvåking av fosse-eng ved Bjergaelva i Suldal kommune – en prosjektskisse

Bekk og Strøm har søkt om å få bygge et småkraftverk i Bjergaelva i Suldal kommune, Rogaland fylke. Søknaden ble avslått med hovedgrunn i at den registrerte fosseengen vil bli ødelagt. Bekk og Strøm ønsker å anke avgjørelsen. De vil øke minstevannføringen til 200 l/s og samtidig gjennomføre et prosjekt som tar sikte på å få mer kunnskap om hvordan en reduisering av vannføringen vil påvirke fosseengen og de artene som vokser der. I den forbindelse har Ecofact blitt bedt om å lage en prosjektskisse for overvåking og kunnskapsinnhenting av fosseengen i Bjergaelva. En mer detaljert beskrivelse vil bli utarbeidet dersom prosjektet blir realisert.

Bakgrunnen for ønsket om å lage et forskningsprosjekt rundt redusert vannføring og fosseengen i Bjergaelva er at kunnskapen om fossenger og fossesprøyttilknyttede arters respons på en regulering av vassdrag er svært mangelfull. I forbindelse med konsekvensutredningene kunne en ikke gi andre råd om minstevannføringenens størrelse enn «jo mere desto bedre». Ut fra dagens kunnskap er det ikke mulig å gi noen verdier på i hvilket område minstevannføringen bør ligge for å ivareta artene og vegetasjonstypene som finnes der (Ihlen og Eilertsen 2011, Per Ihlen og Arvid Odland pers. medd.). I rapporten «Framlegg til faggrunnlag for fossesprøytsoner i Norge» (Ihlen og Eilertsen 2011) nevnes det at det er et stort forskningsbehov for å få mer eksakt kunnskap om dette.

Prosjektskisse

Oppstart

Fosseengens utbredelse og sonering vil bli målt ved at det legges opp faste linjer fra vannkanten og opp til skogkanten. Hvor mange slike målelinjer som vil brukes vurderes i felt. Målelinjene markeres ved å slå ned/bore bolter i bakken, slik at målingene blir nøyaktig like fra gang til gang. Langs disse linjene vil det bli opprettet faste telleruter (50 x 50 cm som igjen er oppdelte i 10 x 10 cm ruter) for å registrere eventuelle endringer i artssammensetning og mengdefordeling. Ved første besøk vil fosseengen og fossesprutsonen bli grundig undersøkt for å lokalisere eventuelle rødlistede eller sjeldne arter. Dersom slike arter finnes vil det bli opprettet telleruter for å overvåke disse artene spesielt. Innenfor tellerutene vil alle arter og deres

forekomst i hver 10x10 cm rute bli registrert. Hver rute vil bli fotografert, slik at endringer kan visualiseres. Det vil sannsynligvis bli aktuelt å samle inn noen arter for artsbestemming med mikroskop.

Faste tellinger

For å få ett best mulig bilde av dagens situasjon vil det bli telt årlig frem til utbyggingen. Det er viktig å få mest mulig tellinger i forkant av utbyggingen, da naturlig variasjon mellom årene vil bli fanget opp. Etter utbygging foretas det tellinger hvert år de tre første årene, for deretter å bli telt hvert tredje år. Forsøket bør vare i 15-20 år fra elven har fått redusert vannføring.

Rapportering

Det vil etter hver telling bli laget en enkel rapport/notat som beskriver resultatene. Ved midtveis i prosjektet vil det lages en oppsummeringsrapport der resultatene så langt presenteres.

Bemanning

Oppdraget vil bli gjennomført av M. sc. Leif Appelgren og Cand. mag Bjarne Oddane. Appelgren har gjennomført masterfagsoppgave som omhandlet genetisk og morfologisk variasjon hos mose, og har gjennom sitt arbeid utviklet svært god kompetanse på moser, men også andre kryptogamer og karplanter. Oddane er utdannet naturforvalter fra Høgskolen i Telemark (HIT) august 2002 og har etter hvert opparbeidet seg en svært bred erfaring med naturkartlegging og vegetasjonskartlegging.

Budsjett

Et enkelt budsjett er laget for å illustrere omfanget og kostnadene knyttet til gjennomføringen av prosjektet (se tabell 1). Feltregistrering, artsbestemming og rapport (de tre siste postene) vil bli fakturert etter hver telling. Oppsummeringsrapporter, reisekostnader (inkl. overnatting) kommer i tillegg.

Hva	Antall personer	Timer	Timepris	Sum
Prosjektskisse	1	14	960	13 440
Full prosjektskisse	1	14	960	13 440
Første gang i felt (søk etter rødlistearter, utlegging av prøvefelt mm)	3	17	960	48 960
Feltregistrering	2	14	960	26 880
Artsbestemming	1	5	960	4 800
Rapportering	1	14	960	13 440
Totalt (eks. mva.)				120 960

Framlegg til faggrunnlag for fossesprøytsoner i Norge





Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Framlegg til faggrunnlag for fossesprøytsoner i Norge

FORFATTERE:

Per Gerhard Ihlen og Linn Eilertsen

OPPDRAGSGIVER:

Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, Miljøvernavdelinga

OPPDRAGET GITT:

2011

ARBEIDET UTFØRT:

2011-2012

RAPPORT DATO:

7. juni 2012

RAPPORT NR:

1557

ANTALL SIDER:

60

ISBN NR:

ISBN 978-82-7658-919-1

EMNEORD:

- | | |
|--|-----------------|
| - Fosse-eng | - NiN |
| - Fosseberg | - Organismer |
| - Fosserøykinfluert fastmarksskogsmark | - Handlingsplan |

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : www.radgivende-biologer.no

E-post: post@radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78

Telefax: 55 31 62 75

Forsidefoto:

Fossesprøytzone fra Strupen ved Byrkjelo i Gloppen, Sogn og Fjordane. Foto: Per G. Ihlen.

FORORD

Rådgivende Biologer AS har, på oppdrag fra Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, utarbeidet et framlegg til faggrunnlag for handlingsplan for naturtypen fossesprøytsoner i Norge. Prosjektansvarlig hos Fylkesmannen i Sogn og Fjordane har vært Johannes Anonby og prosjektansvarlig hos Rådgivende Biologer AS har vært Per G. Ihlen. Framlegget til faggrunnlaget følger malen gitt av Direktoratet for naturforvaltning (DN) for narreglye (*Staurolemma omphalarioides*) utarbeidet av Holien (udatert). I samråd med Fylkesmannen i Sogn og Fjordane har vi valgt å bruke metoden og terminologien gitt i systemet Naturtyper i Norge (NiN). I den forbindelse har Rune Halvorsen (Botanisk Museum, Universitetet i Oslo) og Arild Lindgaard (Artsdatabanken) kommet med mange nyttige kommentarer og innspill til manuskriptet og de takkes begge for dette.

Auen Korbøl og Seming Skau (Norges vassdrags- og energidirektorat) takkes for informasjon om vassdrag i Norge. Hydrolog John Olav Stranden, Norconsult AS, takkes for informasjon om variasjon i elvers vannføring. Takk også til John Skartveit (Norsk lærerakademi) og Endre Willassen (Bergen Museum, Universitetet i Bergen) for informasjon om insekter. Andres Wollan og Klaus Høiland (UiO) takkes for informasjon om fungaen i fossesprøytsoner. Håkon Holien (Høgskolen i Nord-Trøndelag), Einar Timdal (Botanisk Museum, UiO) og Reidar Haugan (privat) takkes for innspill om lavfloraen i fosseprøytsoner. Takk også til Hans H. Blom (Norsk institutt for skog og landskap) og Kristian Hassel (NTNU) for informasjon om enkelte mosearter og til Stefan Ericsson (Umeå Universitet, Sverige) for informasjon om sunnmørsmarikåpe. Vi har også fått nyttige innspill og kommentarer fra Bjart Are Hellen, Geir Helge Johnsen og Ole Kristian Spikkeland (alle Rådgivende Biologer AS), Geir Gaarder (Miljøfaglig utredning AS), Lars Løfaldli (DN), Arvid Odland (HiT), Jan Ivar Rødland (Vestskog BA) og Per Harald Salvesen (UiB). Einar Heegaard (Norsk institutt for skog og landskap) takkes for informasjon om klimaendringer og Jan Habberstad, Sør-Trøndelag Fylkeskommune, takkes for å ha stilt datasettet om fosser i Sør-Trøndelag til vår disposisjon. Takk også til Gustav Grutle i Fjellkraft AS som har latt oss bruke vannføringsdataene og bilder fra fossesprøytsonen i Tokagjelet i Kvam kommune og til Kjetil Mork, Multiconsult AS, for tillatelse til bruk av bildet av vannspredere.

Rådgivende Biologer AS takker Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, ved Johannes Anonby og Eli Mundhjed, for oppdraget og for et godt samarbeid underveis.

Bergen, 7. juni 2012.

INNHold

Forord	2
Innhold	3
Sammendrag.....	4
English summary	5
Innledning	6
Del 1: Naturfaglig utredning	8
Generelt	8
Vannføring og fossesprøytsoner	9
Klassifiseringer av fossesprøytsoner	11
Forslag til inndeling av fossesprøytsoner	16
Organismer i naturtypen	19
Lav	19
Sopp	22
Alger	22
Moser	23
Karplanter	26
Insekter	28
Fugl og pattedyr	28
Konklusjon	29
Utbredelse og utvikling av naturtypen.....	30
Fosseberg og fosse-eng i Norge.....	31
Fosserøykinfluert fastmarksskogsmark i Norge	33
Utvikling	33
Fossesprøytsoner i Europa.....	35
Fossesprøytsoner – en norsk naturtype?	37
Årsaker til endring og påvirkningsfaktorer.....	38
Vassdragsregulering.....	38
Skogbestandsavgang (hogst)	39
Gjengroingstilstand	40
Slitasje og slitasjebetinget erosjon	40
Klimaendring.....	40
Del 2: Juridisk, administrativ og økonomisk vurdering	42
Prosess og saksgang	42
Iverksatte tiltak	42
Juridiske og økonomiske virkemidler	43
Del 3: Framlegg til Handlingsplan for eventuell utvalgt naturtype	47
Forslag til og prioritering av tiltak	47
Videre framdrift	52
Referanser	56

SAMMENDRAG

Ihlen, P. G. & L. Eilertsen 2012.

Framlegg til faggrunnlag for fossesprøytsoner i Norge.

Rådgivende Biologer AS, rapport 1557, 60 sider, ISBN 978-82-7658-919-1.

Rådgivende Biologer AS har, på oppdrag fra Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, utarbeidet et framlegg til faggrunnlag for handlingsplan for naturtypen fossesprøytsoner i Norge. Framlegget følger malen gitt av Direktoratet for Naturforvaltning for narreglye. Terminologien og inndelingen følger Naturtyper i Norge (NiN). Det er redegjort for ulike klassifiseringer av fossesprøytsoner som har vært benyttet tidligere og hvordan disse nå er tilpasset NiN. Det er her foreslått tre hovedtyper av fossesprøytsoner: fosseberg, fosse-eng og fosserøykinfluert fastmarksskogsmark, som kan deles videre inn i opptil 30 grunntyper. Forvaltningsmessig bør det tas en avgjørelse på om fossesprøytsoner skal behandles i vid forstand eller om et utvalg av grunntypene bør prioriteres. Å utarbeide klare definisjoner av disse blir derfor viktig.

For å undersøke om naturtypen inneholder en eller flere prioriterte arter, ble det undersøkt om det finnes arter som er knyttet til fossesprøytsoner, eller som har sitt tyngdepunkt her. Organismegruppene lav, sopp, alger, moser, karplanter, insekter, fugl og pattedyr ble undersøkt og det ble ikke funnet arter som utelukkende finnes i denne naturtypen, men noen få arter ser ut til å ha sitt tyngdepunkt i naturtypen. Dette gjelder sunnmørsmarikåpe, reinsvingel, fossegrimemose, flatsaltlav og fossefiltlav.

Kartleggingen av fossesprøytsoner i Norge er mangelfull, men viser likevel at fosseberg og fosse-enger har et tyngdepunkt på Vestlandet, i Midt-Norge og i Nord-Norge, mens fosserøykinfluert fastmarksskogsmark foreløpig har tyngdepunktet på Østlandet og i Trøndelag. Kvaliteten i beskrivelsene er varierende, men totalt er det av fosseberg og fosse-eng registrert 45 lokaliteter med A-verdi, 80 med B-verdi og 76 med C-verdi. Av fosserøykinfluert fastmarksskogsmark er det registrert 19 lokaliteter, alle med A-verdi. Det er videre konkludert med at det gjenstår et betydelig antall fossesprøytsoner å kartlegge i Norge. Fossesprøytsoner er vurdert ut fra europeiske systemer for klassifisering av naturtyper og vannforekomster: EUs rammedirektiv for vann, EUNIS, Natura 2000 og Emerald Network. Trolig har naturtypen sitt tyngdepunkt i Norge.

En oversikt over årsaker til endring og påvirkningsfaktorer av fossesprøytsoner er gitt ut fra ulike tilstandskoklinjer jf. NiN-systemet. De viktigste av disse er vassdragsregulering for fosseberg og fosse-eng og skogsbestandsavgang for fosserøykinfluert fastmarksskogsmark. Andre viktige tilstandskoklinjer er slitasje og slitasjebetinget erosjon, klimaendring og gjengroingstilstand.

En juridisk, administrativ og økonomisk vurdering er også foretatt ved å diskutere allerede iverksatte tiltak, som vern og naturtypekartlegging, samt juridiske og økonomiske virkemidler. Til slutt er det gitt et framlegg til handlingsplan for eventuell utvalgt naturtype. Her er det foreslått følgende tiltak: kvalitetssikring av eksisterende lokaliteter, nykartlegging og forslag til nye, eller forbedringer av, avbøtende tiltak ved vassdragsreguleringer. Det er også gitt et forslag til videre framdrift, der det legges vekt på behovet for forskning. Et forslag til tids- og kostnadsplan for den videre organiseringen av arbeidet er også gitt.

Variasjonen i vannføring innen et år og mellom år er viktig for å forstå dynamikken i bl.a. vannføringen og luftfuktigheten i fossesprøytsoner. Det er derfor foreslått at forskningsbehovet først og fremst er å knytte kunnskapen om artssammensetningene i de ulike fossesprøytsonene til de viktigste lokale basisøkolinene. Spesielt er det viktig å definere den lokale basisøkolinens luftfuktighet tydeligere. Vassdragsregulering er vurdert som den viktigste påvirkningsfaktoren for fossesprøytsoner, og det er også foreslått forskning på virkningene av redusert vannføring på artssammensetningen i fossesprøytsoner. Det er også et behov for å etablere retningslinjer for verdisetting av de ulike hovedtypene og grunntypene av fossesprøytsoner i Norge.

ENGLISH SUMMARY

Ihlen, P. G. & L. Eilertsen 2012.

A proposal to a scientific basis for a Norwegian action plan for the nature type spray zones of waterfalls, in Norway. Rådgivende Biologer AS, report 1557, 60 pages, ISBN 978-82-7658-919-1

On assignment from the County administrator in Sogn and Fjordane, a scientific basis for a Norwegian Action plan for the nature type *spray zones of waterfalls* in Norway is proposed. The proposal follows the template given for the lichen *Staurolemma omphalarioides* by Directorate for Nature Management (Direktoratet for Naturforvaltning, DN). The terminology and classification of the nature type follow the system Nature types in Norway (Naturtyper i Norge, NiN). An overview of earlier classifications of spray zones, and how they now are adapted to NiN, is given. Here we have proposed three major types of spray zones of waterfalls: waterfall-sprayed rock, waterfall-sprayed meadow, and non-wetland terrestrial forest influenced by waterfall mist. These are further divided into approximately 30 basic types. A decision should be made as to whether spray zones from waterfalls should be treated in a broad sense or in a narrower sense, containing a selection of the basic types. It is therefore important to make clear definitions of these basic types.

Based on literature studies, no species of lichens, fungi, algae, bryophytes, vascular plants, insects, birds, and mammals, are unique to any of the major and basic types of spray zones of waterfalls. However, the following species seem to have their main occurrences in this nature type: *Alchemilla semidivisa*, *Festuca ovina* x *rubra* (both vascular plants), *Fuscopannaria confusa* (lichen), *Herbertus stramineus* (liverwort), and *Stereocaulon coniophyllum* (lichen).

The knowledge of the distribution of spray zones in Norway is insufficient. However, at present most waterfall-sprayed rock and waterfall-sprayed meadow are registered in the area from western Norway to northern Norway, whereas most localities with non-wetland terrestrial forest influenced by waterfall mist are registered in eastern Norway and in the Trøndelag area. The descriptions of the mapped spray zones show great variation in quality. In total, there are known 45 localities with waterfall-sprayed rock and waterfall-sprayed meadow with the highest score (A), 80 localities with score B, and 76 localities with the lowest score (C). The 19 registered localities with non-wetland terrestrial forest influenced by waterfall mist are all given the highest score (A). We conclude that there are still many localities that should be mapped in Norway. Spray zones of waterfalls have been evaluated in relation to several European systems of classifications of nature types and watercourses: The EU water framework directive, EUNIS, Natura 2000, and Emerald Network. Most localities of spray zones of waterfalls in Europe seem to be situated in Norway.

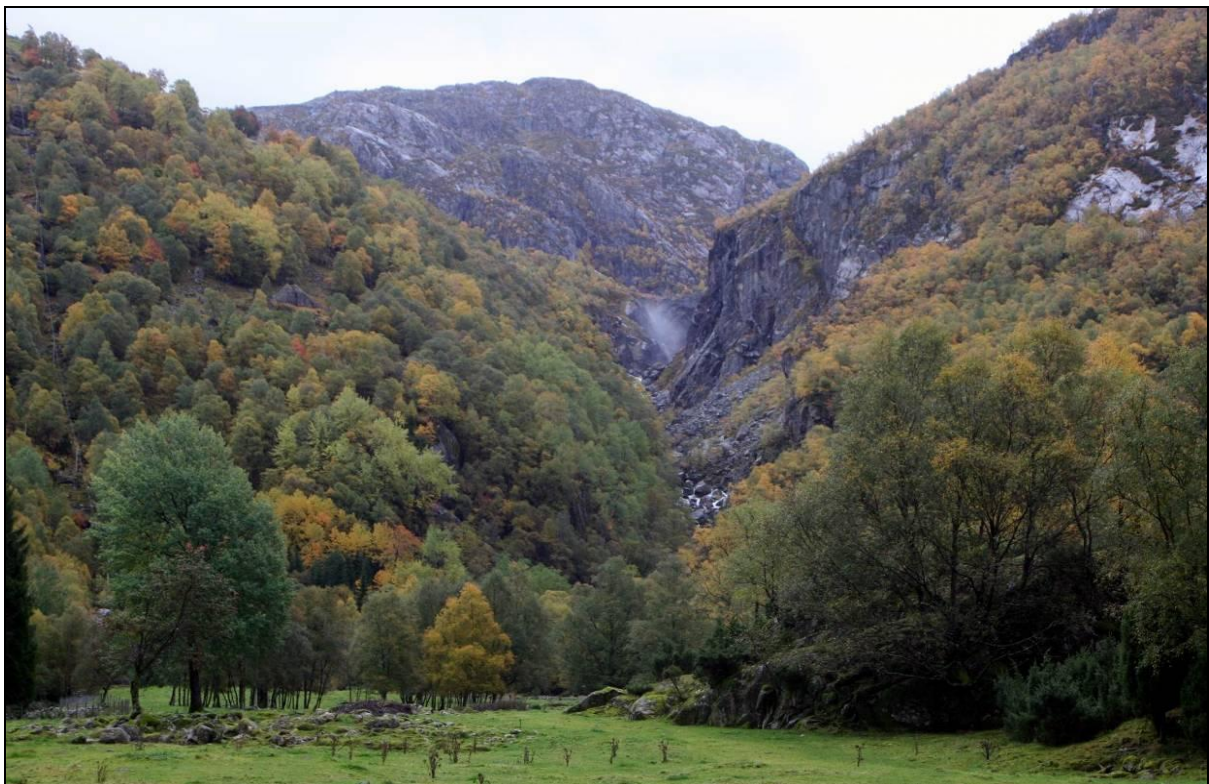
An overview of the most negative drivers of change in the spray zones of waterfalls is given according to the NiN-system. Watercourse regulation is probably the most negative one for waterfall-sprayed rock and waterfall-sprayed meadow, whereas deforestation is the most important for non-wetland terrestrial forest influenced by waterfall mist. Trampling and associated erosion, climate-change impact, and regrowth succession on agricultural land are also important factors.

Juridical, administrative, and economic assessments have also been carried out. Initiated actions like protections, mapping of nature types, and juridical and economic actions have been discussed. We have also made a proposal to an action plan in case spray zones of waterfalls will become a selected nature type under the provisions of the Nature Diversity Act. In that proposal, the following actions have been proposed: quality assurance of known localities and investigations of new spray zones. New or improved actions in connection with watercourse regulations have also been proposed. The need for research on spray zones of waterfalls is also described. The most important part here is to understand how variations in the flow of water, waterfall mist and watercourse regulations effect the species composition in the spray zones. More exact definitions of the levels of air humidity are also needed. There is also a need for guidelines for how to estimate the value of the major and basic nature types. A proposal for a time schedule and estimated costs for the remaining tasks are also given.

INNLEDNING

Norge er kjent for sin karakteristiske topografi med bl.a. høye fjell og dype daler. De Norske fjellene har blitt til gjennom løfting (den tertiære landhevingen) av et tidligere peneplan. På den måten ble det dannet store og høytliggende plataer. Dalene, ofte med store vannmengder, er skåret ned her. Norge har derfor langt flere fosser enn enkelte andre nedbørrike fjordstrøk som for eksempel British Colombia og det sørøstlige Alaska der fjellene er et resultat av yngre fjellkjedefoldinger. I Norge får også flere landsdeler tilført til dels store nedbørmengder og det kommer også mye smeltevann fra snø i fjellene og fra isbreer. Dette gjør også at forholdene ligger godt til rette for mange små og store fossefall i Norge. Fosser er derfor, og har lenge vært, et viktig element i norsk natur, noe som bl.a. vises i sagn om fosser. Mange stedsnavn i Norge indikerer også betydningen fossene har hatt. Det mest kjente eksempelet er Rjukan i Telemark, som kommer av gammalnorsk *Rjúkandi* og betyr ”den som ryk”. Navnet her viser til fossen som ble utnyttet til kraftproduksjon allerede omkring 1910. Det samme navnet finnes flere andre steder i Norge, som for eksempel Rykanfossen i Lyngsåna, sør for Øvre Tysdalsvatnet i Hjelmeland (**figur 1**). Eksempler på andre stedsnavn som henviser til fosser er gitt i Hovda (1975).

Våre fosser er godt kjent også utenfor landets grenser, noe som bl.a. vises i våre lange tradisjoner innen turismen (**figur 2**) og at 21 av verdens 100 ”vakreste” fossefall, i følge World Waterfall Database, ligger i Norge. En liste over Norges høyeste fosser ligger på www.nve.no/no/Vann-og-vassdrag/. En oversikt over fossenes betydning for turisme gjennom tidene er gitt i Hudson (2006).



Figur 1. Fosserøyk fra Rykanfossen i Lyngsåna i Hjelmeland kommune. Foto: Toralf Tysse.

På grunn av store vannmasser og mye fallhøyde på korte avstander, har mange av de største fossene i Norge også vært ettertraktet i forbindelse med vannkraftproduksjon. Utbygginger i flere av disse har vært gjenstand for noen av de største naturverndebattene i Norge. Et av de mest kjente eksemplene er Mardølaaksjonen i 1970 (Hågvar & Berntsen 2010).

I tillegg har det i løpet av det siste tiåret blitt et økt fokus på bygging av små kraftverk. Økt press på arter og naturtyper har vært medvirkende til at Norge har sluttet seg til målet, som ble vedtatt under partsmøtet for Konvensjonen om biologisk mangfold i Haag 2002 og verdenstoppmøtet i Johannesburg samme år, om å stanse tapet av biologisk mangfold betydelig innen 2010. Dette er redegjort for i St. meld. Nr. 21 (2004-2005) ”Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand”.

For å sikre det biologiske mangfoldet i Norge er Naturmangfoldloven et viktig verktøy. Den 19. juni 2009 ble Naturmangfoldloven, Ot.prp.nr.52 (2008-2009), vedtatt og den 1. juli 2009 trådte den i kraft. Her fremkommer det at mangfoldet av naturtyper skal ivaretas med det artsmangfoldet og de økologiske prosessene som er karakteristiske for de enkelte naturtypene. Et av tiltakene for å sikre variasjon av naturtyper og deres artsmangfold, samt å sikre deres overlevelse på lang sikt, er å utarbeide og gjennomføre handlingsplaner (bevaringsplaner).



Figur 2. Postkort fra Låtefoss i Odda fra slutten av 1800-tallet/tidlig 1900-tall (Solveig Lund), en foss som også i dag er en turistattraksjon. Merk fossesprøytsonen midt i bildet.

For å utarbeide og gjennomføre handlingsplaner, er det også nødvendig med en utarbeidelse av et framlegg til faggrunnlag for de naturtypene det skal lages handlingsplan for. På oppdrag fra Fylkesmannen i Sogn og Fjordane har Per G. Ihlen og Linn Eilertsen, begge Rådgivende Biologer AS, her utarbeidet et framlegg til faggrunnlag for fossesprøytsoner i Norge. Det har vært et mål fra oppdragsgiver at rapporten ikke skal fokusere på enkeltlokaliteter, men omtale naturtypen slik at den kan danne grunnlag for en riktig forvaltning av både kjente lokaliteter og lokaliteter som foreløpig er ubeskrevet og mindre kjente. I samråd med Fylkesmannen i Sogn og Fjordane har vi også valgt å utarbeide framlegget til faggrunnlaget ved å bruke metoden og terminologien gitt i det nye systemet Naturtyper i Norge (NiN). Av praktiske årsaker har vi valgt å benytte termen ”naturtype”. De naturtypene som er relevante i denne rapporten, begrenser seg til ”natursystemnivået” i NiN.

Termen ”fossesprøytsone” er benyttet i dette arbeidet fordi den er etablert i DN-håndbok 13 (2007). Det er imidlertid viktig å være klar over at når vi i dette framlegget til faggrunnlag bruker denne termen, så mener vi ”fossesprøytsoner” i vid forstand (*sensu lato*) og som da inkluderer inndelingene fosse-eng, fosseberg og fosserøykinfluert fastmarksskogsmark (= ”fosserøykskog”).

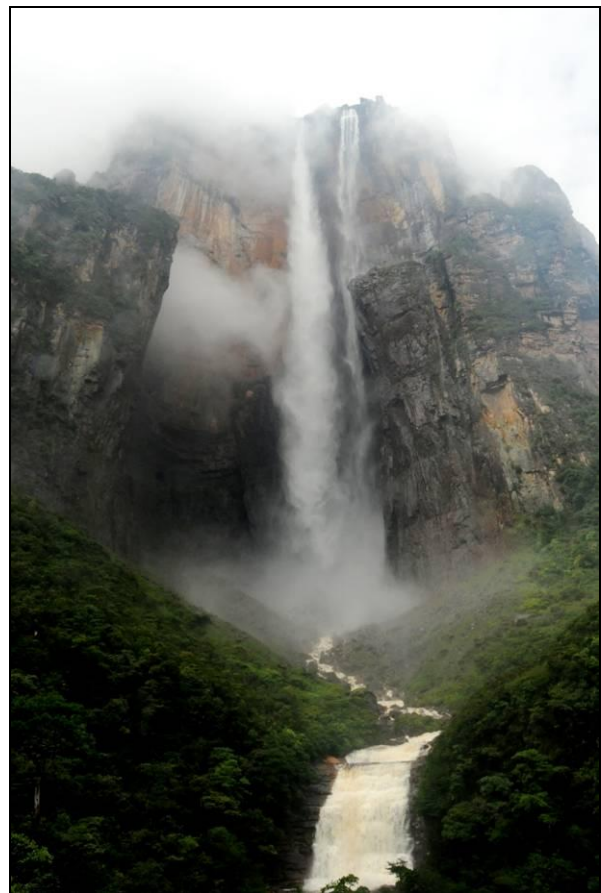
Underveis i arbeidet ble det også fremsatt en ny mal for utarbeidelse av framlegg til faggrunnlag. Malen er basert på faggrunnlaget for laven narreglye (*Staurolemma omphalarioides*), utarbeidet av Holien (udatert). Siden malen er for en art og dette arbeidet er for en naturtype, har vi forsøkt å tilpasse malen så godt som mulig.

DEL 1: NATURFAGLIG UTREDNING

GENERELT

En foss er et vannfall som dannes der hvor elveløpet går over en mer eller mindre bratt avsats. Her kan vannet enten renne langs fjellsidene eller falle fritt. Dersom fallhøyden går over en lengre strekning kalles det gjerne fossestryk eller stryk, men det er ikke noe skarpt skille mellom disse begrepene (Simensen mfl. 2011). NVE definerer en foss på følgende måte: ”En foss er en del av elva der vannet har et tilnærmet loddrett fall. Med tilnærmet loddrett fall menes et fall som er brattere enn 30 grader eller omkring 2 meters fall per meter horisontal lengde”. Som en kuriositet kan nevnes at verdens høyeste fossefall, Angel Falls i Venezuela, er på hele 979 m, med et største fritt fall på 807 m (**figur 3**). Der fossene slår ned dannes fossesprøytsoner, som på avstand lett kan kjennes igjen ved at det dannes en åpen sone fra der fossen slår ned og utover til og med området som dekkes av fossesprøyten (fossesprøyken).

Utenfor denne sonen dannes det gjerne en tydelig grense til områder med fastmarksskogsmark, eller en mer gradvis overgang med buskforma vierarter (**figur 4**) i ytterkanten av fossesprøytsonen (Fremstad 1997). Hvorfor fossesprøytsoner er treløse ble diskutert av bl.a. Andersen & Fremstad (1986) og Meyer (1984). De kom fram til at vindslitasje og islegging er viktige faktorer, spesielt for oppstigende vedaktige planter, som har de overvintrende plantedelene over bakken. Frost på bar mark sein på høsten kan føre til islegging av greiner, noe som igjen medfører skader. Gress og urter derimot, er mer beskyttet fordi de har sine overvintrende plantedeler under markoverflaten (Meyer 1984). Andre forhold som for eksempel tett feltsjikt, som treslag kan ha problemer med å etablere seg i, og beite, er trolig av mindre betydning.



Figur 3. Verdens høyeste fossefall, Angel Falls i Venezuela, er på hele 979 m, med et største fritt fall på 807 m. Foto: Geir Helge Johnsen, Rådgivende Biologer AS.

Av avgjørende betydning for utformingene av fossesprøytsonene er fossenes fallhøyde og vannføring, samt topografien og helningen i området (Andersen & Fremstad 1986). Det er først og fremst fallhøyden og vannføringen (bevegelsesenergien) som gjør at det oppstår til dels kraftig vind ved at luftmassene nær fossen akselereres av vannmassene som faller. Desto mer bevegelsesenergi, desto større vindhastighet og mer vann i form av fossesprøyt transporteres bort fra fossene. Dette gjør at det i fossesprøytsoner er mer nedbør i form av fossesprøyt enn i omkringliggende områder og disse områdene er derfor mer humide. Endringer i fuktighet og temperatur danner derfor tydelige klimagradienter i fossesprøytsoner. Mest nedbør av store vanndråper finnes nærmest fossen, mens mindre og lettere vanndråper opptrer i den ytterste delen av fossesprøytsonen. Mer utfyllende diskusjoner om den økologiske dynamikken i fossesprøytssoner er gitt av for eksempel Cedergren (1922), Vevle (1970), Meyer (1984) og Blom mfl. (1985).



Figur 4. Fossesprøytsoner med tydelige grenser mot fastmarksskogsmark. Venstre: Skarvefossen i Granvin kommune, Hordaland, som grenser mot edelløvskog. Høyre: Grytendalsfossen i Bindal kommune, Nordland, med flere vierarter mot grensen til fjellbjørkeskog. Foto: Per G. Ihlen.

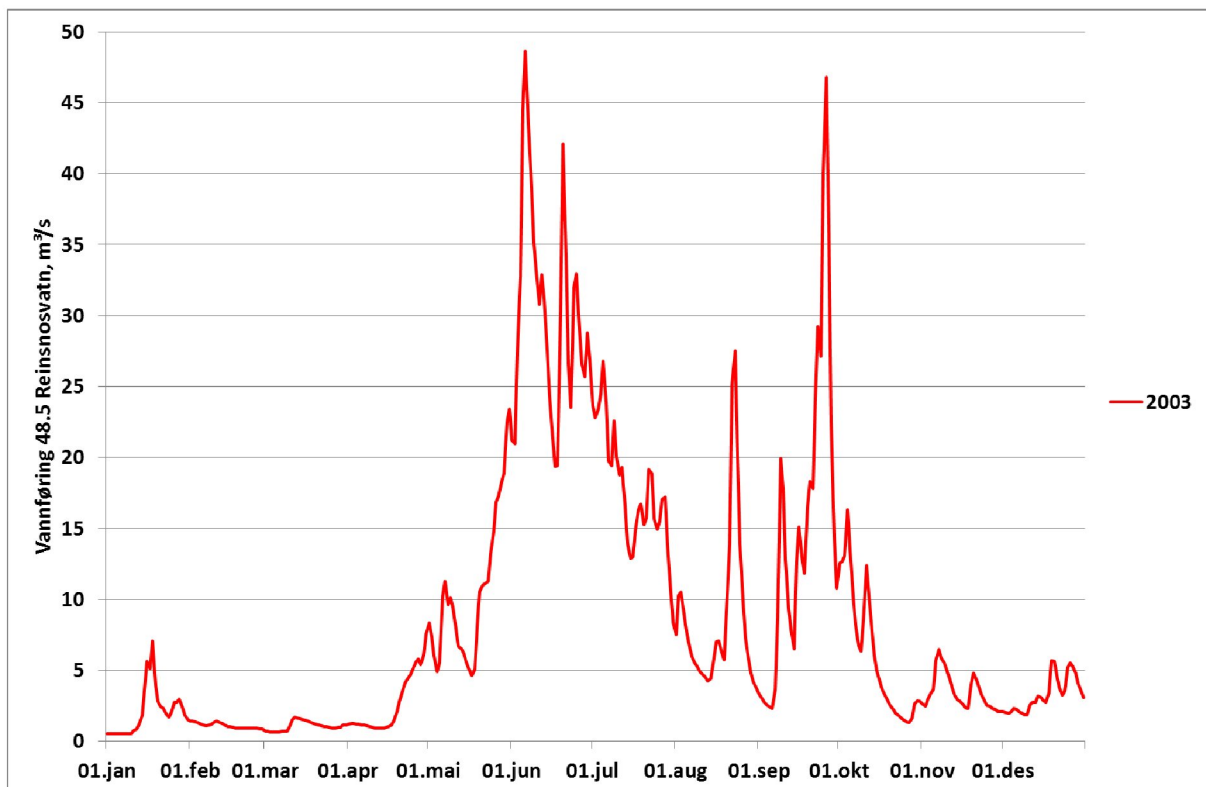
I følge Meyer (1984) er temperaturen i fossesprøytsoner lavest der luften har størst kontakt med vannet. Temperaturen øker så med økende avstand fra fossen, selv om vinden kan bidra til å transportere kaldluft over lange avstander (Meyer 1984). På grunn av tydelige forskjeller i fuktighet og temperatur i en fossesprøytsone i forhold til omkringliggende områder, er vegetasjonsperioden ofte forsinket i en fossesprøytsone i forhold til områdene rundt (Andersen & Fremstad 1986). Artssammensetningen er også derfor gjerne forskjellig (se nedenfor under omtale av arter).

VANNFØRING OG FOSSESPRØYTSONER

I mye litteratur om fossesprøytsoner, blir det ofte gjentatt at arter og vegetasjon i fosseprøytsoner er avhengige av fosser med konstant fosserøyk, og at det er ”stabil” eller ”kontinuerlig” vannføring i fossen. Her har vi valgt å diskutere dette litt nærmere. Graden av fosserøyk er som nevnt avhengig av vannføringen elva og fallet i fossen. For den samme fossen varierer vannføringen både mellom år og innen et år.

Figur 5 viser variasjonen i vannføringen i løpet av et år for måleserien 48.5 Reinsnosvatn i Opo-vassdraget i Hordaland. Middelvannføringen for denne serien i perioden 1960-2010 var på 9,2 m³/s ved utløpet av Reinsnosvatn. I året 2003 var gjennomsnittlig vannføring på 8,55 m³/s, altså ca. 93 % av normalt gjennomsnitt for året. Forløpet av vannføringen gjennom 2003 fulgte i stor grad gjennomsnittet for perioden 1960-2010, slik at 2003 kan karakteriseres som et typisk (normalt) år, både med hensyn på årsgjennomsnittet og med hensyn på variasjonene gjennom året (**figur 5**).

Snøsmelting bidrar til tilsiget i feltet nesten hele sommeren, mens regnflommer/snøsmelteflommer gir flomvannføringer på høsten. På seinsommeren/tidlig høst er vannføringen lav. I tørre somre kan også vannføringen i ekstreme tilfeller være omtrent fraværende. Om vinteren er vannføringen normalt lav og mange fosser, spesielt i landsdeler med lav vintertemperatur, vil også fryse til på vinterstid. Serien 48.5 Reinsnosvatn representerer et nedbørfelt på 121 km², og utgjør dermed ca. 85 % av feltet til Låtefossen (ca. 143 km²), som ligger litt lenger ned i vassdraget. Vannføringsvariasjonene i Låtefossen vil derfor følge variasjonene ved 48.5 Reinsnosvatn, selv om vannføringene vil være generelt noe høyere i Låtefossen på grunn av at restfeltet mellom målestasjonen og fossen også bidrar med tilsig.

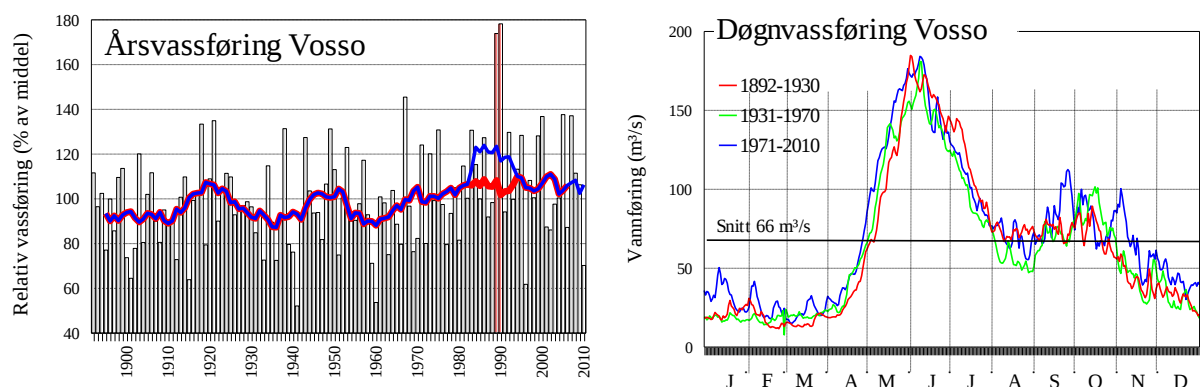


Figur 5. Vannføringen for 48.5 Reinsnosvatn i 2003, som gir et godt bilde av variasjonen i vannføringen i løpet av et år for Låtefoss i Odda (se figur 2 på side 7).

Vosso er det største vassdraget i Hordaland og vannføringen er logget ved Bulken de siste 120 årene (**figur 6**). Årsgjennomsnittet har i denne perioden vært 66,6 m³/s, og årsforløpet styres i hovedsak av at vassdraget har et høytliggende nedbørfelt der nedbøren kommer som snø om vinteren. Vannføringen er da vanligvis omtrent 20 m³/s fra januar til mars. Siste 40-årsperiode har imidlertid hatt vintervannføringer på opp mot 50 m³/s i gjennomsnitt i midten av januar. Mye av dette skyldes flomvannføringer på nesten 300 m³/s i januar 1989 og nesten 350 m³/s tidlig i januar 1990. Disse representerer ekstremene. Vårflomvannføringene kommer nå nesten 14 dager tidligere enn for første 40-årsperioden. Flomtoppen er imidlertid mye den samme, både med hensyn på tidspunkt og størrelse, med omtrent 175 m³/s i månedsskiftet mai til juni. Det synes også å være noe større høstvannføringer nå enn tidligere, med flere perioder på over 100 m³/s, og periodene med regn varer nå til ut i november (**figur 6**). Denne endring i variasjonen antyder også det som klimamodeller antyder vil komme, med ”våtere og villere” vær i mange regioner.

Vannføringen i fosser er derfor verken ”stabil” eller ”kontinuerlig”. Vanntilgangen i nedbørfeltet er også avgjørende for vannføringen og dermed for stabiliteten av fosserøyken. Mindre elver med stor innsjøandel, og delvis også med stor andel av myrer, kan opprettholde en brukbar vannføring også i tørre perioder. I et fylke som for eksempel Hedmark, som har lavere middelnedbør enn mange andre fylker, forutsetter dette imidlertid et stort nedbørfelt fordi alminnelig lavvannføring for mindre felt typisk er i størrelsesorden 1,5-2,5 l/(s*km²) i dette området (hydrolog John Olav Stranden, Norconsult AS, pers medd.). Det skal derfor mange km² til for at ikke elva skal få meget lav vannføring i tørre perioder. Det kan også nevnes at elver fra breer vil kunne ha høy vannføring i varme og tørre perioder også på sommeren på grunn av smelting.

Variasjonen i vannføring innen et år og mellom år er derfor viktig for å forstå dynamikken i bl.a. vannføringen og luftfuktigheten i fossesprøytsoner. Dette bør tas hensyn til i det videre arbeidet med trinndelingen av basisøkoklinen luftfuktighet.



Figur 6. Venstre: Årlige vannføringsgjennomsnitt for Vosso ved målested Bulken, for årene 1892 til og med 2010 (grå søyler). På figuren er lagt flytende 10-årsmiddel (blått). De to ekstreme årene 1889 og 1890 er markert med rødt, og det er også vist hvordan det flytende 10-årsmeddelet ville vært uten disse (rød strek). Høyre: Gjennomsnittlige døgnvannføringer gjennom året for de tre siste 40-årsperiodene i Vosso ved Bulken (fra: Johnsen mfl. 2011).

KLASSIFISERINGER AV FOSSESPRØYTSONER

I utlysningen av dette prosjektet, ble terminologien fra DN-håndbok 13 (2007) benyttet. Naturtypen er også med som vegetasjonstype i Fremstad (1997). En spesiell variant, ”fosserøykskog” (for eksempel Blindheim mfl. 2009), inkluderes derimot ikke i DN-håndbok 13. I utarbeidelsen av det nye systemet om naturtyper i Norge (NiN), initiert av Artsdatabanken, er fossesprøytsoner klassifisert. I det følgende diskuteres de ulike definisjonene, termene og inndelingene som tidligere er gitt for disse, for til slutt å komme med et forslag til inndeling av ulike utforminger/typer av ulike fossesprøytsoner ved å bruke terminologien fra Naturtyper i Norge (NiN). Generelle økologiske forhold i fossesprøytsoner diskutert ovenfor gjentas ikke under inndelingene nedenfor. Fossesprøytsoner er ikke med som ”Hotspot-lokalitet” for prosjektet ”Arealer for rødlistearter”, ARKO (Næss & Sverdrup-Thygesen 2010) og de er heller ikke med i prosjektet om Ramsar-områder. Fossesprøytsoner er ikke med eller som eget livsmiljø i Mis-metodikken (Baumann mfl. 2001), men er med som parameter i svensk nøkkelbiotopkartlegging (Skogstyrelsen 1994).

FOSSE-ENG - FREMSTAD (1997)

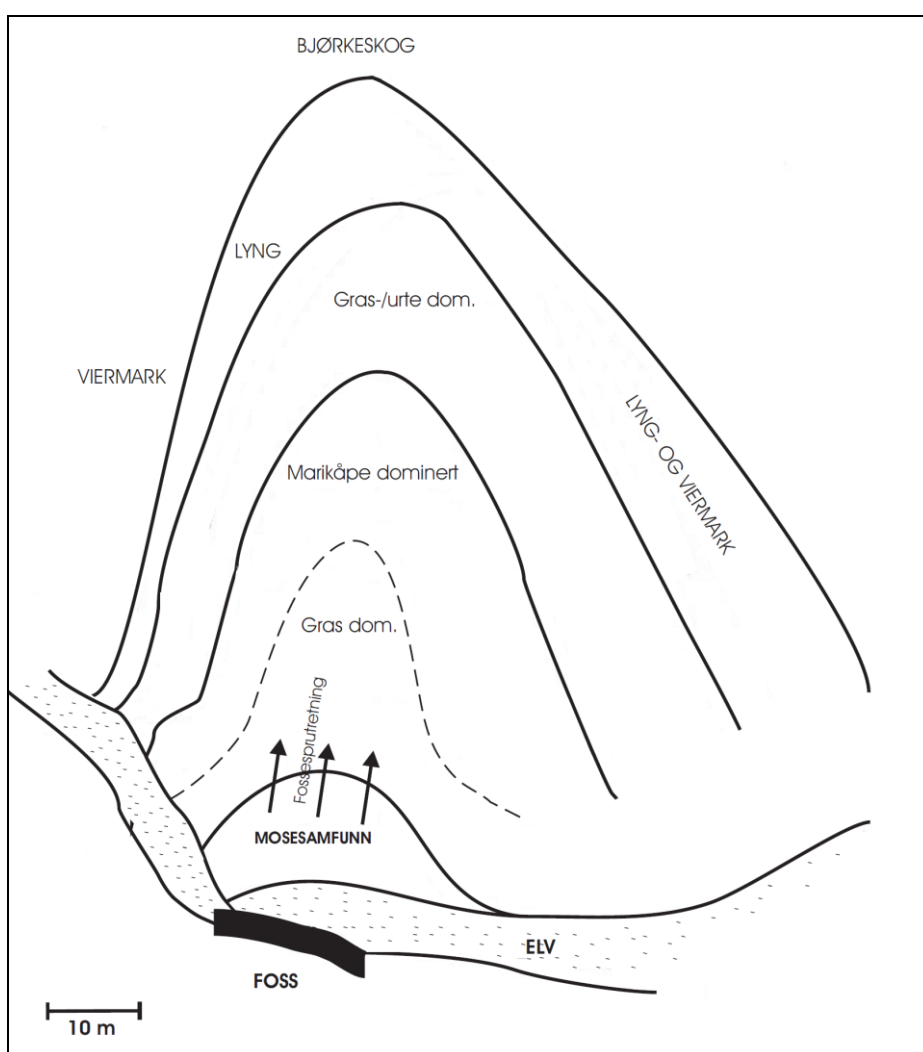
I oversikten over vegetasjonstyper i Norge (Fremstad 1997) er fosse-enger beskrevet som naturlig treløs vegetasjon med tett dekke av moser, gras og urter. Fosse-engene er her delt inn i mose-, lavurt- og høystaudeutforminger, en inndeling som gjenspeiler fuktighetsgradienten nevnt ovenfor. Klassifiseringen er bygd på undersøkelser av vassdragene i Aurland (Vevle 1970, 1979, Odland 1990), Breheimen-Stryn (Meyer 1984), Jostedalen (Odland mfl. (1989), samt egne observasjoner av Fremstad. Disse undersøkelsene gir en viss oversikt over floraen i fossesprøytsoner, men det er viktig å merke seg at den floristiske variasjonen i Norge er dårlig kjent (Fremstad 1997).

- *Moseutformingen* (Q4a) finnes på stein eller finmateriale nær fossen. Dette er det mest fuktige partiet av fossesprøytsonen og består av sterkt hydrofile mose- og lavararter. Det kan også være fosseberg med svært lite organisk materiale i slike partier (Blom mfl. 1985), noe som fossesprøytsonen i **figur 9** også viser.
- *Lavurtutformingen* (Q4b) er en noe mindre sprøyt påvirket sone med et godt utviklet bunn- og feltsjikt, med både en artsrik moseflora, vivipare fjellplanter (se for eksempel Salvesen 1986) og snøleiearter (Fremstad 1997). Jordsmonnet her er ustrukturert, seigt og vannmettet råhumus, for det meste dannet på nedbrutt mosemateriale.
- *Høystaudeutformingen* (Q4c) opptrer lengst unna fossen og er dominert av høystauder.

Det er verdt å merke seg at alle de nevnte utformingene ikke alltid er tilstede i en fossesprøytsone og at en kan dominere over de andre. I flere tilfeller kan også bare en av utformingene, eller en mosaikk av to være tilstede (**figur 18** og **figur 25**). En illustrasjon av en typisk sonering som viser de nevnte utformingene av vegetasjonen i en fossesprøytsone er vist i **figur 7**. Av andre illustrasjoner av tilsvarende soneringene, henvises til Blom mfl. (1985: 68) fra Nykjefossen og Vassdalsfossen og Meyer (1984) Videdøla, alle i Sogn og Fjordane.

FOSESPRØYTSONE – DN-HÅNDBOK 13 (2007)

Inndelingen av utformingene i DN-håndbok 13 (DN 2007) om ”Kartlegging av naturtyper – verdisetting av biologisk mangfold”, bygger delvis på klassifikasjonen gitt i Fremstad (1997) ovenfor, men betegnes her fossesprøytsone. I DN (2007) er en fossesprøytsone (E05) definert som “*de åpne kantsonene omkring fosser (”fosse-eng”)*”. Videre er det beskrevet at fossene må ha et høyt fall og høy vannføring for at det skal dannes en sone i nedre del av fossen. Håndboken skiller mellom to utforminger, moserik utforming og urterik utforming. Denne inndelingen er basert på om fossesprøytsonen er på berg eller på finmateriale.



Figur 7. Illustrasjon av en typisk sonering som viser noen av de nevnte utformingene av vegetasjonen i en fossesprøytsone. Figur modifisert etter Meyer (1984).

FOSSERØYKSKOG – FOR EKSEMPEL BLINDHEIM MFL. (2009)

I forbindelse med registreringene av fossesprøytsoner i Nord-Trøndelag og Sør-Trøndelag (Hassel & Holien 2005, 2006, 2007, 2008) og bekkekløfter i Norge, finansiert av Direktoratet for naturforvaltning, og sammenfattet i Evju mfl. (2011b), ble det for flere fylker valgt å skille ut en egen type, ”fosserykskog” (**figur 8**), fordi den ikke fanges opp av fossesprøytsoner slik de er definert i DN-håndbok 13 (2007). Blindheim mfl. (2009) definerer denne som ”skog som står så nær fosser at det er mer eller mindre konstant fosseyr direkte på trærne”. Blindheim mfl. (2009) påpeker videre at verdien her er knyttet til en rik epifyttflora med bl.a. *Lobarion*-samfunn på grankvister og at miljøet er meget sjeldent. Blant annet var det i et slikt miljø at trønderlav (*Erioderma pedicellatum*) ble funnet sammen med fossefiltlav (*Fuscopannaria confusa*) i Hedmark (Reiso & Hofton 2006).

Siden de økologiske forholdene i slike partier av skogsbekkekløfter er lik forholdene i ”boreale regnskoger” eller ”kystgranskoger” (Holien & Tønsberg 1996), spesielt i områder på indre Østlandet, har fosserykskogene ofte blitt klassifisert som en spesialutforming av naturtypen (*sensu* DN-håndbok 13) kystgranskog, utforming fosserykskog eller fosseryksone. Se også DellaSala (2011). Det er altså i granskogsområdet i indre strøk av Østlandet og i Midt-Norge at fosserykskoger foreløpig er kjent for å være verdifulle. Det kan derimot ikke utelukkes at det finnes tilsvarende miljøer i fylker som for eksempel Buskerud, Telemark og Agder-fylkene. Senere i rapporten er ”fosserykskoger” forsøkt tilpasset NiN-systemet.



Figur 8. Fosserykinfluert fastmarksskogsmark (”fosserykskog”). Hendfossen, Midtre Gauldal i Sør-Trøndelag, voksested for bl.a. fossefiltlav. Gjengitt med tillatelse fra Sigve Reiso. Foto Sigve Reiso.

FOSSEBERG OG FOSSE-ENG – NATURTYPER I NORGE (NiN)

Naturtyper i Norge (NiN) er et beskrivelsessystem for naturtyper som tar utgangspunkt i økologiske variabler og beskriver naturen fra livsmedier til hele landskap og regioner. Typeinndelingen baserer seg på forskjellige økokliner (gradvise variasjoner i artssammensetning og miljøfaktorer) og i første versjon av NiN-systemet (Halvorsen mfl. 2009a, Naturtypebasen på www.artsdatabanken.no) ble det foretatt en inndeling på hvert av de fem naturtypenivåene region, landskap, landskapsdel, natursystem og livsmedium. De totalt 117 hovedtypene i NiN er altså ikke en typeinndeling, men fire parallelle (på regionnivå er det ingen hovedtyper). Inndelingen er et generaliseringshierarki med hovedtype som hovedenhet. På natursystemnivå er det 68 hovedtyper. I NiN-systemet er fossesprøytsoner definert som hovedtypene fosseberg (T9) og fosse-eng (T10) på natursystemnivået under fastmarkssystemer. Fosseberg og fosse-eng kan også inngå i landskapsdel-hovedtypen (11) skogsbekkekløft. Fossesprøyten modererer klimaforholdene i vekstsesongen så sterkt i fuktig og kjølig retning at de regionale økoklinene ikke har stor betydning innenfor hovedtypen (Halvorsen mfl. (2009a). Det er verdt å merke seg at omfanget av regional variasjon i artssammensetning ikke er kjent.

Fosseberg (**figur 9**) er i Artsdatabankens Naturtypebase for NiN-systemet definert på følgende måte:

”Fosseberg omfatter åpne, ikke jorddekte fastmarksarealer i fossesprutsonen langs elveløp med fosser og fossestryk. Fosseberg finnes først og fremst på fast fjell, men hovedtypen omfatter også blokkdominert mark. Typiske fosseberg er mer eller mindre vertikale bergflater langs fosser og stryk som blir regelmessig påvirket av vannsprut, fossesprutpåvirket nakent berg eller nedre deler av ur rundt ”foten” av en foss. Vannspruten jevner ut temperaturvariasjonen gjennom året; om sommeren er det kjøligere på fosseberg enn i omgivelsene omkring, mens det om vinteren er mildere inntil marka eventuelt fryser inn i is. På grunn av de spesielle leveforholdene huser fosseberg en rekke spesielle mose- og lavararter”.

I følge NiN overstyrer den konstante vannspruten betydningen av de fleste lokale basisøkokliner. Kalkinnhold vurderes som den eneste økoklinen som deler hovedtypen videre inn i grunntypene intermediær fosseberg og kalkfosseberg. Andre viktige lokale basisøkokliner som kilde til variasjon er kornstørrelse (KO), der trinn 8, blokkdominert, og trinn 9, fast fjell, er de viktigste. Innstråling (IS) og vannforårsaket forstyrrelse, økoklinuttrykk A vannforårsaket forstyrrelse i flommark (VF), er mindre økokliner som også er relevante for å forstå variasjonen.



Figur 9. Typisk fosseberg fra Terråk i Bindal kommune, Nordland. Foto Trond Simensen.

Fosse-eng (**figur 10**) er i Artsdatabankens Naturtypebase for NiN-systemet definert på følgende måte:

”Fosse-eng omfatter åpne, grunnlendte, men jorddekte fastmarksarealer i fossesprutsone langs elveløp med fosser og fossestryk. Fosse-eng finnes først og fremst i ytterkanten av fossesprutsone, særlig rundt ”foten” av en foss. Fosse-engene inneholder, på grunn av de lange periodene med konstant fuktig mikroklima, en frodig karplantevegetasjon. Artene i fosse-enger tåler imidlertid også tørrere perioder. Vannspruten jevner ut temperaturvariasjonen gjennom året; om sommeren er det kjøligere på fosse-enger. Arter som skal klare seg i fosse-eng må tåle innfrysing i is om vinteren. Fuktigheten avtar langs en gradient vekk fra fossen, fordi den totale vanntilførselen og dråpestørrelsen avtar (fra tunge dråper nær fossen til fint ”fosseyr” lenger unna). Natursystemhovedtypen fosse-eng kan også finnes på finere sedimenter i nedre deler av ur (eller skredmark).”

Som for fosseberg er det kun kalkinnholdet (KA) som vurderes å ha betydning for inndeling av grunntyper, og fosse-eng deles videre inn i intermediær fosse-eng og kalkfosse-eng. For fosse-eng er også kornstørrelse (KO) og innstråling (IS) viktige lokale basisøkokliner som inngår i beskrivelsessystemet. Enkelte steder kan det ha vært beite eller slått i en fosse-eng. Derfor er også hevdintensitet (HI) og hevdform (HF) lokale basisøkokliner som bør noteres.

Fosseberg og fosse-eng avgrenses mot de andre åpne fastmarks-hovedtypene bergknaus, bergvegg, ur og skredmark ved ytre grense for flomsonen (Halvorsen mfl. 2008a). Fosseberg (T9) og fosse-eng (T10) skiller seg fra såkalt åpen flomfastmark (T8 i NiN), fordi denne først og fremst finnes langs større elver og innsjøer som dekkes av vann i flomperioder. Denne er derfor ikke behandlet videre her.



Figur 10. Typisk fosse-eng ved Strupen ved Byrkjelo i Gloppen kommune.

Foto: Per G. Ihlen.

I oversettelsesnøkkelen til Halvorsen (2010) tilsvare naturtypen fossesprøytzone (E05), i DN-håndbok 13, fosseberg/eng (T9/10), altså treløse soner rundt fossen. Men det finnes også skogstyper som er påvirket av fossesprøyt og som derfor har høy luftfuktighet. Dette gjelder først og fremst kystgranskog (F11 i DN-håndbok 13), eller boreal regnskog. Denne skogstypen finnes først og fremst i fuktige miljøer i ytre deler av Trøndelag og Nordland, men det finnes også lokaliteter i bekkekløfter og raviner i indre Trøndelag og Hedmark. I oversettelsesnøkkelen til Halvorsen (2010) tilsvare kystgranskog (F11) til natursystemhovedgruppa fastmarksskogsmark (T23) og kan videre deles inn i grunntypene blåbærskog (1), småbregneskog (2), blåbærfuktskog (6), småbregnefuktskog (7), storbregneskog (8) og høystaudeskog (9).

FORSLAG TIL INNDELING AV FOSSESPRØYTSONER

Basert på gjennomgangen av ulike klassifiseringene av fossesprøytsoner gitt ovenfor, foreslås følgende inndeling der alle tilhører fastmarkssystemer:

FOSSEBERG

Grunntypeinndeling først etter kalkinnhold (KA).

- Intermediær fosseberg
- Kalkfosseberg

Den neste viktige lokale basisøkoklinen er kornstørrelse (KO). Innstråling (IS) og vannforårsaket forstyrrelse (VF) er mindre, men også relevante økokliner for å forstå variasjonen.

FOSSE-ENG

Grunntypeinndeling først etter kalkinnhold (KA)

- Intermediær fosse-eng
- Kalkfosse-eng

Kornstørrelse (KO), gjerne på lavere trinn enn for fosseberg, blir også her den neste viktige lokale basisøkoklinen. Også for fosse-engene er innstråling (IS) viktig, men i forhold til fosseberg, er også hevdintensitet (HI) og hevdform (HF) lokale basisøkokliner som kan ha betydning i fosse-enger.

Det er verd å merke seg at grunntypeinndelingene i NiN gjelder fosseprøytsoner på intermediær til kalkfosse-eng/kalkfosseberg. At den ikke inkluderer for eksempel moderat kalkfattig og kalkfattig i den lokale basisøkoklinen kalkinnhold (KA) kan forklares med tilgangen til fuktigheten. Kalkinnhold refererer nemlig til forholdene i substratet på stedet, for eksempel jordsmonnet i fosse-enger. Jordsmonnets egenskaper bestemmes bare i noen grad av berggrunnen. Enda viktigere er den modifierende effekten, som for eksempel vanntilførsel/fuktighet, har på jordsmonndannende prosesser. Det er altså viktig å skille mellom fosse-enger på kalkfattig grunn og kalkfattede fosse-enger (når forholdene på stedet tas i betraktning). Det er usikkert om sistnevnte type finnes i Norge. Den lokale basisøkoklinen kalkinnhold (KA) kan også gjelde for selve ferskvannsførekosten elveløp. Dette er diskutert i kapittelet om fosserøykinfluert fastmarksskogsmark nedenfor.

FOSSERØYKINFLUERT FASTMARKSSKOGSMARK

Vannføringen (vannmengden) og bevegelsesenergien diskutert ovenfor er trolig ikke sterk nok til at det dannes egne fossesprøytsoner (*sensu* DN-håndbok 13) i områder som tidligere har vært klassifisert som ”fosserøykskoger” (Blindheim mfl. 2009) og dermed faller naturtypen utenfor definisjonene gitt ovenfor. Vi vil her derfor overføre disse til NiN-systemet. ”Fosserøykskoger” finnes der det er skogsmark og derfor benyttes hovedtypen ”fastmarksskogsmark”. Videre er fossesprøyt (eller ”fosseyr”) viktig for ”fosserøykskoger” (Blindheim mfl. 2009). Den kan overføres til NiN-systemet ved å bruke den lokale basisøkoklinen luftfuktighet (LF). Trinndelingen i den lokale basisøkoklinen luftfuktighet (LF) er gjengitt i **tabell 1** nedenfor og er hentet fra Naturtypebasen og Halvorsen mfl. (2008b).

Tabell 1. Trinndelingen i den lokale basisøkoklinen luftfuktighet (LF).

Trinn	Begrep	Definisjon
4	Fosserøykinfluert	Mer eller mindre konstant innflytelse av fosserøyk som sikrer meget høy, stabil luftfuktighet
3	Høy og relativ stabil luftfuktighet	Høy, relativ stabil luftfuktighet forårsaket av terrengplassering og/eller klimatiske forhold
2	Middels luftfuktighet	
1	Lav luftfuktighet	Tidvis eksponert for sterk uttørking.

En "fosserøykskog" bør ha såpass spesielle egenskaper at den bare plasserer seg på trinn 4 i trinndelingen av økoklinen luftfuktighet (**tabell 1**) fordi de andre trinnene for luftfuktighet er viktig i andre sammenhenger. For eksempel vil trinn 3 være viktig i "boreale regnskoger"/"kystgranskoger" (Holien & Tønberg 1996, Gaarder mfl. 1998) og for ulike utforminger av "kystfuruskog" (Geir Gaarder, pers medd.). I det videre arbeidet benyttes derfor termen fosserøykinfluert fastmarksskogsmark. Som påpekt i Halvorsen mfl. (2009a), og i kapittelet om vannføring og fossesprøytoner her, er det for øvrig behov for mer utredning av det faglige grunnlaget for trinndelingen av den lokale basisøkoklinen luftfuktighet. Dette er diskutert videre i kapittelet om forskningsbehov.

De 26 grunntypene av fastmarksskogsmark i NiN tilsvarer i grove trekk vegetasjonstypeinndelingen til Fremstad (1997), og kan, i kombinasjon med trinn 4 i den lokale basisøkoklinen luftfuktighet, benyttes i den videre i klassifiseringen. Det er særlig innen skogsbekkekløfter vi kan forvente å finne naturtypen og derfor blir de ulike grunntypene av fastmarksskogsmark viktige å avklare. Ulike friske fuktskoger vil trolig være interessante, mens det er mer usikkert om man vil finne lavdominerte skoger påvirket av fosserøyk. En annen variant som kan tenkes er når kulturmark gror igjen nær der det finnes fosser. Trinndelingen, mest trinn 5, ettersuksjonstilstand, og muligens også trinn 4, sein gjenvekstsuksjonsfase, i tilstandøkoklinen gjengroingstilstand (GG), tilsier at det på sikt kan oppstå fosserøykinfluert påvirkning på samme måte som i fastmarksskogsmark nevnt ovenfor.

NiN-systemet er imidlertid mer enn en inndeling av grunntyper og det er derfor viktig å fange opp kildene til variasjon. For fosserøykinfluert fastmarksskogsmark er luftfuktighet viktig på lokal skala, men også på livsmedium-nivået (Ødegaard mfl. 2009) fordi mange av artene er epifyttiske. De mest spesielle artsfunnene i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark er gjort på gran (Evju mfl. 2011b), et treslag med lav pH i barken. I Evju mfl. (2011b) ble det foreslått at gran i denne naturtypen som inneholder *Lobarion*-arter, opptrer som rikbarkstrær fordi vannet fra fossen trolig gir høyere pH-verdier i barken. Den lokale basisøkoklinen kalkinnhold (KA) i elveløpet vil derfor være av betydning for fosserøykinfluert fastmarksskogsmark og vil kunne benyttes i en videre inndeling. Kallio (1969) antydte også at næringsrike mineraler fra vannspruten er viktig når de avsettes i sprutsoner. En ytterligere detaljert beskrivelse av fosserøykinfluert fastmarksskogsmark vil kunne basere seg på livsmediene som finnes. Den lokale basisøkoklinen substratstruktur (ST), som uttrykker variasjon over tid i egenskaper ved et livsmedium (Ødegaard mfl. 2009), og muligens også mikrohabitat (MI), vil være viktige. Trinndelingen i livsmediet bark (T7) er også viktige for epifyttfloraen.

Hovedtypene av fossesprøytoner nevnt ovenfor fanger opp det meste av fossesprøytpåvirkede naturtyper i Norge. Derimot er det et forhold som bare delvis dekkes opp av denne inndelingen. Dette gjelder spesielt livsmedium-hovedtypen bark i fastmarksskogsmark som ligger utenfor den skarpe grensen til fosse-enger/fosseberg, men som kan få tilført svak yr fra fosser med lange avstander til fastmarksskogsmarken. Dette kan ofte sees ved at trærne ved denne grensen er dekket med, ofte vanlige epifyttiske lav- og mosearter, men de kan også inneholde sjeldne arter. En beskrivelse av slike skoger er delvis gitt av Sundvall & Janzon (1975), som rapporterer både lav- og mosearter fra slike miljøer. Det foreslås her at fosserøykinfluert fastmarksskogsmark også kan benyttes for slike forhold. For øvrig gjelder dette også for kvist i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark. For dette livsmiljøet finnes ingen "plasseringsøkoklin" i NiN (versjon 1.0). Som for bark, vil kalkinnhold, substratstruktur og luftfuktighet være de viktigste økoklinene for grunntypeinndelingen av kvist. Vi foreslår at dette inkluderes i neste versjon av NiN.

I oversikten over inndelingen av fossesprøytsoner gitt her har vi av tidsmessige årsaker ikke gått videre med en finere inndeling av for eksempel fosseberg og fosse-enger i grunntyper. Etter den lokale basisøkoklinen kalkinnhold har vi for eksempel også vurdert kornstørrelse (KO). Av andre lokale basisøkokliner som vi har nevnt, men uten å diskutere nærmere, kan nevnes innstråling (IS), vannforårsaket forstyrrelse (VF), hevdintensitet (HI) og hevdform (HF), som alle kan være viktige for artssammensetningen. Videre kan det vurderes om det burde vært skilt ut fosse-engparallelleler til for eksempel storbregne, lavurt eller kalklavurt-grunntyper slik vi kjenner dem fra fastmarksskogsmark. Dette er for eksempel utført for høystaudeutformingene av fosse-enger i Fremstad (1997).

ORGANISMER I NATURTYPEN

Et viktig punkt i arbeidet med å vurdere om en naturtype skal bli utvalgt naturtype (§ 52 i naturmangfoldloven) er å legge særlig vekt på om naturtypen er viktig for en eller flere prioriterte arter. For å undersøke dette nærmere har vi valgt å gjennomgå litteraturen for å finne ut om det finnes arter som er knyttet til fossesprøytsoner, eller som har sitt tyngdepunkt her. Det meste av informasjonen som er tilgjengelig om artssammensetninger fra ulike organismegrupper i fosseprøytsoner er om karplanter, moser og lav. Det har i dette prosjektet ikke vært noe mål å gi en detaljert oversikt over alle kjente artsregistreringer fra fossesprøytsoner og hvordan dette varierer med ulike lokale basisøkologier som er viktige for å gruppere ulike typer av kjente fossesprøytsoner.

Derimot er det gitt en oversikt over en del arter kjent fra fossesprøytsoner fra utvalgt litteratur i Norge (bl.a. Vevle 1970, 1979, Fremstad 1997, Odland 1990, Meyer 1984, Odland mfl. 1989). For oversikt over den floristiske sammensetningen (av karplante-, mose- og lavfloraen) langs de ulike soneringene i fosseberg og fosse-eng, henvises til de detaljerte studiene til Meyer (1984) og Vevle (1970). Informasjon om artsforekomster i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark er hentet fra bl.a. Evju mfl. (2011b). Som et første skritt på å få oversikt over naturtypene, vil det være nødvendig å samle inn tilgjengelig informasjon om arter i fossesprøytsoner og føre dem til de ulike utformingene, basert på NiN, nevnt ovenfor. Dette er også i overensstemmelse med Fremstad & Moen (2001) som fremhever at vi ikke har oversikt over hvordan utformingene, og artssammensetningene i fossesprøytsoner, varierer på landsbasis.

Generelt må arter i fossesprøytsoner, med unntak av de i fosserøykinfluert fastmarksskogsmarksskog, kunne vokse og reproducere i miljøer med både høy luftfuktighet, sterke vinder og lave temperaturer. I tillegg må de tåle kortere tørkeperioder i tørre år på sommerstid, samt frost og islegging på vinterstid. Artssammensetningen varierer også med berggrunn, løsmasser, høyde over havet og eksposisjon. I tillegg finnes regionale forskjeller. I fossesprøytsoner er lav- og mosefloraen ofte artsrik fordi det humide lokalklimaet gir gode vekstforhold for disse organismene og vi kan derfor finne oseaniske arter langt utenfor sitt utbredelsesområde i slike miljøer (Kallio 1969). Det samme gjelder for arktisk-alpine arter på grunn av den lave temperaturen i forhold til omgivelsene (Fremstad 1997, Vevle 1970, Brassard 1972). I det følgende gis en oversikt over et utvalg med arter fra forskjellige organismegrupper som er kjent fra fossesprøytsoner, men som også kan finnes i andre fuktige habitater. Deretter diskuteres arter som har sitt tyngdepunkt i fossesprøytsoner eller som eventuelt utelukkende finnes her. Dersom en art regnes som rødlistet i Norge (Kålås mfl. 2010), angis rødlistekategoriene (Kålås mfl. 2010) i parentes.

LAV

Som med mosefloraen kan også lavfloraen være artsrik i fossesprøytsoner. Det ser imidlertid ut til at det i lengre tid har vært mer oppmerksomhet rundt lavfloraen i dette miljøet. Allerede Almqvist (1868) skriver om Handölsfallet i Jämtland: ”en lavvegetation som i rikedom på rarieteter söker sin like”.

FOSSEBERG

Mye av lavfloraen på fosseberg utkonkurreres av moser (Brassard 1972), men en del skorpelav på fosseberg nær fossen ser allikevel ut til å klare seg. Eksempler er bekkkartlav (*Rhizocarpon lavatum*), *R. amphibium*, *Verrucaria margacea*, *Aspicilia lacustris* og *A. supertegens* (Blom mfl. 1985, Ihlen 2004b, 2009). På steinblokker med større avstand fra fossen ble det av Blom mfl. (1985) rapportert stor diversitet av arter i skorpelavslekten *Fuscidea*, som for eksempel *F. cyathoides*, *F. gothoburgensis*, *F. intercincta*, *F. rescensa* og *F. kochiana*. Av andre lavararter som opptrer med noe avstand fra fossen kan nevnes brun tusselav (*Schismatomma umbrinum*), spaltesaltav (*Stereocaulon spathuliferum*), kystkolve (*Pilophorus strumaticus*) og *Cattillaria chalybeia* (Meyer 1984). Der det er

minimalt med påvirkning fra fosserøyken, og ofte under bergoverheng i ytterkanten av fossesprøytnsoner, finnes for eksempel skorpelavene *Opegrapha gyrocarpa* og *Porpidia rugosa*. Av arktisk-alpine lav som kan opptre i fossesprøytnsoner er steinboende skorpelav som *Pertusaria chiodectionoides*, *Vestergrenopsis elaeina*, *V. isidiata* (Vevle 1970), som også fant en oseanisk art som skrukkelav (*Platismatia norvegica*) i fossesprøytnsonene i Aurland.



Figur 11. Flatsaltlav (*Stereocaulon coniophyllum*) fra Steine i Suldal.
Foto: Per G. Ihlen.

Flatsaltlav (*Stereocaulon coniophyllum*, VU, **figur 11**) ser ut til å være en viktig art i fossesprøytnsoner (Vevle 1970, 1975). Det ser ut til at den trives best på lett forvitrede bergarter som for eksempel fyllitt (Vevle 1970). I Lavdatabasen (NLD) fremkommer det at arten i nyere tid også blitt registrert langs bekker og elver som ikke er påvirket av fossesprøyt. Flatsaltlav er derfor ikke utelukkende knyttet til fossesprøytnsoner. En annen art, *Lecanora retracta*, registrert på kalkrikt fosseberg, er bare kjent fra en lokalitet i Skandinavia, nemlig Handölsfallet og regnes som "akut hotad" i Sverige (Thor & Arvidsson 1999). Ved den samme lokaliteten og med ganske identisk økologi, ble også *Lecidella timidula* registrert, men den er trolig utgått fra lokaliteten (Thor & Arvidsson 1999).

Av andre arter som har vært foreslått til å tilhøre fossesprøytnsoner, er skorpelaven *Aspicilia scabrida* (**figur 12**). Arten var først beskrevet på stein fra Brålandsfossen (*locus classicus*) Gjesdal i Rogaland, som *Lecanora scabrida*, av Degelius (1948). Ved inventeringen av bekkekløften i 2008 (Ihlen & Bratli 2009) ble ikke arten gjenfunnet. I følge Anders Nordin ved Evolutionsmuseet ved Uppsala Universitet, er det mulig at *A. scabrida* bare er en avvikende form av den mer vanlige *A. epiglypta*, men dette er foreløpig ikke taksonomisk verifisert.



Figur 12. Venstre: Brålandsfossen, *locus classicus*, for skorpelaven *Aspicilia scabrida*. Foto: Toralf Tysse. Høyre: Eksemplaret av *Aspicilia scabrida* samlet fra Brålandsfossen i 1948 er utlånt fra Evolutionsmuseet ved Uppsala Universitet. Foto: Per G. Ihlen.

En annen lavart som kan være verdt å nevne er den sjeldne *Leptochidium crenulatum* (EN) fordi det ser ut til at den er knyttet til elver i alpine områder (Jørgensen 2006), men siden den også er registrert i tørrere områder, er den neppe knyttet til fossesprøytsoner. Til slutt kan nevnes *Porpidia hydrophila*. Thüs & Schultz (2009) angir arten fra ”sprutsonen” i elver, men siden den også er kjent fra elvebredder og innsjøbredder som tidvis oversvømmes (Thor & Arvidsson 1999), er den ikke utelukkende knyttet til fossesprøytsoner.

FOSSE-ENGER

På grunn av den høye markfuktigheten og tette bunnsjiktet av moser, og ofte tett feltsjikt, i fosse-enger, vokser det få lavarter her. Et unntak er flere årenever-arter (*Peltigera spp.*), arter som ofte vokser inne i mellom mosedekket. Enkelte andre lavarter, for eksempel kalkfiltlav (*Fuscopannaria praetermissa*), kan opptre i intermediære til kalkrike fosse-enger.

FOSSERØYKINFLUERT FASTMARKSSKOGSMARK

Lavfloraen i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark er nylig sammenfattet og detaljert behandlet av Evju mfl. (2011b) som ”fosserøykskog”. Det henvises derfor til den rapporten for ytterligere informasjon. Fosserøykinfluert fastmarksskogsmark er foreløpig kjent for å være særlig verdifulle i granskogsområdet på Østlandet og i Midt-Norge der de er karakterisert av lungeneversamfunnet (*Lobarion*) på grantrær (mest kvister) og på enkelte løvtrær, se også Hassel & Holien (2005, 2006, 2007, 2008). Av typiske arter kan nevnes skjellglye (*Collema flaccidum*), vanlig blåfiltlav (*Degelia plumbea*), filthinnelav (*Leptogium saturninum*), lungenever (*Lobaria pulmonaria*), skrubbenever (*Lobaria scrobiculata*), grynvrøge (*Nephroma parile*) og muslinglav (*Normandina pulchella*). Av andre arter som kan påtreffes, men som også opptre og har tyngdepunkt i andre naturtyper, er fossenål (*Calicium lenticulare*, EN), olivenlav (*Fuscopannaria mediterranea*, NT) og trådragg (*Ramalina thrausta*, VU). Flere interessante enkeltfunn er gjort av Hassel & Holien (2006).

Fossenever (*Lobaria hallii*, VU) er utbredt fra Midt-Norge til Troms der den er kjent fra fuktige skoger med liten direkte solinnstråling. Den vokser mest på gran, men finnes også på for eksempel bjørk og osp (Ahlner 1948, Bjerke 2003). Arten opptre ofte i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark, men den er ikke unik for denne naturtypen. I oversikten over rødlista makrolav fra 1995 (Tønsberg mfl. 1996), var naturtypen som i dag tilsvarer fosserøykinfluert fastmarksskogsmark notert som habitat i 4 av 20 lokaliteter. Derimot ser det ut til at alle funnene av fossenever på Østlandet er knyttet til denne naturtypen (Evju mfl. 2011b).

Av mer spesielle artsfunn i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark kan nevnes fossefiltlav (*Fuscopannaria confusa*, EN) og trønderlav (*Erioderma pedicellatum*, CR). Førstnevnte er en kravfull art som i bekkekløftprosjektet (Evju mfl. 2011b) er påvist i 30 områder i sju fylker (inkludert tre områder i Statskogseiendommene). Det er også verdt å nevne at der fossefiltlav forekommer, finnes det også ofte andre sjeldne arter, f.eks. småblæreglye (*Collema curtisporum*, EN), skorpeglye (*Collema occultatum*, VU), hjelmragg (*Ramalina obtusata*, CR), flatragg (*Ramalina sinensis*, NT) og *Rinodina sheardii* (VU). Flere av disse artene var tidligere ikke kjent som epifytter på gran. Her må det også fremheves at mange av disse artene som opptre på grankvister i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark responderer vel så mye på forhøyet pH som selve fuktigheten. Dette er også diskutert av Evju mfl. (2011b).

Fossefiltlav regnes som sterkt truet (EN) av Timdal mfl. (2010) og er viktig i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark. Selv om arten også er kjent fra berg nær bekker og fra granskoger, som ikke er i bekkekløfter eller fosserøykinfluert fastmarksskogsmark, er sistnevnte naturtype svært viktig for arten. Av andre lavarter som opptre i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark, men som foreløpig har for få kjente funn, kan være trønderlav (*Erioderma pedicellatum*), kjent fra Rendalen i Hedmark (Reiso & Hofton 2006), og skorpelaven *Rinodina stictica* (CR), som bl.a. er kjent fra Lærdal i Sogn og Fjordane (Evju mfl. 2011b, Tønsberg 1998).

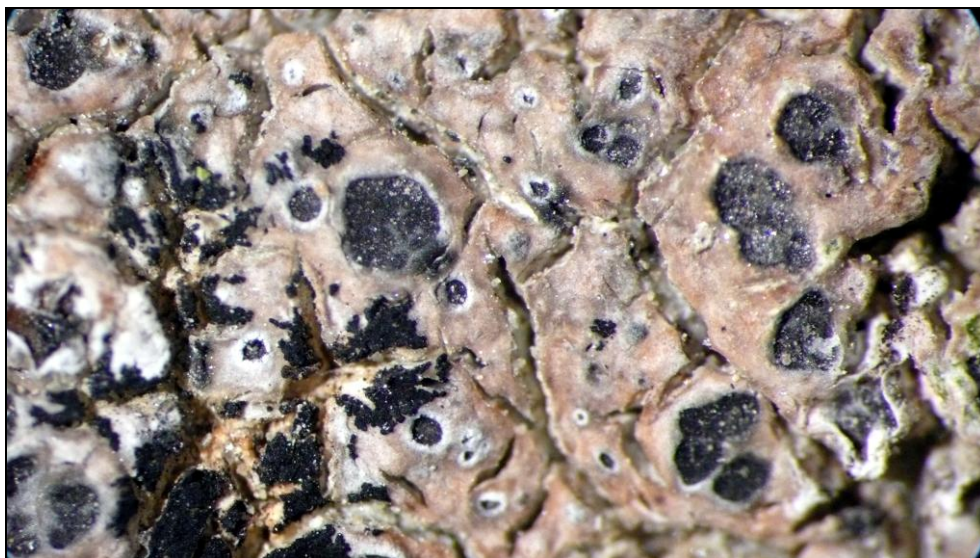
Ingen av de omtalte lavartene opptrer utelukkende i fossesprøytsoner fordi de også er registrert i andre typer habitater, som for eksempel elvekanter og ved innsjøbredder. Den eneste lavarten vi vil fremheve er fossefiltlav, fordi den ser ut til å sitt tyngdepunkt i fosserøykinfluert fastmarksskogsmarksog. Selv om det ser ut til at arten har et tyngdepunkt her, kan det også være et uttrykk for lang skoglig kontinuitet i slike miljøer (Håkon Holien, pers. medd.).

SOPP

Et søk i Norsk soppdatabase (www.nhm.uio.no) ga følgende treff på fosseprøytsone/fosseeng: skjelljordtunge (*Geoglossum fallax*) fra Gratangen, blårandrødskivesopp (*Entoloma caesiocinctum*) fra kalkrik fosseeng i Hattfjelldal og hvit kragesopp (*Stropharia albonitens*) fra fosse-eng i Røldal. I ”Bekkekløftprosjektet”, finansiert av DN, ble det ikke funnet noe element av jordboende sopp som var knyttet til områder med høy luftfuktighet eller fosserøykinfluert fastmarksskogsmark (Evju mfl. 2011b). Når det gjelder vedboende sopp, ble det i det samme prosjektet registrert mange arter knyttet til fuktige skoger, men ingen utelukkende i, eller med tyngdepunkt i, fosserøykinfluert fastmarksskogsmark (Evju mfl. 2011b). Soppen *Lichenostigma supertegentis* (figur 13), som parasitterer på skorpelaven *Aspicilia supertegens* (Ihlen 2004a), er kjent fra blokker og berg nær elver i Skandinavia. Arten er også registrert i en fossesprøytsone i Troms (Ihlen 2009).

Kunnskapsgrunnaget om hva som finnes av sopp (ikke-lichenisert) i fossesprøytsoner i Norge er mangelfull (Klaus Høiland, Anders Wollan, pers. medd.). Egne studier av fungaen i fossesprøytsoner, og spesielt de med hevdintensitet (HI) og hevdform (HF) som lokale basisøkokliner, vil sannsynligvis avdekke mange arter som tidligere ikke var kjent fra denne naturtypen. Dette gjelder derfor beitemarkssopp og strønedbrytere. Enkelte barksopper som virker knyttet til periodevis vannmetta stokker, burde også vært undersøkt nærmere (Geir Gaarder, pers. medd.). Det kan også tenkes at flere nye sopparter for Norge vil kunne oppdages. I den forbindelse kan nevnes at i et studium av sekksporesopper i tilknytning til ferskvann (også fra fosser) i Thailand (Kurniawati mfl. 2010), ble det registrert mange nye arter for landet.

Figur 13.
Skorpelaven
Aspicilia
supertegens
dekket med
sopp-parasitten
Lichenostigma
supertegentis
(stråleforma
sort belegg) fra
en fossesprøytsone i Ellenelva
i Troms. Foto:
Per G. Ihlen.



ALGER

På fosseberg nær inntil områdene med de tyngste regndråper og den største bevegelsesenergien registrerte Blom mfl. (1985) flere alger, men disse ble ikke artsbestemt. Sannsynligvis er dette vanlige grønналger knyttet til rennende vann.

MOSER

FOSSEBERG

Generelt ser det ut til at på bergvegger med for kort avstand til fossesprøyt bare finnes noen få hygofile arter (Blom mfl. 1985, Meyer 1984) som for eksempel buttstråmose (*Anomobryum julaceum*), bergpolstermose (*Amphidium mougeotii*), rødmesigmose (*Blindia acuta*), pelssåtemose (*Campylopus atrovirens*), trinnbekeemose (*Hygrohypnum alpinum*), klobekkemose (*Hygrohypnum ochraceum*), hjulsleivmose (*Jungermannia sphaerocarpa*), bekketvebladmose (*Scapania undulata*) og bekkelundmose (*Sciuro-hypnum plumosum*). Ved noe lenger avstand fra fosserøyken kan også andre moser etablere seg. Eksempler er skortejuvmose (*Anoetangium aestivum*) og krusknausing (*Grimmia torquata*). Det såkalte *Scapania ornithopodioides*-samfunnet nevnt i omtalen av fosse-engene nedenfor (Blom mfl. 1985) kan også opptre på steinblokker med et tynt lag med råhumus. På de tørreste områdene i fosseberg vokser arter som ryemose (*Antitrichia curtipendula*), gråsteinmose (*Hedwigia ciliata*), rabbebjørnemose (*Polytrichum piliferum*) og labbmose (*Rhytidium rugosum*). Disse kan også finnes på toppen av steinblokker fordi avrenningen er større der (Meyer 1984). På noe rikere berg kan arter som for eksempel saglommemose (*Fissidens adianthoides*), stivlommemose (*F. osmundoides*), bergstjernemose (*Campylium protensum*) og putevrimose (*Tortella tortuosa*) opptre. Det er også verdt å merke seg at flere mindre blygmose (*Seligeria* spp.), en slekt med syv rødlista arter (Hassel mfl. 2010), kan opptre på skyggefulle og baserike bergoverheng som får et svakt sig av fossesprøyt fra elva (Hassel & Holien 2007). Fra et enkelt område ved Gravbrøtfossen i Snåsa (Prestø 2003), ble hele fem arter i denne slekten registrert!

Av arktisk-alpine moser som kan opptre i fosseberg er bl.a. fjellpolstermose (*Amphidium lapponicum*), myrspridemose (*Oncophorus virens*), fjellspidemose (*O. wahlenbergii*) og vrengehutremose (*Apomarsupella revoluta*), se Vevle (1970). Fjellhutremose (*Marsupella alpina*) er også en slik art. Av arter med oseanisk utbredelse fant Vevle (1970) for eksempel heimose (*Anastrepta orcadensis*), vengemose (*Douinia ovata*), kystblæremose (*Frullania jackii*), trådfloke (*Heterocladium heteropterum*) og fossegrimemose (*Herbertus stramineus*, VU). Forekomsten av fossegrimemose fra Drivandefossen i Luster må trekkes spesielt fram her fordi den er en stor og rik og samtidig geografisk isolert (Gaarder & Larsen 2007). Av tilsvarende arter fra Nord-Trøndelag kan nevnes råtedraugmose (*Anastrophyllum michauxii*), larvemose (*Nowellia curvifolia*) og tønnebustehette (*Orthotrichum striatum*). En art som har et mer alpint-oseanisk utbredelsesmønster (Damsholt 2002), og som kan opptre i fossesprøytsoner, er rugledraugmose (*Anastrophyllum assimile*).

En sjelden moseart, hårkurlemose (*Didymodon icmadophilus*, VU), er registrert ved sprutpåvirka berg (Evju mfl. 2011a), men er også kjent fra fuktige bergvegger og elvebredder (Hallingbäck 2008) og er derfor ikke utelukkende knyttet til fossesprøytsoner. Ekorntvebladmose (*Scapania brevicaulis*, EN) vokser også i slike miljøer, men på mer kalkholdige bergarter (Atherton mfl. 2010). Tannpistremose (*Cephaloziella massalongi*) har noen spredte forekomster i Norge og vokser mest på berg i fossepåvirka miljøer (www.artfakta.se). Nurkblygmose (*Seligeria pusilla*, VU) vokser på kalkstein i områder med høy luftfuktighet, men i følge Evju mfl. (2011a) unngår den rennende vann. Det er derfor mer trolig at den opptrer på kalkstein i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark (se nedenfor). Av andre mindre vanlige mosearter kan nevnes fauskflik (*Lophozia longiflora*), pusledraugmose (*Anastrophyllum hellerianum*) og snerpstjernmose (*Campyliadelphus elodes*, NT). Den siste er på den europeiske rødlista og ble funnet på berg og grus nede i et juv. En annen art på berg som kan være verdt å nevne er fjellsleivmose (*Jungermannia borealis*), som bl.a. ble funnet på berg i Stjørdal (Hassel & Holien 2007). Ingen av artene er imidlertid utelukkende knyttet til fossesprøytsoner.

Mosearten som kanskje har det største tyngdepunktet i fossesprøytsoner er fossegrimemose (*Herbertus stramineus*, VU), se Damsholt (2002). Arten har en tydelig oseanisk utbredelse (**figur 15**) og vokser i følge Hassel & Løe (1998) i små tuer eller inne i mellom andre moser på steder med høy fuktighet, for eksempel nordvendte berg, bekkeraviner og fossesprøytsoner.

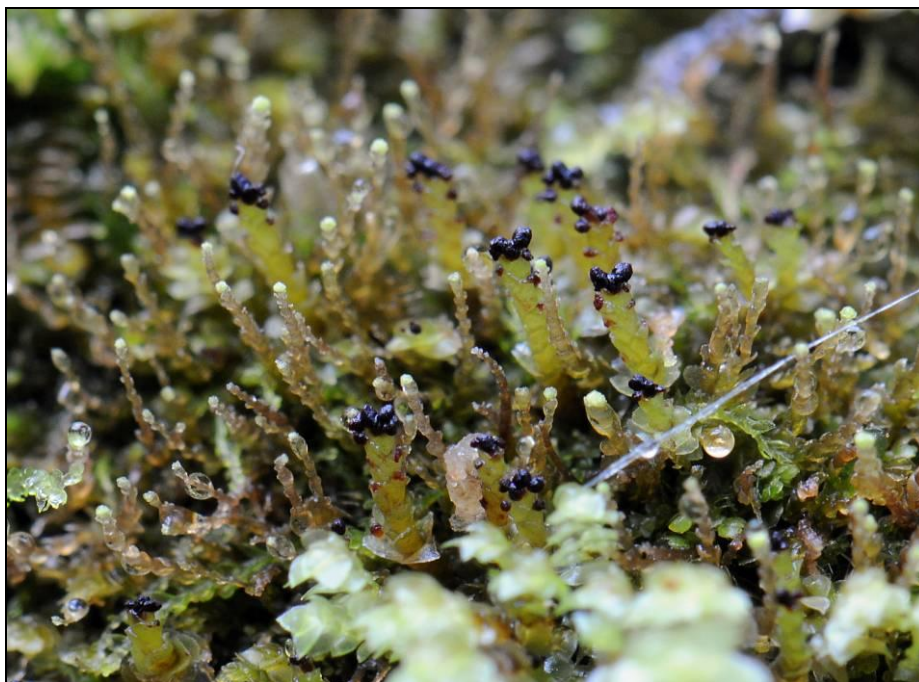
FOSSE-ENGER

Mange av artene som er listet fra fosseberg ovenfor, kan også opptre i fosse-enger. Fosse-enger kan være dominert av noen få mosearter, som for eksempel kystkransmose (*Rhytidiadelphus loreus*), etasjemose (*Hylocomium splendens*), blodnøkkemose (*Sarmentypnum sarmentosum*) og flere torvmosearter (*Sphagnum* spp.). Det var også i slike enger at Blom mfl. (1985) skilte ut et såkalt *Scapania ornithopodioides*-samfunn med mange torvmosearter og med rødmsulingmose (*Mylia taylorii*) og småstylte (*Bazzania tricenata*). Odland mfl. (1985) nevner også mange oseaniske arter ved Langfoss, som ligger i Åkrafjorden i Etne. Av eksempler kan nevnes gullhårmose (*Breutelia chrysocoma*), grannkrekemose (*Lepidozia pearsonii*) og kysttvebladmose (*Scapania gracilis*). Dette er frostømtålige arter som har sin hovedutbredelse i områder der middeltemperaturen for januar er over 0 °C (Odland mfl. 1985, Størmer 1969).

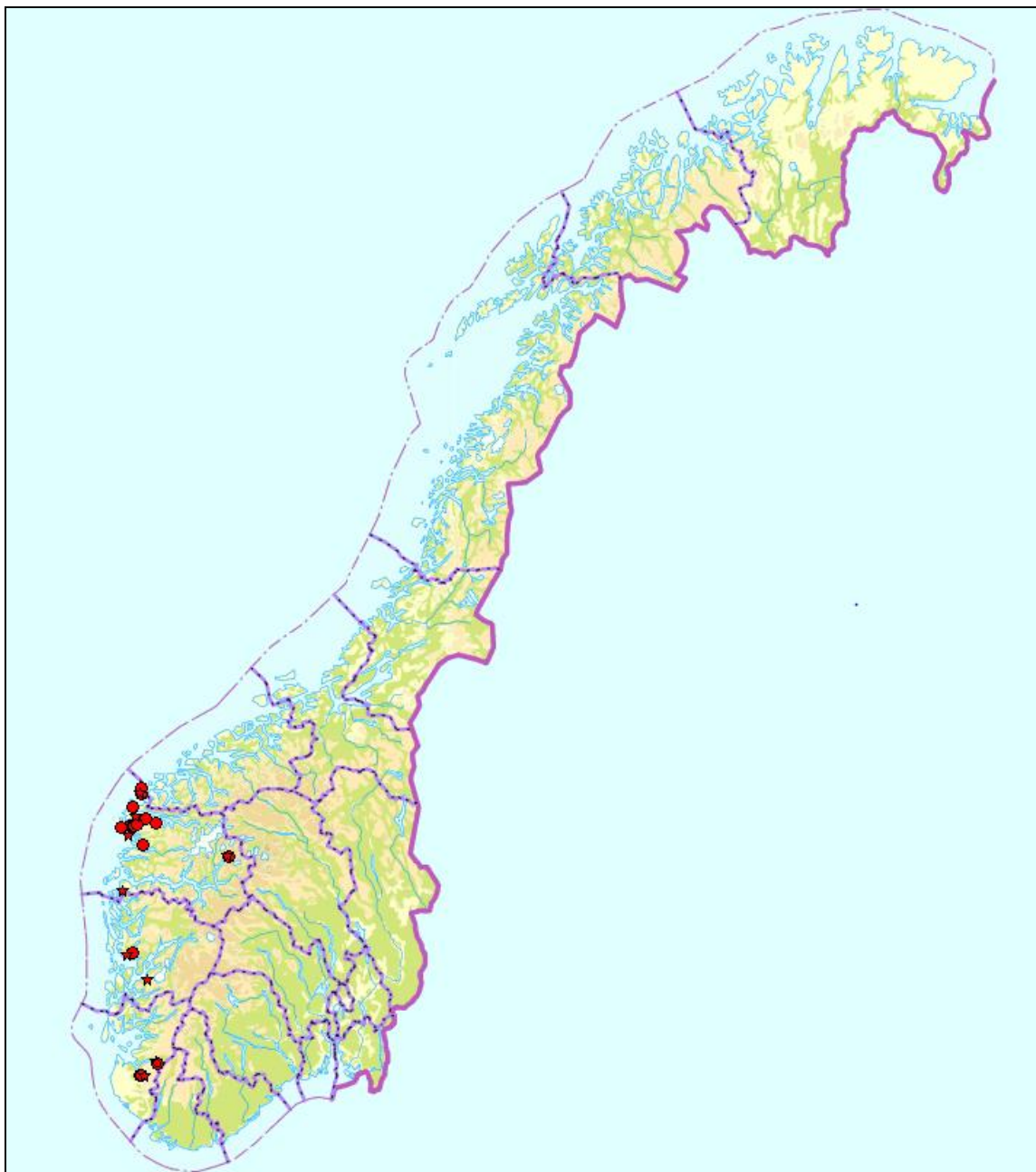
FOSSERØYKINFLUERT FASTMARKSSKOGSMARK

I et studium fra Canada (Brassard mfl. 1971) ble det rapportert en rik moseflora i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark. Også i Norge kan mosefloraen være relativ rik, noe som er dokumentert gjennom undersøkelsene til Hassel & Holien (2005, 2006, 2007, 2008) fra Trøndelag, med bl.a. kalkbergmoser, råtevedmoser og til en viss grad epifytter. Utdrag fra disse undersøkelsene er gitt nedenfor. Evju mfl. (2011a) nevner epifyttene pelsblæremose (*Frullania bolanderi*, VU) og oreblæremose (*Frullania oakesiana*, EN), som viktige arter i bekkekløfter og vassdrag i østlige strøk i Sør-Norge, mens de for hele Sør-Norge nevner pløsgullhette (*Ulotia coarctata*). Disse artene vil derfor også være aktuelle epifytter i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark. Det kan også tenkes at enkelte sjeldne mosearter som er knyttet til død ved i vassdrag og/eller bekkekløfter også kan opptre i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark fordi fuktig lokalklima ser ut til å være avgjørende for de kjente forekomstene (Hassel mfl. 2006). Dette gjelder fakkeltvebladmose (*Scapania apiculata*, VU, **figur 14**), råtetvebladmose (*S. carinthicaca*, EN) og muligens også flomtvebladmose (*S. glaucocephala*, EN). De to første har tyndepunkt i østlige strøk av Sør-Norge (Evju mfl. 2011a), mens sistnevnte er mer usikker fordi den bare er kjent fra to lokaliteter i Norge. Grønnsko (*Buxbaumia viridis*) kan også tenkes å opptre i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark (Hassel & Holien 2006).

Figur 14.
Fakkeltvebladmose
(*Scapania apiculata*,
VU) på ved i elv,
Gryta. Foto: Kristian
Hassel.



Generelt ser det ut til at vi i Norge ikke har noen mosearter som kun er knyttet til fossesprøytsoner. Også utenfor Norge er det bare kjent et fåtall slike arter (Brassard 1972). Noen eksempler er allikevel *Gradsteinia torrenticola* fra Teneriffe (Ochyra mfl. 1998) og *Platyhypnidium mutata* fra Tyskland (Ochyra & Vanderpoorten 1999). Mosearten som i Norge kanskje har det største tyngdepunktet i fossesprøytsoner er fossegrimemose (*Herbertus stramineus*, VU). Den geografiske utbredelsen av denne er gitt i **figur 15**.



Figur 15. Utbredelsen av fossegrimemose (*Herbertus stramineus*) i Norge (www.artsdatabanken.no).

KARPLANTER

FOSSEBERG

Av karplanter i fosseberg nærmest fossen er det få arter som klarer seg. Meyer (1984) rapporterer enkelte individer av sølvbunke og fjellbunke, men med lav dekning. På noe mindre fuktige partier i fosseberg opptrer engkvein og delvis også marikåpe-arter (Meyer 1984).

På grunn av at fossesprøytoner generelt har lavere temperatur enn omgivelsene, finnes det ofte fjellarter i slike miljøer. Flere av disse kan opptre på bergvegger med tynt løsmassedekke et stykke fra de fuktigste partiene i fossesprøytonen. Av eksempler kan nevnes flere brearve, fjellrapp, fjellburkne, fjellbunke, fjellsyre, fjelltistel, gulsildre, knoppsildre, rosenrot, rødsildre, seterfrytle, snøsildre og stjernesildre (Røsberg 1981, Blom mfl. 1985). I en undersøkelse fra Handölsfallen i Jämtland ble det også registrert et rikt innslag med kalkkrevende arter som blåmjelt, fjellkurle, hvitkurle, svartstarr og trillingsiv (Sundvall & Janzon 1975). Arter som blindurt (NT), smalnøkleblom og stivsildre ble registrert ved Vinterfossen i Vinstra av Gaarder (2007).

En karplante som ser ut til å være knyttet til fosseberg, og delvis også fosse-eng, eller å ha sitt tyngdepunkt der (Fremstad & Moen 2001), er sunnmørsmarikåpe (*Alchemilla semidivisa*), se **figur 16**. Arten regnes som sårbar (VU) i Norge (Solstad mfl. 2010). De kjente lokalitetene som ikke er inntil fosser er i områder med sildrende vann på bergvegger (Ericsson 2003, Stefan Ericsson, pers. medd.). Arten er også observert som tilfeldige individer ved veikanter og bergvegger som mest sannsynlig er spredde fra nærliggende fossefall. Et annet takson, reinsvingel, omtalt i Salvesen (1986), ser også ut til å være knyttet til fosseberg, eller bekkekløfter med høy fuktighet. Arten er i følge Per H. Salvesen (Bergen Museum, UiB, pers. medd.) også kjent fra Trollstigen og Måbødalen.

Det kan også nevnes at for de nye østgrensene registrert for hinnebregne (Odland 2008), var alle funnene gjort nær elver og fosser, for det meste på berg. På slike østlige voksesteder for hinnebregne er fuktigheten fra fossesprøytoner viktig for å redusere faren for uttørring (Odland 2008).

FOSSE-ENGER

I fosse-enger (lavurt- og høystaudeutforminger i Fremstad 1997) derimot, er det en større diversitet av karplanter. De er ofte gras- og urtedominerte enger med mosematter i bunnsjiktet. Vanlige arter her er for eksempel bergrørkvein, geitsvingel, firkantperikum, gullris og smyle. I fosse-engene der de lokale basisøkoklinene hevdintensitet (HI) og hevdform (HF) er notert, for eksempel i Feigevassdraget (Røsberg 1981) med sterk beiting, ble arter som sølvbunke, engkvein, gulaks, rødsvingel, lundrapp, engsoleie og krypsoleie registrert. Blom mfl. (1985) rapporterte også aksfrytle og engfrytle.

Av typiske høystaudearter, som ofte finnes som en egen utforming (Blom mfl. 1985, Fremstad 1997), kan nevnes flekkgrisøre, hvitbladtistel, skogrørkvein, skogstorkenebb, turt, mjødurt, storfrytle og vendelrot. Inne i mellom i slik vegetasjon er det også vanlig med spredte forekomster av ulike bregnearter som for eksempel hengeving, smørtelg, sauetelg og skogburkne. De mest artsrike delene av fossesprøytoner for karplanter ser ut til å være i de ytre delene av fosse-engen (Fremstad 1997).

På grunn av at fossesprøytoner generelt har lavere temperatur enn omgivelsene, finnes det ofte fjellarter i slike miljøer. Flere av disse kan opptre i fosse-engen, men det er også vanlig å finne dem på fosseberg (se ovenfor) med tynt løsmassedekke et stykke fra de fuktigste partiene i fossesprøytonen. Av eksempler kan nevnes flere brearve, fjellrapp, fjellburkne, fjellbunke, fjellsyre, fjelltistel, knoppsildre, seterfrytle, snøsildre, stjernesildre, rødsildre, gulsildre og rosenrot (Røsberg 1981, Blom mfl. 1985). Når det gjelder karplanter med oseanisk utbredelse, og som opptrer langt utenfor utbredelseområdet, vet vi ikke om noen gode eksempler.

FOSSERØYKINFLUERT FASTMARKSSKOGSMARK

Ingen karplanter er så vidt oss bekjent rapportert med sitt tyngdepunkt i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark.



Figur 16. Sunnmørsmarikåpe (*Alchemilla semidivisa*). Øverst: Fra typelokaliteten i fossesprøytsonen i Dyrdalsfossen i Norddal (Møre og Romsdal). Hovedpopulasjonen vokser på den fuktige og nordvendte bergveggen. Nede til venstre: Individ fra Muldalsfossen i Taffjord. Nede til høyre: Baksiden av et blad fra et individ i Muldalsfossen. Legg merke til den tette behåringen (sølvaktig belegg) på bladets underside (jf. Lid & Lid 2005). Foto: Amy Franceschini.

INSEKTER

Generelt er det mulig å finne flere insektgrupper i habitater påvirket av fosser. Faunaen som finnes i vann som renner over steiner, og som beiter på mikroalger og bakterier, kalles hygropetrisk (eller madicolous). Disse kan til dels også leve ganske eksponert i rennende vann og de kan også forventes å finnes i fossesprøytsoner. I et studium fra Tanzania (Zilihona mfl. 2001) ble det konkludert med at fossesprøytsonen fra Kihansi fossen utgjør et spesielt mikrophabitat for Coleoptera. Noe av invertebratfaunaen i slike miljøer i Norden er sammenfattet i for eksempel Nielsen (1950). En gruppe som bl.a. er kjent fra slike habitater i Norge er *Thaumaleidene* (Diptera). Larvene er lange og tynne med tydelig hode og kan bevege seg ganske raskt ved å bøye seg og så rette seg ut igjen, derav det norske navnet målermygg. I tillegg finnes chironomider, psychodider, simulider og en del andre dipteragrupper (Endre Willassen, pers. medd.).

Noen spesielle grupper av Diptera assosiert med fossefall er *Deuterophlebitidae* og *Blepharoceridae*, men disse er foreløpig ikke rapportert for Norge (Endre Willassen, pers. medd.). I tillegg til tovinger kan en også finne vårfluer, døgnfluer og lepidoptera, mange med morfologiske tilpasninger til rennende vann. Enkelte representanter av biller i familien *Elmidae* kan også finnes i og nær fosser. I en undersøkelse fra Handölsfallen i Jämtland (Sundvall & Janzon 1975), ble arten som i Norge kalles glansbergmåler (*Entephria nobiliaria*) registrert i fosseberg. I følge nettsiden om Norges sommerfugler (www.nhm.uio.no) finnes arten lokalt fra Rogaland til Finnmark, men mangler i lavlandet på Østlandet. Vertsplanta er rødsildre, noe som passer bra med både utbredelse og habitat, siden arten forekommer hyppig på noe rikere fosseberg. I tillegg kan nevnes at mosefloraen i fossesprøytsonen kan utgjøre et mikrophabitat for flere arter av insekter, hjuldyr (Savatenalinton & Segers 2008) og bjørnedyr (*Tardigrada*).

Generelt er altså kunnskapsnivået om invertebratfaunaen i fossesprøytsoner i Norge mangelfullt. Vi anbefaler at organismegruppen undersøkes nærmere i denne naturtypen. Det kan nevnes at internasjonalt ble det beskrevet en hel billefamilie (*Aspidytidae*) som ny for vitenskapen (Ribera mfl. 2002) med to arter, én i Sør-Afrika og én i Shaanxi-provinsen i Kina, som finnes på stein med fossesprøyt og i strøelver.

FUGL OG PATTEDYR

Av fugler er det kun fossefall og vintererle som er knyttet til hurtigrennende vann og fosser. Begge artene hekker og kan finne næring i slike habitater. Fossefall (**figur 17**) er utbredt over hele landet, mens vintererle har et sørøstlig utbredelsesmønster. Vintererle har imidlertid ekspandert sterkt mot vest og nord i Norge og resten av Skandinavia de senere år (www.artsdatabanken.no).



Figur 17. Fossefall i sitt rette element. Foto: Ole Kristian Spikkeland, Rådgivende Biologer AS.

Fosser og fossesprøytsoner har stor verdi for disse artene fordi de bidrar til å trygge reirplassene i forhold til predatorer. I følge Lislevand & Steel (2006), kan fossekall også plassere reiret slik at det utsettes for fossesprøyt. Den hekker også gjerne direkte under fossen. Utenom hekketida er fossekall og vintererle mindre bundet til hurtigrennende vann og fosser. For mer informasjon om fossekall og vannføring, se Walseng & Jerstad (2009) og Lislevand & Steel (2006). Ingen pattedyr er fast knyttet til fossesprøytsoner, men tidvis kan for eksempel både oter og røyskatt ferdes i fossesprøytsoner.

KONKLUSJON

Gjennomgangen her viser at det foreløpig ikke er kjent at fossesprøytsoner inneholder arter som utelukkende finnes i denne naturtypen. Derimot er det noen arter som ser ut til å ha sitt tyngdepunkt i fossesprøytsoner, men som også kan finnes i andre naturtyper. Dette gjelder sunnmørsmarikåpe, reinsvingel, fossegrimemose, flatsaltlav og fossefiltlav.

UTBREDELSE OG UTVIKLING AV NATURTYPEN

Fosseberg og fosse-eng er vurdert som nær truede (NT) naturtyper og finnes, i følge Erikstad & Bakkestuen (2011), i hele landet. I Artsdatabankens Artsportal, rødliste for naturtyper, er det anslått at fossesprøytsoner i Norge trolig dekker et areal på mellom 40 og 4000 km², et meget usikkert estimat, spesielt med tanke på at de fleste fossesprøytsoner sjeldent er over et par dekar i areal. I følge Fremstad (1997) er "fosse-eng" en asonal vegetasjonstype som bare forekommer i vassdrag med sterkt fall. Naturtypen kan opptre i alle vegetasjonssoner og seksjoner, men siden det over den klimatiske tregrensen er lite vegetasjon rundt vassdrag, er naturtypen best utviklet fra nordboreal til sørboreal vegetasjonssoner (Fremstad & Moen 2001). Som det fremgår av **figur 21**, er det også potensial, samt enkelte registreringer (**figur 19**) helt til boreonemoral vegetasjonssone (Moen 1998).

Kartleggingen av fossesprøytsoner i Norge er imidlertid mangelfull. Basert på eksisterende datagrunnlag, ser det ut til at fosseberg og fosse-enger har et tyngdepunkt på Vestlandet, i Midt-Norge og i Nord-Norge, mens fosserøykinfluert fastmarksskogsmark stort sett er begrenset til Østlandet og Trøndelag. Det må også nevnes at en annen faktor som er problematisk med fossesprøytsoner er at de ofte opptre i mosaikk (**figur 18** og **figur 25**) med andre naturtyper og når de arealmessig er så små at de ikke er kartleggbare, utgjør de i følge Halvorsen & Lindgaard (2011) såkalte "repetitive finskalamosaikker". Halvorsen & Lindgaard (2011) definerer at de må være 100 m² på natursystemnivå for å kartlegges, med bredde på minst 5 m. Det må presiseres at dette gjelder for basismetodikken for kartlegging (Halvorsen mfl. 2009b), men kan modifiseres etter brukernes behov (Halvorsen mfl. 2011).



Figur 18. Fossesprøytzone som viser mosaikk av fosseberg og fosse-enger. Fra Bomstadelva i Balsfjord.

Foto: Per G. Ihlen.

FOSSEBERG OG FOSSE-ENG I NORGE

I arbeidet med framlegget til faggrunnlaget for fossesprøytoner er det fremskaffet informasjon om til sammen 201 registrerte fosseberg og/eller fosse-enger, fordelt på 17 fylker (**tabell 2**) og utbredelsen av disse er vist i **figur 19**.

Siden 1999 har de aller fleste kommunene i Norge gjennomført naturtypekartlegging etter DN-håndbok 13. En gjennomgang av Direktoratet for naturforvaltning Naturbase (<http://dnweb12.dirnat.no/nbinnsyn/>), i oktober 2011, viser at det er registrert 174 fossesprøytoner gjennom den kommunale naturtypekartleggingen. Disse er da i praksis fosseberg og fosse-enger etter NiN. En gjennomgang av beskrivelsene viser at kvaliteten på registreringene er varierende. Over halvparten av lokalitetene har lite eller ingen informasjon om verken vegetasjon eller artssammensetning. Det er også flere lokaliteter som har fått A-verdi uten at det har vært utført feltarbeid i de aktuelle naturtypene. Noen lokaliteter har en avgrensing som tilsier en annen naturtype, for eksempel bekkekløft og bergvegg (F09) eller viktige bekkedrag (E06). En del lokaliteter ser derimot ut til å være relativt godt dokumenterte, og flere har vært undersøkt flere ganger.

I tillegg er det registrert fosseberg og fosse-enger gjennom flere prosjekter knyttet til mulig vern av skog på oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning. Dette gjelder blant annet for statsskogregistreringene, registreringer i forbindelse med frivillig vern og registreringene av bekkekløfter. Data fra disse undersøkelsene har i varierende grad blitt lagt inn i Naturbasen, men de fleste er samlet i en lokalitetsbase for skogområder (NaRIN-basen, <http://borchbio.no/narin/>). I lokalitetsbase for skogområde foreligger det 17 fosseberg og/eller fosse-enger (pr. oktober 2011). De fleste av disse fossesprøytonene inngår i registrerte bekkekløfter. Noen lokaliteter kan ha blitt oversett i gjennomgangen av denne lokalitetsdatabasen for skogområder, da det ikke er mulig å gjennomføre egenskapssøk i denne. Antall registrerte naturtyper her kan derfor være noe høyere.

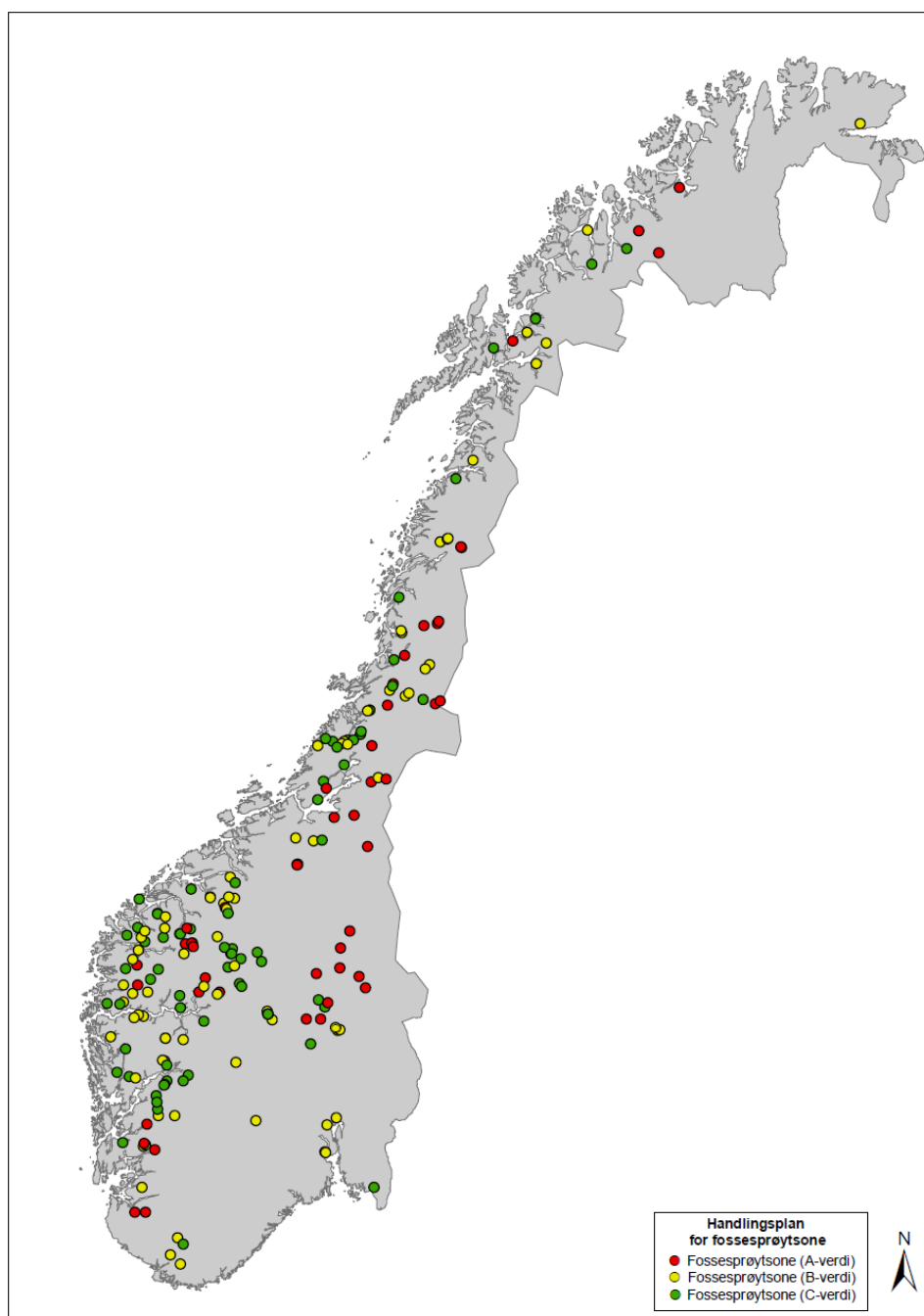
Fosseberg og fosse-enger blir også registrert i forbindelse med andre prosjekter, spesielt gjennom konsekvensutredninger for vannkraftverk. Det foreligger ikke rutiner for å legge slike registreringer inn i Naturbasen, så dataene er noe vanskelig tilgjengelige. 10 fosseberg og fosse-enger registrert av Rådgivende Biologer AS, i forbindelse med ulike konsekvensutredninger, er tatt med i datagrunnlaget.

Tabell 2. Fylkesvis oversikt over kartlagte forekomster av fosseberg og fosse-enger, samt oversikt over antall vernede lokaliteter (data fra Naturbase, lokalitetsbasen for skogområder og diverse konsekvensutredninger pr. oktober 2011).

Fylke	Antall kartlagte fossesprøytoner				I verneområder		I verna vassdrag	
	A-verdi	B-verdi	C-verdi	Totalt	Antall	Andel %	Antall	Andel %
Hedmark	5	4		9			3	33
Sogn og Fjordane	8	15	10	33	5	15	14	32
Finnmark		2		2			2	100
Akershus		2		2	1	50	2	100
Hordaland	1	8	12	21			13	62
Nordland	5	7	5	17			5	29
Rogaland	4	3	1	8	1	13	1	13
Troms	4	2	5	11			6	60
Nord-Trøndelag	9	11	11	31	1	3	15	49
Vest-Agder		3	1	4			3	75
Østfold			1	1				
Buskerud		1		1				
Møre og Romsdal	2	10	11	23	3	13	6	26
Oppland	3	6	15	24	8	33	8	33
Sør-Trøndelag	4	4	3	11			7	63
Vestfold		1	1	2				
Telemark		1		1				
Total	45	80	76	201	19	9	85	42

Av de 201 lokalitetene er altså 174 lokaliteter hentet fra Naturbasen, 17 lokaliteter fra lokalitetsbasen for skogområder og 10 lokaliteter fra konsekvensutredninger utarbeidet av Rådgivende Biologer AS. 45 lokaliteter er gitt A-verdi (svært viktig), 80 har fått B-verdi (viktig) og 76 er vurdert til C-verdi (lokalt viktig), se **tabell 2**. Av disse er 19 lokaliteter i verna områder og 85 lokaliteter er i verna vassdrag (**tabell 2**).

Sogn og Fjordane, Nord-Trøndelag, Møre og Romsdal, Oppland og Hordaland er fylkene med flest registrerte fosseberg og/eller fosse-enger. Nord-Trøndelag og Sogn og Fjordane har også flest antall lokaliteter med A-verdi (**tabell 2**). Tabellen viser også fordelingen av fosseberg og/eller fosse-enger på verna vassdrag og i verneområder (mer om dette under iverksatte tiltak).



Figur 19. Utbredelsen av kartlagte forekomster av fosseberg og fosse-enger i Norge og eller mosaikker av disse (data fra Naturbase, lokalitetsbase for skogområder og diverse konsekvensutredninger av Rådgivende Biologer AS pr. oktober 2011).

FOSSERØYKINFLUERT FASTMARKSSKOGSMARK I NORGE

I lokalitetsbasen for skogområder (<http://borchbio.no/narin>) foreligger det pr. oktober 2011 registreringer av 19 områder med fosserøykinfluert fastmarksskogsmark (**figur 20**), klassifisert som enten kystgranskog, boreal regnskog eller i enkelte tilfeller gammel løvskog. Disse lokalitetene er ofte avgrenset som naturtyper eller kjerneområder i en bekkekløft. Fossøykinfluert fastmarksskogsmark er ikke en naturtype etter DN-håndbok 13 og har ikke blitt kartlagt gjennom den kommunale naturtypekartleggingen. Enkelte lokaliteter kan likevel ”skjule” seg under naturtypen kystgranskog som det pr. oktober 2011 er registrert 298 lokaliteter av i Naturbasen. Til dette datagrunnlaget knyttes det derfor relativt stor usikkerhet. Som oversikten i **tabell 3** viser, er Oppland det fylket med flest registrerte lokaliteter av fosserøykinfluert fastmarksskogsmark. Alle lokalitetene er vurdert som svært viktige (A-verdi). Det må presiseres her at det finnes flere områder med fosserøykinfluert fastmarksskogsmark som foreløpig ikke er tilgjengelige i lokalitetsbasen for skogområder (<http://borchbio.no/narin>). Det gjelder for eksempel en i Vevelstad, to i Rana, to i Grane, samt flere i både Lierne og Grong (Geir Gaarder, pers. medd.).

Utbredelsen av fosserøykinfluert fastmarksskogsmark slik den er presentert i **figur 20** er derfor ikke helt dekkende. Basert på opplysningene fra Geir Gaarder og utbredelseskartet i **figur 20**, er fosserøykinfluert fastmarksskogsmark konsentrert til Østlandet og til Trøndelag, mens naturtypen foreløpig bare har to registreringer på Vestlandet og ingen på Sørlandet. Det finnes også enkelte registreringer i Nord-Norge. Mest sannsynlig er den mer utbredt i Norge enn det **figur 20** indikerer. For å avklare dette er det, som presisert tidligere, viktig at trinndelingen i tilstandskoklinen ”luftfuktighet” defineres bedre.

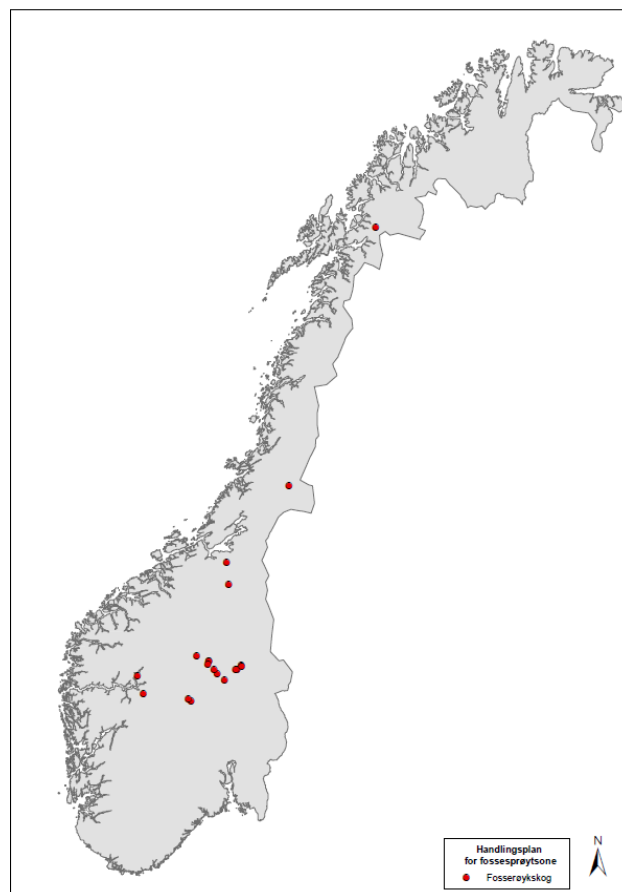
Tabell 3. Fylkesvis oversikt over kartlagte lokaliteter med fosserøykinfluert fastmarksskogsmark (data fra NaRIN-basen okt. 2011).

Fylke	Fossøykinfluert fastmarksskogsmark (alle A-verdi)	Antall i verna vassdrag og andel	
Hedmark	4	3	75 %
Sogn og Fjordane	2	0	0 %
Troms	1	1	100 %
Nord-Trøndelag	1	1	100 %
Oppland	10	1	10 %
Sør-Trøndelag	1	0	0 %
Total	19	6	32 %

UTVIKLING

Det er trolig et betydelig høyt antall fossesprøytsoner som ikke er kartlagt i Norge. For å få en indikasjon på dette, kan NVE sin kartlegging av potensialet for små vannkraftverk i Norge (Jensen 2004) gi nyttig bakgrunnsinformasjon. Dette fordi fallet i en elv, og dermed potensialet for fosser, er av avgjørende betydning for små vannkraftverk. En geografisk oversikt over potensialet for små vannkraftverk er gitt i (**figur 21**). Disse er beregnet ved å vurdere nedbørfelt og fall, men mange er tatt bort på grunn av kostnader. I det offisielle potensialet ble prosjekter med utbyggingskostnad inntil 3 kr/kWh benyttet, men i kartleggingen ble *potensialet* mellom 3 og 5 kr/kWh også presentert. I tillegg er det et potensial fra prosjekter som er kartlagt gjennom Samlet plan for vassdrag. I oversikten er de med maksimal effekt på mer enn 10 MW tatt bort (Seming Skau, NVE, pers. medd.). Vernede områder (vassdragsvern og områder vernet etter naturmangfoldloven) er heller ikke med i beregningene. Sett i forhold til kartene i **figur 19** og **figur 20**, indikerer oversikten i **figur 21** at det gjenstår et betydelig antall fossesprøytsoner å kartlegge i Norge. Et nøyaktig estimat på dette antallet har det, p.g.a. usikkerhetene nevnt ovenfor, ikke vært mulig å gi.

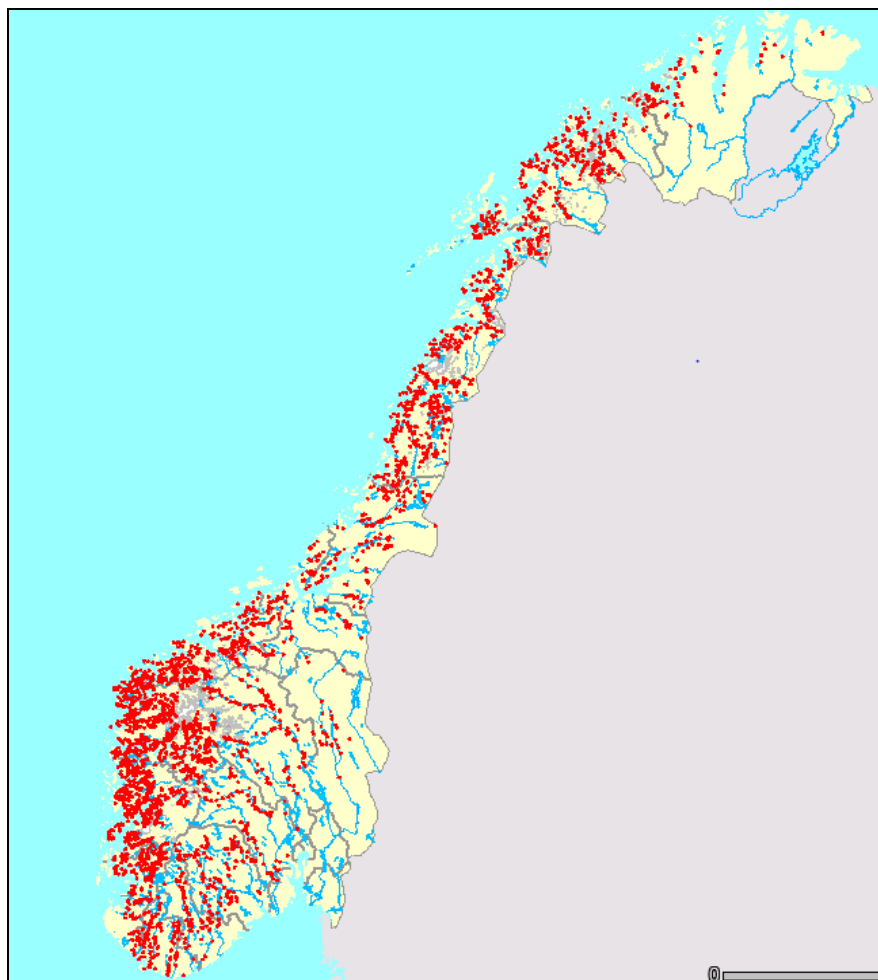
Figur 20. Utbredelsen av kartlagte lokaliteter av fosserøykinfluert fastmarksskogsmark i Norge (data fra NaRIN-basen okt. 2011).



Derimot kan vi få et mer nøyaktig bilde av situasjonen ved å inkludere registreringene av vannelementer, som består av både fosser, stryk, meandere, deltaer osv., i Sør-Trøndelag fylke og som er tilgjengelige på www.gislink.no. Dette er et omfattende arbeid som ble utført av Jan Habberstad, daværende vassdragsforvalter hos Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, i tidsrommet 2001-2006. Datasettet inkluderer 549 registrerte fosser. Arbeidet med å registrere vannelementer i Sør-Trøndelag, ble gjort parallelt med at NVE foretok en nasjonal ressurskartlegging som ble ferdigstilt i 2004. NVE sin ressurskartlegging var en ren digital kartlegging som ved hjelp av bl.a. terrengmodell og elvenett identifiserte alle fall med helning over en definert verdi, og dermed kunne vurdere potensialet for små kraftverk. Registreringen av vannelementer i Sør-Trøndelag ble gjort manuelt, det vil si ved å gjennomgå papirkart og å kartlegge i felt. I **figur 22** vises fossene kartlagt av Fylkesmannen i Sør-Trøndelag sammen med de kartlagte fossesprøytsone fra Naturbase. Som det framgår av kartet er det et stort potensial for ytterligere funn av fossesprøytsoner i Sør-Trøndelag. Av de 549 registrerte fossene i fylket, er det kun registrert 12 fossesprøytsoner i Naturbasen.

Når det gjelder utvikling over tid, er det vanskelig å gi en vurdering av fossesprøytsoner i Norge. På den ene siden vil redusert vannføring, tilstandssøkoklin vassdragsregulering (VR), føre til endret floristisk sammensetning og på sikt ulik grad av gjengroing. En annen tilstandssøkoklin, klimaendringer (KL), med mer nedbør, vil muligens på sikt gi flere og større fossesprøytsoner. Dette er diskutert nærmere i rapporten i kapittelet om endringer og påvirkningsfaktorer.

Figur 21. Potensialet for små vannkraftverk i Norge (kilde: http://arcus.nve.no/websites/potensial_smaakrv/viwer.htm)



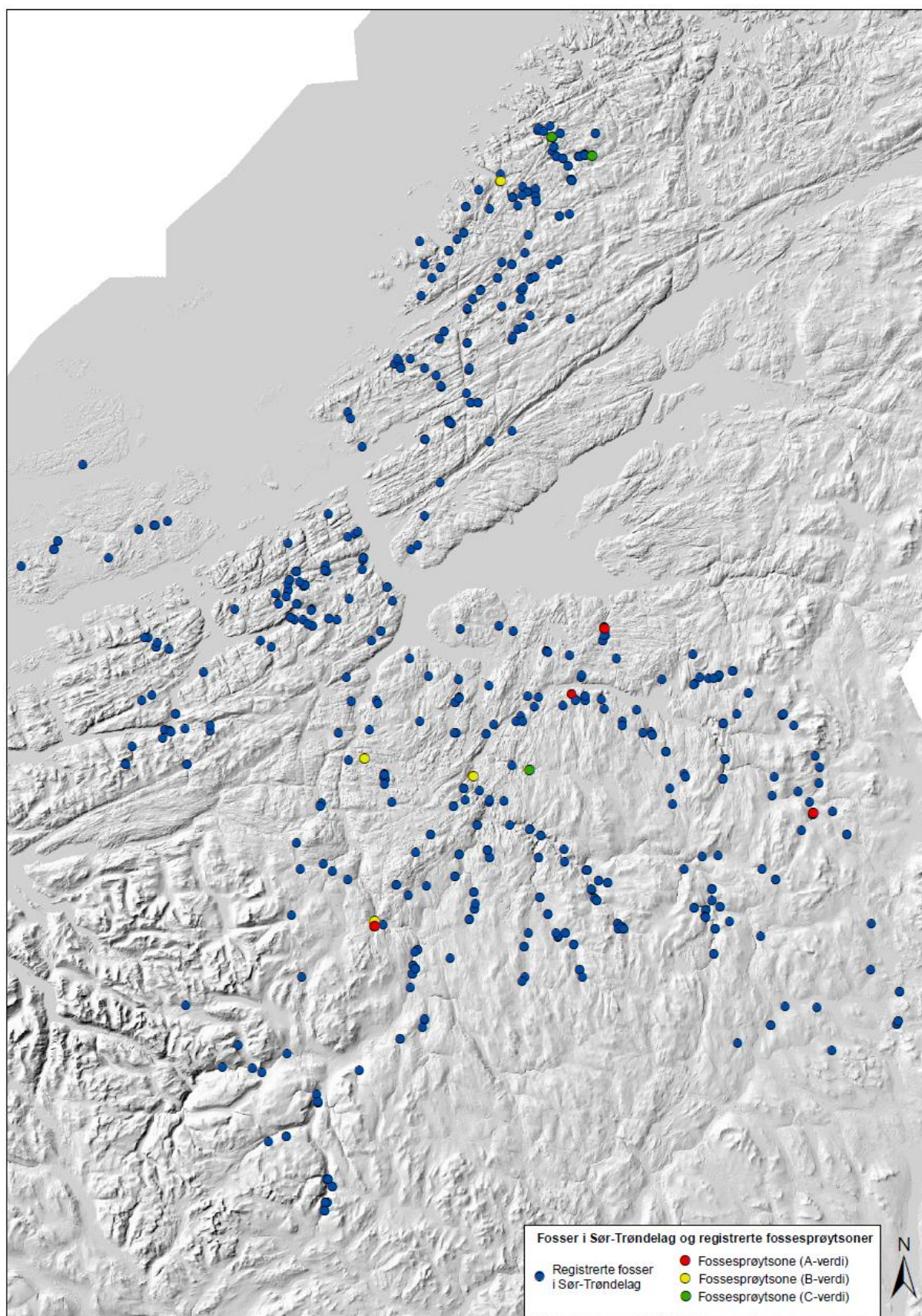
FOSESSEPRØYTSONER I EUROPA

I de forskjellige utformingene av fossesprøytsoner er både terrestriske og akvatiske forhold viktige faktorer som er med på å klassifisere naturtypen. I europeisk sammenheng er EUNIS, Natura 2000 og Emerald Network de mest aktuelle systemene for klassifisering av naturtyper på land, mens EUs rammedirektiv for vann klassifiserer vannforekomster.

EUS RAMMEDIREKTIV FOR VANN

EUs Rammedirektiv for Vann trådte i kraft den 22. desember 2000, og angir et rammeverk for beskyttelse av alle vannforekomster. Direktivet har som overordnet målsetting at alle naturlige vannforekomster skal oppnå minst "God Økologisk Status" (GØS). For de vannforekomstene der det viser seg at en ikke allerede har minst "god økologisk status", skal det utarbeides tiltaksplaner innen 2015 med gjennomføring av tiltak innen 2021.

Ved karakteriseringen i forbindelse med EUs vanndirektiv skal vannforekomstenes økologiske status anslås basert på en samlet vurdering av både fysisk tilstand (topografi og hydrologi), kjemisk tilstand (vannkvalitet) og biologisk tilstand. EUs vanndirektiv inkluderer i større grad vurdering av biologiske forhold enn SFT sin tidligere vannkvalitetsbaserte system, men i utgangspunktet tar ikke vanndirektivet hensyn til tilstøtende naturtyper på land. Fosser omtales ikke i vanndirektivssammenheng annet enn der etablering av fall i vassdrag i forbindelse med fysiske inngrep kan skape nye vandringshinder for fiskens frie gang i vassdragene. Store fosser i større vassdrag kan også utgjøre naturlige skillelinjer i arbeidet med oppdeling og avgrensinger mellom ulike vannforekomster. Fossesprøytsoner omtales altså ikke spesielt i rammedirektivet for vann.



Figur 22. Registrerte fosser og fossesprøytsoner i Sør-Trøndelag (www.gislink.no og Naturbasen).

EUNIS

EUNIS (European Nature Information System) er det største systemet for klassifisering av arter og habitater i Europa og EUNIS-data samles inn og tilrettelegges av EEA (The European Environment Agency) i en nettbasert database (<http://eunis.eea.europa.eu/>). EUNIS data danner grunnlag for utvelgelsen av Natura 2000 og Emerald network-områder. EUNIS ble opprettet i 1993 og det teoretiske grunnlaget for inndelingen av habitater ble sist oppdatert av Davies mfl. (2004). EUNIS-systemet er et hierarkisk system i likhet med NIN-systemet.

Fossesprøytsoner er ikke definert som en egen naturtype eller habitat i EUNIS, men hører inn under habitatet *Inland spray- and steam dependent habitats* (C3.8 i Davies mfl. 2004), definert som ”*Spray-washed margins of pools below waterfalls. Steamy margins of geysirs and hot springs.*” Fossesprøytsoner er altså ikke en egen enhet i EUNIS fordi den også omfatter både geysirer og varme kilder.

NATURA 2000 OG EMERALD NETWORK

Det finnes to nettverkssystemer for å ivareta arter og naturtyper/habitater i Europa: Natura 2000 og Emerald Network. Natura 2000 kommer fra EU sitt habitat- og fugledirektiv fra henholdsvis 1992 og 1979. Parallelt med dette ble et tilsvarende nettverk under Bern-konvensjonen, kalt ”Emerald Network”, etablert i 1996. Begge nettverkene bygger på de samme forutsetningene. Norge har forpliktet seg til å delta og å komme med bidrag til Emerald Network. Norsk natur er ikke spesielt godt representert i Emerald Network, men er noe bedre representert i Natura 2000, der Sverige og Finland har bidratt med habitater og arter (Direktoratet for naturforvaltning 2007b). Fremstad (2002) har sammenlignet naturtypene/habitatene i Natura 2000 med de i Norge. Fossesprøytsoner er ikke et truet habitat i Natura 2000, men kan inngå som del av habitatet 3210 *Elver i Fennoskandia*.

Direktoratet for naturforvaltning (2007b) vurderer, i et pilotprosjekt om Emerald Network i Norge, at 5 naturtyper fra Norge er spesielle i europeisk sammenheng, deriblant fossesprøytsoner og kystgranskog. Fossesprøytsoner må i følge Direktoratet for naturforvaltning (2007b) sees i forhold til størrelse og oseanisk påvirkning for å vurderes om de er relevante i europeisk sammenheng. I følge Direktoratet for naturforvaltning (2007b), anbefales det å avvente den nye naturtypeinndelingen (NiN) til Artsdatabanken før man avgjør om blant andre fossesprøytsoner skal meldes inn til Emerald Network. I pilotprosjektet er det kun kystgranskog (sammen med fjorder med naturlig lavt oksygeninnhold i bunnvannet og spesielt dype fjordområder) som anbefales å melde inn som konkrete bidrag fra Norge. Kystgranskog er i dette pilotprosjektet definert som den vestlige taigaens utløper mot Atlanterhavet, altså den boreale regnskogen i Midt-Norge. Fosserøykinfluert fastmarksskogsmark, eller andre naturtyper som kan gå under denne betegnelsen, nevnes ikke.

FOSESPRØYTSONER – EN NORSK NATURTYPE?

Fossesprøytsoner inngår ikke i Natura 2000 eller Emerald Network, men er definert på et mer generelt nivå i EUNIS. I Norge derimot, er fossesprøytsoner et meget viktig naturelement og her finnes det flere metoder å klassifisere fossesprøytsoner på. Det er derfor grunn til å anta at naturtypen har sitt tyngdepunkt i Norge. Å estimere eksakt hvor stor andel Norge har av denne naturtypen i Europa er derimot vanskelig, men basert på vurderingene ovenfor, har Norge trolig et ansvar for å ivareta fossesprøytsoner i Europa. Dette bør imidlertid dokumenteres bedre.

ÅRSAKER TIL ENDRING OG PÅVIRKNINGSFAKTORER

Generelt har mange av vassdragsutbyggingene i Norge ført til at fosseberg og fosse-enger har endret karakter og at flere delvis er gjengrodd. Dette støttes også av at fossesprøytsoner, da som fosse-enger, ble regnet som en "noe truet" (VU) vegetasjonstype (Fremstad & Alm 2001). På bakgrunn av at fosseberg og fosse-eng normalt finnes sammen i mosaikk, og påvirkes av de samme endrings- og påvirkningsfaktorene, ble de vurdert samlet i oversikten over rødlista naturtyper (Lindgaard & Henriksen 2011), der de ble vurdert samlet som en "nær truet" (NT) naturtype (Erikstad & Bakkestuen 2011). I vurderingen av årsaker til tilbakegang og påvirkningsfaktorer, benytter vi her NiN-systemet samt noe informasjon hentet fra Lindgaard & Henriksen (2011). Vi bruker derfor ikke termen "trusselfaktor", men "påvirkningsfaktor" i NiN ("menneskelige aktivitet som direkte eller indirekte resulterer i tilstandsvariasjon"). Påvirkningsfaktorer i NiN-systemet kalles tilstandssøkolinier eller "tilstandsvariasjon" og nedenfor vurderer vi de vi antar er viktigst først. Til slutt nevnes også enkelte indirekte tilstandsvariasjoner. Truslene mot naturtypen er først og fremst knyttet til endring i tilstand fremfor reduksjon i areal. I følge NiN defineres tilstand slik:

"Tidsavgrenset utforming av en type natur; ledd i en utvikling (suksesjon) som pågår over en periode som er lengre enn 6 år (jf. grunnversjonen av naturtypeinndelingen på natursystem-nivå; se også kortfase); typiske tilstander er suksesjonstrinn etter naturlig eller menneskeskapt forstyrrelse".

Variasjonene i påvirkningsfaktorene er vist med trinndelingene i tilstandssøkolinene. Vi vurderer vassdragsregulering (VR) som den største påvirkningsfaktoren som gjelder alle fossesprøytsoner og skogsbestandsavgang (BA) som den viktigste som bare gjelder fosserøykinfluert fastmarksskogsmark.

VASSDRAGSREGULERING

I Artsportalen, rødliste for naturtyper (www.artsdatabanken.no), nevnes at utbygginger av fosser har redusert arealet på fosseberg og fosse-eng i Norge. Flomsyklusene har også blitt endret. Det påpekes også at restvannføringen har ført til at naturtypen ikke har forsvunnet helt, men har endret tilstand. Her vil vi også påpeke at både krav til minstevannføring, hvor mye vann som utnyttes til kraftverket i forhold til normal vannføring, og det faktum at alt vannet går som normalt i elven/fossen når vannføringen er mindre enn kraftverkets minste slukeevne, også er av betydning for å vurdere naturtypens tilstand. Mye informasjon om tilstand i Norske elver finnes i innsynløsningen Vann-Nett (<http://vann-nett.nve.no/saksbehandler/>). Uansett, det er altså vassdragsreguleringer som medfører redusert vannføring (også kalt vannmengde i Artsportalen – med Rødlista) som er den viktigste påvirkningsfaktoren (definert nedenfor) for fossesprøytsoner. Trinndelingen i tilstandssøkolinene vassdragsregulering (VR) i NiN er vist i **tabell 4**.

Tabell 4. Trinndeling av tilstandssøkolinene vassdragsregulering (VR). TI er tilstandsindeks der 0 er uregulert vannforekomst og 1 er ekstremtilstanden.

Trinn	Begrep	Økosystem - kriterium	TI
5	Gjennomgripende reguleringseffekt	Regulert vannforekomst som mangler organismer typisk for uregulerte vannforekomster	= 1
4	Sterk reguleringseffekt	Regulert vannforekomst som inneholder organismer som er typisk for uregulerte vannforekomster; artssammensetningen er mer lik ekstremtilstanden enn nulltilstanden	0,5-1
3	Moderat reguleringseffekt	Regulert vannforekomst som inneholder organismer som er typisk for uregulerte vannforekomster; artssammensetningen avviker betydelig fra nulltilstanden men er mer lik nulltilstanden enn ekstremtilstanden	0,25-0,5
2	Svak reguleringseffekt	Regulert vannforekomst som inneholder organismer som er typisk for uregulerte vannforekomster; artssammensetningen avviker bare svakt fra nulltilstanden	0-0,25
1	Uregulert vannforekomst	Vannforekomst med intakt hydrologi	0

Vassdragsreguleringer generelt gjelder både for innsjøer og for elver. De viktigste vassdragsreguleringer knyttet til elver er som nevnt redusert vannføring i forbindelse med utbygging av vannkraftverk, men andre påvirkninger som for eksempel overføringer av vann i elver i forbindelse med drikkevann og redusert vannføring i forbindelse med behovet for vann i for eksempel settefiskanlegg, er også viktige. Trinndelingen i tilstandskoklinen vassdragsregulering (VR) er gitt i **tabell 4** og bygger delvis på EUs Vannrammedirektiv (VRD), se også Finstad mfl. (2007) og Solheim mfl. (2004). Her legges det bl.a. ned mye arbeid med å skille mellom sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF) og andre vannforekomster.

Problemet med trinndelingen i **tabell 4** er imidlertid at den regionale variasjonen i artssammensetningen i fossesprøytoner i Norge er lite kjent (jf. Halvorsen mfl. 2009b) noe som gjør det pr. i dag vanskelig å vurdere tilstandskoklinens trinn 2 til 5 (**tabell 4**). Gode undersøkelser før utbygging, som den i Aurlandsvassdraget (Vevle 1970), etterfulgt av detaljerte undersøkelser etter at kraftverket har vært i drift (Odland mfl. 1991), er derfor viktige. Noen generelle betraktninger kan likevel være nyttige å ha med i vurderingen av denne trinndelingen. For eksempel kan nevnes at eldre og store vannkraftutbygginger ikke hadde krav til minstevannføring, mens nye konsesjoner stiller krav til dette. Minstevannføring er diskutert mer detaljert i kapittelet om avbøtende tiltak nedenfor. Her vil vi presisere at en forståelse av vannføringen i fossen/elva før og etter tiltak er av avgjørende betydning. Utarbeidelse av varighetskurver som vist i **figur 23**, gir en god oversikt over endringer i vannføring før og etter tiltak. En oversikt over virkningene på vannkantvegetasjon i forbindelse med vannføringsendringer, er gitt av Odland (2006).

Figur 23. Varighetskurve før (blått) og etter (rødt) for et planlagt småkraftverk i m³/s og prosent av tiden.



SKOGBESTANDSAVGANG (HOGST)

Når det gjelder fosserøykinfluert fastmarksskogsmark, tyder undersøkelsene til Løvdal mfl. (2002) på at skogbruk, både som gjennomhogster og flatehogster, er den dominerende påvirkningsfaktoren mot skogtilknyttede arter i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark. Skogsbestandsavgang ble også angitt som den største negative påvirkningsfaktoren for kystgranskoger (Gaarder mfl. 1998). Også for fossesprøytoner og elvebredder har skogrydding negativ virkning (Patino mfl. 2010). For fosserøykinfluert fastmarksskogsmark er tilstandskoklinen skogsbestandsavgang (BA) derfor en viktig negativ påvirkningsfaktor og er vurdert som noe viktigere enn vassdragsregulering. For fosseberg og fosse-enger derimot, er vassdragsregulering viktigst. Skogsbestandsavgang kan forårsakes av hogst og av mer eller mindre naturlige prosesser som brann, soppangrep, stormfelling, snøskred eller liknende. Til sammen er det i NiN-systemet oppgitt 13 enkeltvariabler som kan føre til bestandsavgang. De mest relevante i denne sammenhengen er skjermstillingshogst, frøtrestillingshogst, stor gruppehogst, flatehogst og flatehogst med heltreuttak, først og fremst fordi dette fjerner substratet til artene i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark. Indirekte vil skogsbestandsavgang nær fossesprøytoner også føre til uttørkning, noe som bl.a. kan påvirke små og undertrykte trær som ikke felles.

GJENGROINGSTILSTAND

Tilstandssøkoklinen gjengroingstilstand (GG) gjelder først og fremst variasjon på mark som tidligere er utnyttet til jordbruksformål etter at bruken har opphørt eller har blitt sterkt redusert. Gjengroing er likevel aktuelt i denne sammenheng som en indirekte effekt av vassdragsregulering. Den er også aktuell å bruke i fosse-enger som tidligere har vært beitet og slått.

SLITASJE OG SLITASJEBETINGET EROSJON

Beite og slått har vært foreslått som en metode for å holde fosse-engene åpne dersom fosse-enger gror igjen etter redusert vannføring (Meyer 1984). Dette gjør at trær og busker hindres i å etablere seg samtidig som feltsjiktet holdes lavt, noe som igjen gir godt med lys til markoverflaten. Dette er imidlertid et tiltak som kan medføre tråkkslitasje og som igjen vil virke negativt på fossesprøytsonen. Det har også vært rapportert ras (**figur 24**) og snøskred i fossesprøytsoner. Trinndelingen i tilstandssøkoklinen slitasje og slitasjebetinget erosjon (SE) kan derfor benyttes i slike tilfeller. Som en kuriositet kan nevnes at slitasje i fossesprøytsoner etter turisme også kan forekomme. Flere kjente fossesprøytsoner, for eksempel Mardalsfossen i Nesset, Låtefoss i Odda og Skjervfossen i Granvin, er enten tilrettelagt for turisme eller er lett tilgjengelige for turisme.



Figur 24. Jordras i en fossesprøytsone i Bomstadelva i Balsfjord.

Foto: Per G. Ihlen.

KLIMAENDRING

Klimaendring (KL) er den tilstandssøkoklinen som er mest problematisk med vurdering av påvirkningsfaktorer på fossesprøytsoner i Norge og det er derfor vanskelig å vurdere hvilket trinn som skal legges til grunn. Dette fordi vi ikke har kunnskap om hvilke virkningene klimaendringer har på de biologiske og økologiske forholdene i fossesprøytsoner. Siden dette er en så viktig påvirkning, men også med meget store usikkerhetsmomenter av virkningene på fossesprøytsoner, vurderer vi det som nødvendig å oppsummere de viktigste resultatene (Hansen-Bauer mfl. 2009), som er relevante for fossesprøytsoner, fra nyere forskning om regionale klimaframskrivninger i Norge.

LUFTTEMPERATUR OG VEKSTSESONG

- Det blir varmere i alle landsdeler og for alle årstider.
- Årsmiddeltemperaturen i Norge anslås å øke med 2,3 til 4,6 °C innen 2100. Beregningene gir størst temperaturøkning i vinterhalvåret, og minst om sommeren.
- Årsmiddeltemperaturen anslås å øke mest i Finnmark, der beregningene gir en økning på 3,0 til 5,4 °C. På Vestlandet er tilsvarende tall 1,9 og 4,2 °C.
- Vekstsesongen blir betydelig lengre. Det beregnes en økning på 1–2 måneder over store deler av landet, og på 2–3 måneder i en del områder, fram mot 2100.

NEDBØR

- Det blir mer nedbør i hele landet. I gjennomsnitt beregnes årsnedbøren å øke med 5 til 30 prosent mot slutten av århundret.
- Vinternedbøren kan øke med over 40 prosent i deler av Øst-, Sør- og Vestlandet mot slutten av århundret.
- Sommernedbøren på Sør- og Østlandet anslås å avta mot slutten av århundret.
- Det blir flere dager med mye nedbør, og gjennomsnittlig nedbørmengde for disse dagene blir høyere i hele Norge og for alle årstider, selv om det lokalt kan være perioder med redusert nedbør.

AVRENNING

- For Norge sett under ett beregnes det en økning i årsavrenning. Det forventes økt avrenning i vinterhalvåret og om høsten, og redusert avrenning om sommeren. I brere regionen beregnes økt avrenning også om sommeren. Årsavrenning og nedbørendringer henger sammen, men økt temperatur vil også påvirke avrenningen.

SNØ

- Snøsesongen blir kortere i hele landet. Reduksjonen blir størst i lavlandet, hvor 2–3 måneders reduksjon beregnes mot slutten av århundret.
- Gjennomsnittlig maksimal snødybde kan øke i høyfjellet og i områder i indre Finnmark fram mot midten av århundret. I andre områder avtar den.
- Fram mot slutten av århundret antas den å avta overalt.

FLOM OG TØRKE

- Generelt forventes størrelsen på regnflommer å øke, mens smeltevannsflommer avtar på sikt
- Høyere temperatur fører til at flomtidspunktet forskyver seg mot tidligere vårflom, samtidig som faren for flommer sent på høsten og om vinteren øker.
- Større regnflommer kan skape problemer i små, bratte felt, og i urbane områder.
- Det beregnes små endringer i markvannsunderskudd på kort sikt, men betydelig økning i underskuddet mot slutten av århundret. Økt markvannsunderskudd om sommeren kan gi alvorlige sommertørker.

(Framskrivninger av flom er meget usikre, og det er store lokale variasjoner.)

Vi har foreløpig ikke kommet over litteratur som beskriver klimaendringer som påvirkningsfaktor for fossesprøytoner, men med de dels store endringene som forventes i forhold til dagens situasjon ("varmere, våtere og villere"), er det åpenbart at tilstandssøkkelinen klimaendring er viktig. Trinndelingen her baserer seg på endringer i artssammensetning i forhold til klimaendringer. Kunnskapen om de økologiske virkningene klimaendringene har på artssammensetningen i fossesprøytoner er svært komplekse og i tillegg kan det tenkes at det med klimaendringer, og dermed med mer nedbør, på sikt vil gi flere fossesprøytoner. Store regionale forskjeller kan også forventes. Forskning på de økologiske virkningene av klimaendringer på fossesprøytoner vil derfor være viktig.

DEL 2: JURIDISK, ADMINISTRATIV OG ØKONOMISK VURDERING

I dette framlegget er det foreslått tre hovedtyper av fossesprøytoner: fosseberg, fosse-eng og fosserøykinfluert fastmarksskogsmark. Kartleggingen av fossesprøytoner i Norge er mangelfull, men viser likevel at fosseberg og fosse-enger har et tyngdepunkt på Vestlandet, i Midt-Norge og i Nord-Norge, mens fosserøykinfluert fastmarksskogsmark for det meste finnes på Østlandet og i Trøndelag. Den viktigste negative påvirkningsfaktoren for fosseberg og fosse-eng er vassdragsregulering, mens skogsbestandsavgang er den viktigste for fosserøykinfluert fastmarksskogsmark.

PROSESS OG SAKSGANG

Rådgivende Biologer AS har, på oppdrag fra Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, utarbeidet et framlegg til faggrunnlag for naturtypen fossesprøytoner i Norge. Prosjektet ble påbegynt i mars 2011. Underveis i arbeidet har det vært tett kontakt med Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, med Direktoratet for naturforvaltning og med en rekke andre fageksperter. Ved ferdigstillelse av dette faggrunnlaget, er det gått ca. 1 år, og faggrunnlaget har blitt tilrettelagt etter ny mal to ganger. Etter endelig leveranse til Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, skal faggrunnlaget sendes på høring før DN skal vurdere om naturtypen bør være utvalgt etter naturmangfoldlovens kap. VI, og eventuelt om det skal vedtas handlingsplan med retningslinjer og veiledning om forvaltning, skjøtsel og andre tiltak for naturtypen.

På bakgrunn av de viktigste påvirkningsfaktorene, diskuteres her allerede iverksatte tiltak og ulike juridiske virkemidler. Vi har lagt særlig vekt på de ulike kriteriene i naturmangfoldloven § 52 og diskutert disse i forhold til framlegget til presentert faggrunnlag. Vi vil presisere at vi kun har utarbeidet et framlegg til faggrunnlag for at forvaltningsmyndighetene skal ha et beslutningsgrunnlag og et faggrunnlag for videre arbeid med naturtypen.

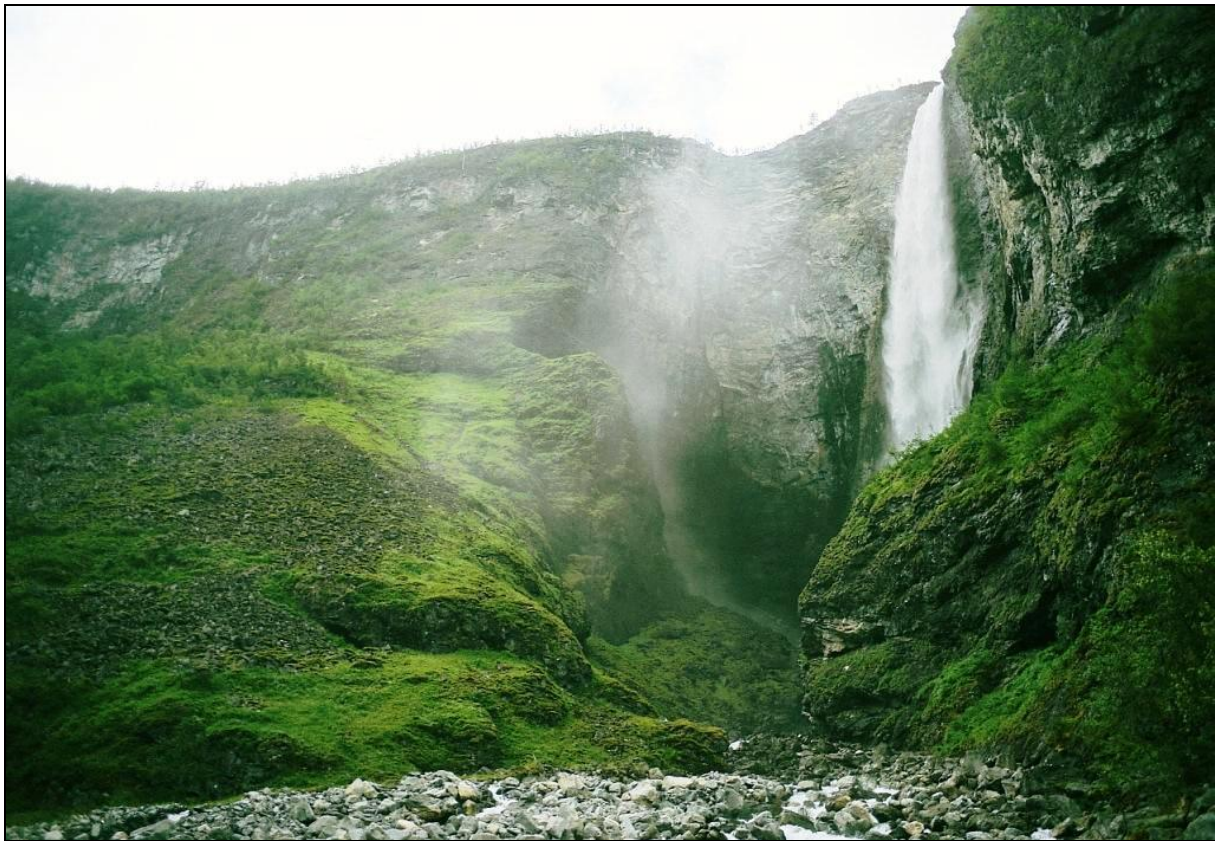
IVERKSATTE TILTAK

NATURTYPEKARTLEGGING

I 1999 ble kommunene i Norge forpliktet til å kartlegge sitt biologiske mangfold, og siden den gang har fossesprøytoner blitt kartlagt som naturtype etter DN's håndbok 13. Flere kommuner har pr. 2011 gjennomført, eller er i gang med, supplerende naturtypekartlegging. Fossesprøytoner er også registrert gjennom andre kartleggingsprosjekter, for eksempel i forbindelse med registreringene av fossesprøytoner i Nord-Trøndelag og Sør-Trøndelag (Hassel & Holien 2005, 2006, 2007, 2008) og bekkekløfter i Norge, sammenfattet i Evju mfl. (2011b). Mange fossesprøytoner er også kartlagt i forbindelse med ulike konsekvensutredninger om vannkraftutbygginger. Mer informasjon om dette er gitt under avsnittet om utbredelse. Til tross for dette, er kartleggingen av fossesprøytoner i Norge fremdeles mangelfull, noe som også er påpekt av Gaarder mfl. (2007).

VERN

I perioden 1973 til 1993 ble 341 vassdrag i Norge verna gjennom "Samla plan-vedtak" i Stortinget. Flere store fosser med tilhørende fossesprøytoner inngår i de verna vassdragene. Av de 201 lokalitetene med fossesprøytoner som utgjør datagrunnlaget for dette framlegget til faggrunnlaget (**tabell 2**), inngår 85 (ca. 42 %) av disse i verna vassdrag. Vern av vassdrag er først og fremst et vern mot kraftutbygging og kan ikke oppfattes som et områdevern på lik linje med vern etter naturmangfoldloven. Det klassiske områdevernet i Norge har i liten grad omfattet fosser og fossesprøytoner. Et av unntakene er Vettisfossen (**figur 25**) i Årdal kommune som ble fredet allerede i 1924, da etter naturfredningsloven. Vettisfossen inngår i dag i Utladalen landskapsvernområde og i det verna Utladalsvassdraget. Av de registrerte fossesprøytonene inngår kun 9 % (**tabell 2**) i eksisterende naturvernområder, og for det meste i landskapsvernområder.



Figur 25. Vettisfossen i Utladalen landskapsvernområde. Mosaikk av fosseberg og fosse-eng. Foto: Arild Lindgaard.

JURIDISKE OG ØKONOMISKE VIRKEMIDLER

NATURMANGFOLDLOVEN

Bærekraftig bruk (NML Kap. II)

I naturmangfoldovens kapittel II om alminnelige bestemmelser om bærekraftig bruk, står det i § 8: ”Offentlige beslutninger som berører naturmangfoldet skal så langt det er rimelig bygge på vitenskapelig kunnskap om arters bestandssituasjon, naturtypers utbredelse og økologiske tilstand, samt effekten av påvirkninger”. Andre viktige paragrafer er føre-var prinsippet (§9), økosystemtilnærming (§10) og miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder (§12). I tillegg står det i § 11 at kostnadene ved miljøforringelse skal bæres av tiltakshaver. Det ligger altså en del generelle føringer i naturmangfoldloven som skal ligge til grunn for alle tiltak som berører naturens mangfold.

Områdevern (§§ 36 og 37)

Fossesprøytsone er en av naturtypene som fremheves som svært mangelfullt dekket i den naturfaglige evalueringen av norske verneområder (Framstad mfl. 2010). I følge Framstad mfl. (2010) er det et stort udekket vernebehov fra Rogaland til Finnmark, samt i noen Østlandsfylker, og kjerneområdet på Vestlandet vurderes som særlig viktig å sikre. I et eget faktaark for naturtypen (av J. B. Jordal i Blindheim mfl. 2011) oppsummeres vernebehovet slik:

”Naturtypen og dens utforminger er delvis fanget opp av vernet, men det anbefales vern av en større andel av høyt verdisatte lokaliteter (A verdi) i kjerneområdene på Vestlandet. Fra Trøndelag og nordover, og i noen Østlandsfylker er det en særlig dårlig vernedekning som bør rettes opp. Områder med sjeldne og spesialiserte arter (som sunnmørsmarikåpe, grimmoser med mer.), som ofte finnes på få og små lokaliteter og i et lite utbredelsesområde bør prioriteres høyt for vern. Typen bør prioriteres relativt høyt i det videre arbeidet, og bør også ses i sammenheng med bekkekløfter mm”.

Også Evju mfl. (2011b) påpeker, i forbindelse med oppsummeringen av registreringene av bekkekløftene i perioden 2007-2010, at det i det videre arbeidet med vern av bekkekløfter, bl.a. er viktig å fange opp bekkekløfter med særegne naturtyper som for eksempel fosserøykinfluert fastmarksskogsmark og fosse-enger.

I etterkant av kvalitetssikringen av eksisterende lokaliteter og ny kartlegging, bør det gjennomføres en prioritering av lokaliteter som kan vernes etter naturmangfoldlovens §§ 36 og/eller 37. Dette kan i flere tilfeller sees i sammenheng med vern av bekkekløfter i Norge.

Utvalgt naturtype (NML. Kap. VI)

I tillegg til områdevern av spesielt verdifulle lokaliteter, bør naturtypen fossesprøytsone vurderes i henhold til Naturmangfoldlovens kapittel VI om "utvalgte naturtyper". Utvalgte naturtyper er naturtyper som gjennom naturmangfoldloven har fått status som utvalgt fordi de vurderes som viktigere enn andre naturtyper utenfor verneområdene. Disse naturtypene skal behandles likt uavhengig av hvilken samfunnssektor som påvirker naturtypen og det skal legges stor vekt på forekomster av utvalgte naturtyper ved spørsmål om lokalisering av tiltak, utarbeidelse av planer, tiltak eller bruk som berører forekomsten, om det skal tillates inngrep i forekomsten, og ved eventuelle vilkår for planen, tiltaket eller bruken (DN-håndbok 31-2011). For bruk eller tiltak som berører forekomster av utvalgte naturtyper og som ikke krever beslutning, gjelder aktsomhetsplikten i naturmangfoldlovens § 53 første ledd.

Ved avgjørelsen av om en naturtype skal bli utvalgt, skal det jf. § 52 i naturmangfoldloven legges særlig vekt på om:

- a) naturtypen har en utvikling eller tilstand som strider mot målet i § 4,
- b) naturtypen er viktig for en eller flere prioriterte arter,
- c) naturtypen har en vesentlig andel av sin utbredelse i Norge,
- d) det er internasjonale forpliktelser knyttet til naturtypen

I tillegg til det som framgår av loven, kan man ved vurdering av utvelgelse legge vekt på for eksempel forekomster av arter på Norsk rødliste 2010, stor artsrikhet eller om naturtypen har viktige biologiske funksjoner (DN-håndbok 31-2011). For alle utvalgte naturtyper skal det vedtas handlingsplaner med retningslinjer og veiledning om forvaltning, skjøtsel og andre tiltak for naturtypene jf. naturmangfoldlovens § 52 fjerde ledd.

Vi har vurdert hvorvidt fossesprøytsoner som naturtype tilfredsstiller kriteriene for utvelgelse i henhold til Naturmangfoldlovens kapittel VI om Utvalgte naturtyper:

Om naturtypen har en utvikling eller tilstand som strider mot § 4

Naturmangfoldlovens § 4 sier følgende:

"Målet er at mangfoldet av naturtyper ivaretas innenfor deres naturlige utbredelsesområde og med det artsmangfoldet og de økologiske prosessene som kjennetegner den enkelte naturtype. Målet er også at økosystemers funksjoner, struktur og produktivitet ivaretas så langt det anses rimelig."

Vi har vurdert om naturtypen ivaretas innenfor det naturlige utbredelsesområdet ut fra kartlagte lokaliteter, påvirkningsfaktorer og om naturtypen er vurdert som rødlistet. Fosseberg og fosse-enger er i oversikten over rødlista naturtyper i Norge (Lindgaard & Henriksen 2011) vurdert til kategorien "nær truet" (NT). I følge Artsdatabanken er en naturtype nær truet (NT) "når best tilgjengelig informasjon indikerer at minst et av kriteriene 1-4 for nær truet er oppfylt" (tabell 2 i Lindgaard & Henriksen 2011). Kriteriene 1 til 4 gjelder arealreduksjon, få lokaliteter og reduksjon, svært få lokaliteter og tilstandsreduksjon. Videre står det i Lindgaard & Henriksen (2011) at naturtypen ikke tilfredsstiller kriteriene 1 til 4 for CR, EN eller VU, men at den er nær ved å gjøre det for noen av de kriteriene i nær framtid.

Fossesprøytoner har blitt redusert i takt med vannkraftutbyggingen i Norge, og basert på dette, er det spesielt etter 2. verdenskrig at naturtypen har hatt en tilbakegang. Blant annet ligger de fleste store fossefallene på Østlandet, for eksempel Høgfossen, Dokka og Rjukanfossen, trolig innenfor trinn 4 og 5 i tilstandssøkoklinen vassdragsregulering (**tabell 4**). I følge Artsdatabankens oversikt over rødlista naturtyper har fosseberg og fosse-eng blitt redusert i areal, men på grunn av restvannføringen, så har den bare endret tilstand. Påvirkningsfaktoren mot naturtypen er derfor først og fremst knyttet til tilstandsending fremfor reduksjon i areal (se også kapittelet om påvirkningsfaktorer). Hvor store arealer naturtypen dekker er derimot usikkert. Artsdatabanken angir at arealene trolig dekker mer enn 40 km² og mindre enn 4 000 km².

En sammenlikning mellom kartlagte naturtyper (**figur 19** og **20**) og potensial for flere slike (for eksempel **figur 21**) viser at det gjenstår mange flere å kartlegge. Dette, i tillegg til svak rødlistekategori og stor usikkerhet knyttet til omfanget av tilstandsendingen, viser at det foreløpig er et mangelfullt grunnlag for å vurdere om naturtypen ivaretas innenfor utbredelsesområdet.

Om naturtypen er viktig for en eller flere prioriterte arter

Ingen av artene som pr. 13. januar 2012 er prioritert etter naturmangfoldloven, er knyttet til fossesprøytoner. Når det gjelder naturtypens viktighet som habitat for spesialiserte arter, er situasjonen noe annerledes. I vår gjennomgang av arter registrert i fossesprøytoner, har vi bare funnet noen få arter som har sitt tyngdepunkt i fossesprøytoner, men som også kan finnes i andre naturtyper. Dette gjelder sunnmørsmarikåpe, reinsvingel, fossegrimemose, flatsaltlav og fossefiltlav. Noe liknende, et såkalt "åtgärdsprogram", er utført for fossenever (*Lobaria hallii*) i Sverige (Naturvårdsverket 2010). Trolig kan også noen av disse artene være aktuelle kandidater som prioriterte arter etter naturmangfoldloven. Det at Norge bare har vært isfri i noen få tusen år, og at det er lite kontinuitet i fosserike miljøer sørover i Europa, er trolig noe av forklaringen på at det foreløpig ikke er kjent at det finnes arter som eksklusivt er knyttet til fossesprøytoner i Norge. Her er det imidlertid viktig å være klar over at evolusjonen kan utvikle arter eller intraspesifikke taksa i fossesprøytoner, ikke minst på grunn av at naturtypen har karakter av små og spredte biogeografiske "øyer".

Om naturtypen har en vesentlig andel av utbredelsen i Norge og om internasjonale forpliktelser

Fossesprøytoner ser ut til å oppfylle kriteriet om å ha en vesentlig andel av sin utbredelse i Norge (se kapittelet om fossesprøytoner i Europa). Naturtypen inngår ikke i Natura 2000 eller i Emerald, men er definert på et mer generelt nivå i EUNIS.

Rødlistearter, artsmangfold og biologisk funksjon

I følge DN-håndbok 31-2011 kan man ved vurdering av utvelgelse legge vekt på for eksempel forekomster av arter på Norsk rødliste 2010, stor artsrikdom eller om naturtypen har viktige biologiske funksjoner. I gjennomgangen av artene i dette framlegget til faggrunnlaget, har det blitt dokumentert at det bare finnes enkelte arter som har sitt tyngdepunkt i naturtypen, men at kunnskapsgrunnlaget om artsmangfoldet i naturtypen på landsbasis er mangelfullt. Av de fem artene som har sitt tyngdepunkt i fossesprøytoner, er det bare en art, reinsvingel, som ikke er rødlistet. Derimot er det påvist at flere fossesprøytoner har et til dels stort artsmangfold, særlig av moser og lav, og at fossesprøytoner kan inneholde både oseaniske arter langt utenfor deres hovedutbredelsesområder og alpine arter i lavereliggende strøk. På den måten har fossesprøytoner også en biologisk funksjon.

PLAN- OG BYGGNINGSLOVEN

Plan- og bygningsloven gir rammer for arealplanlegging i det offentlige og det private. Loven regulerer tiltak som påvirker naturtypelokaliteter negativt, først og fremst ved arealbeslag. For at plan- og bygningsloven skal være et effektivt virkemiddel for å ivareta fossesprøytoner, må kunnskapen om lokalitetene i hver kommune være kjent og de må være definert som hensynssoner, jf. plan- og bygningslovens § 11-8, i kommuneplanens arealdel. Siden kunnskapen om fossesprøytoner i de fleste kommuner er mangelfull, er ikke plan- og bygningsloven et godt virkemiddel for ivaretagelse. Også på sikt er det flere grunner til at dette lovverket ikke er optimalt for å beskytte naturtypen. For det første

vil små tiltak som ikke krever konsekvensutredning jf. forskrift om konsekvensutredninger av 30. juni 2009, kunne gi arealbeslag i fossesprøytoner som ikke har vært fanget opp i kommunenes naturtypekartlegging. For det andre er det ikke et krav at naturtypelokaliteter skal defineres som hensynssoner, og det er heller ingen garanti for at disse blir ivaretatt i politiske vedtak. Det er også vanlig at kommunene tillater spredt bebyggelse i disse hensynssonene.

LANDBRUKSSEKTORENS EGNE VIRKEMIDLER

I landbruket er det flere tiltak som kan påvirke fossesprøytoner negativt, for eksempel hogst, treslagsskifte, etablering av landbruksveier og beite. Når det gjelder skogbruket er det flere virkemidler som kan være med på å sikre fossesprøytoner. Det viktigste virkemiddelet er Levende skog-standarden, som setter krav til bærekraftig skogbruk, og som er hjemlet i egen forskrift. Blant annet skal skogeier registrere nøkkelbiotoper etter metodene Miljøregistrering i Skog (MiS) eller Siste Sjanse (SiS). Gjennom MiS- eller SiS-kartlegging kan fossesprøytoner bli fanget opp dersom de ligger i en bekkekløft. I MiS-kartleggingen kan fosserøykinfluert fastmarksskogsmark trolig også inkluderes ved å registrere livsmiljøet "trær med hengslav". I tillegg skal skogeier konsultere eksterne kilder til miljøinformasjon som Artskart og Naturbase ved planlegging av hogst. Levende skog-standarden stiller også krav til at det skal bevares en kantsone mot vann og vassdrag i naturskog. Skogeier har mulighet for å søke om tilskudd til skogbruksplanlegging med miljøregistreringer og til miljøtiltak. For etablering av landbruksveier finnes en egen forskrift som presiserer at det skal legges vekt på hensynet til miljøverdier og det skal holdes god avstand til kantsoner mot vann, myr og annen sårbar natur. Når det gjelder jordbruket er kun beite vurdert som en påvirkningsfaktor for fossesprøytoner. Det er ikke kjent at det finnes virkemidler for å regulere beitetrykk i naturtypelokaliteter. Samlet sett er det generelle krav til miljøhensyn i både skogbruks- og jordloven med tilhørende forskrifter. Det er imidlertid ingen garanti for ivaretagelse av naturtypen gjennom landbrukssektorens juridiske og økonomiske virkemidler.

ØVRIGE SEKTORLOVER

Vannressursloven

Fossesprøytoner har i dag et betydelig fokus som naturtype i alle prosesser der konsesjonsplikt eller søknad om konsesjon etter vannressursloven blir behandlet av både miljø- og vassdragsmyndighetene. Vannressursloven skal sikre en samfunnsmessig forsvarlig bruk og forvaltning av vassdrag (§1). §5 stiller krav til at enhver skal opptre aktsomt for å unngå skade eller ulempe for allmenne eller private interesser, og at vassdragstiltak skal oppfylle krav som stilles for å sikre mot skade på blant annet miljøverdier. §8 beskriver hva som er konsesjonspliktige tiltak, og at ingen må iverksette tiltak som kan være til nevneverdig skade eller ulempe for noen allmenne interesser, uten at det skjer i medhold av reglene i § 12 eller § 15, eller med konsesjon fra vassdragsmyndigheten (NVE). §9 angir rammene for fastsetting av kvalitetsmål for vassdrag, bl.a knyttet til forekomst av arter i vassdraget, og § 10 sikrer at minst den alminnelige lavvannføring skal være tilbake i vassdraget ved iverksetting av tiltak som tar vann bort fra vassdraget eller holder vann igjen ved reguleringer.

Vannforskriftens § 16

Vannforskriftens § 16 krever at det skal opprettes et register over beskyttede områder der vassdragets vannføring eller vannstand er helt sentralt for opprettholdelse av den økologiske status. Dette kan derfor gjelde for naturtyper og habitater langs vassdraget som foreksempel fossesprøytoner. Vedlegg IV i vannforskriften sier at registeret over beskyttede områder som kreves i henhold til § 16, punkt IV, også skal omfatte områder utpekt for beskyttelse av habitater eller arter der vedlikehold eller forbedring av vannets tilstand er en viktig grunn for vernet, herunder vernede vassdrag, nasjonale laksevassdrag og laksefjorder, nasjonale marine verneområder, reservater for sjøfugl, samt våtmarksområder og andre relevante terrestriske vernede områder der vann er viktig for områdets funksjon (også eventuelle Emerald Network områder, som ikke er omfattet av formelt vern). Det foreslås i denne sammenheng at tydelige fossesprøytoner med A- eller B-verdi også bør inngå i registeret i forbindelse med revisjon av vannforskriften.

DEL 3: FRAMLEGG TIL HANDLINGSPLAN FOR EVENTUELL UTVALGT NATURTYPE

Det å tilpasse framlegget til faggrunnlaget etter ny mal (Holien udatert), har ført til en del endringer i forhold til det opprinnelige oppdraget slik det var utlyst. I det følgende er det derfor laget et forslag til og prioritering av ulike tiltak som kan gjennomføres for å sikre naturtypen. Til slutt er det med et kapittel om videre framdrift der forskningsbehov og en tids- og kostnadsplan er foreslått. Det er også inkludert en vurdering av den videre organiseringen av arbeidet, samt noen sluttord om datalagring og datatilgang.

FORSLAG TIL OG PRIORITERING AV TILTAK

KVALITETSSIKRING/SUPPLERENDE KARTLEGGING

Gjennomgangen av eksisterende registreringer av fossesprøytsoner viser at det er stort behov for kvalitetssikring av dataene. I Naturbasen har mange lokaliteter lite eller ingen informasjon om naturtypens utforming og/eller artssammensetning, og verdisettingen er ofte ikke begrunnet. Det er derfor et behov for kvalitetssikring av eksisterende lokaliteter, samt mer nøyaktig kartfesting. Dette vil for de aktuelle lokalitetene innebære nye befaringer. I tillegg bør det gjennomføres en gjennomgang av relevant litteratur og databaser, slik at alle registrerte fossesprøytsoner samles i en database, fortrinnsvis Naturbasen. Konsekvensutredninger for vannkraftverk er spesielt viktige i den sammenhengen.

VIDERE KARTLEGGING

Den mest negative påvirkningsfaktoren mot fosseberg og fosse-enger er vassdragsregulering, mens den største påvirkningsfaktoren for fosserøykinfluert fastmarksskogsmark er skogsbestandsavgang. Det umiddelbare behovet for kartlegging er derfor størst i områder der det planlegges vannkraftverk. Dette behovet blir til dels oppfylt ved at det stilles krav til kartlegging av biologisk mangfold ved små kraftverk, mellom 1 og 10 MW (Korbøl mfl. 2009), og krav til full KU etter plan og bygningsloven ved større vannkraftverk. For å få en bedre oversikt over fossesprøytsoneenes utbredelse i Norge bør det gjennomføres et eget kartleggingsprosjekt for naturtypen. Dette kan også begrunnes ved at kvaliteten på flere tidligere kartlegginger til dels har vært mangelfull (Gaarder & Melby 2008). Dette er ytterligere redegjort for i kapittelet om forskningsbehov. Her kan bare presiseres at det i et slikt kartleggingsprosjekt er viktig å knytte kunnskapen om artssammensetningene i de ulike fossesprøytsoneene til de viktigste lokale basisøkoklinene, spesielt luftfuktighet (LF), og at disse defineres på en god måte. Det er også et behov for å etablere retningslinjer for verdisetting av de ulike hovedtypene og grunntypene av fossesprøytsoner i Norge.

AVBØTENDE TILTAK

Nedenfor beskrives nye, eller forslag til forbedringer av, eksisterende avbøtende tiltak. Avbøtende tiltak er virkemidler som kan iverksettes for å redusere de negative virkningene av ulike tiltak. Ved utbygginger som medfører redusert vannføring av fosser, er det fra noen tiltakshavere foreslått ulike avbøtende tiltak. I tillegg setter myndighetene i Norge, ved Fylkesmannen, NVE og OED, også krav til ytterligere avbøtende tiltak.

Minstevannføring

Det mest brukte avbøtende tiltaket i utbygginger som medfører redusert vannføring, er fastsettelse av såkalt minstevannføring. I Korbøl mfl. (2009) settes det krav til at det ved bygging av vannkraftverk skal gis en faglig begrunnelse for slik minstevannføring. Vanligvis foreslår tiltakshaver en minstevannføring på nivå med alminnelig lavvannføring hele året eller en minstevannføring på 5-persentiler for sommersesongen (1.5 - 30.9) og vintersesongen (1.10 – 30.4). Her er det viktig å være oppmerksom på at slike foreslåtte minstevannføringer ofte er en del av tiltaksbeskrivelsen og derfor ikke nødvendigvis et avbøtende tiltak. Avbøtende tiltak blir det først dersom utredere/konsulenter mener det er nødvendig med en økning i deler av, eller i hele, året utover det som er foreslått av tiltakshaver. Det er verdt å merke seg at det er mangelfull kunnskap om hvor stor minstevannføring som er nødvendig for å opprettholde en fossesprøytzone. Enkelte resultater om minstevannføring i forhold til forekomst av et utvalg vassdragstilknyttede arter er gitt i Ihlen (2010).

Minstevannføring basert på foto- eller videodokumentasjon

Vannføringen alene er ikke avgjørende for om det dannes fossesprøyt, også topografien og fallet er som nevnt av betydning. Ovenfor ble det nevnt at minstevannføring i vannkraftutbygginger ofte settes til tilsvarende alminnelig lavvannføring, eller den såkalte 5-persentilen, av tiltakshaver. Problemet er at man ofte ikke kan vite om dette er tilstrekkelig for å opprettholde eventuelle fossesprøytsoner. Det kan derfor være av helt avgjørende betydning å kunne ha eksakte mål på hvor mye vann som trengs for å opprettholde en fossesprøytzone og at dette må vurderes i hvert enkelt tilfelle. En fotoserie av vannføringen ved fossesprøytsonen i Tokagjelet i Kvam kommune (**figur 26**), viste at det er antydning til fossesprøyt ved 2 m³/s og at det mellom ved 3 m³/s og 4 m³/s er en tydelig fossesprøyt, noe som var mindre enn middelvannføringen i elva på dette partiet (4,9 m³/s), se Johnsen & Hellen (2010). Et datagrunnlag i form av bilder eller videoopptak, kombinert med målinger av vannføringer i elva, vil være av stor betydning i fastsettelsen av minstevannføring. I denne vurderingen er det også viktig å vite hvor lenge slike perioder varer etter utbygging. Bruk av varighetskurver (**figur 23**) er derfor viktig i vurderingen av minstevannføring.

Tiltak i fosserøykinfluert fastmarksskogsmark

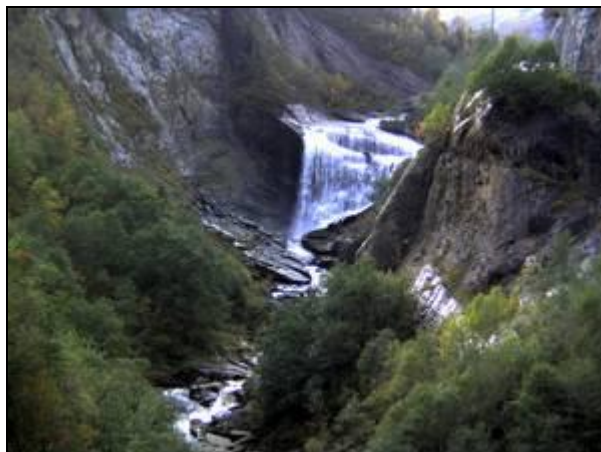
For fosserøykinfluert fastmarksskogsmark er det, i tillegg til minstevannføring, blant annet vanlig å ha god avstand til granplantefelt, å fjerne fremmede treslag og å opprette en buffersone mellom hogstfelter og skogarealet som er påvirket av fosserøyken.

Flommer

Å igangsette flommer en gang i blant i regulerte vassdrag ble av Hassel mfl. (2006) foreslått som et avbøtende tiltak for å opprettholde konkurransesvake tvebladmoser (*Scapania spp.*) på død ved på Østlandet og i Trøndelag. Det samme kan tenkes for lokaliteter med andre viktige og konkurransesvake moser, som for eksempel fossegrimemose (Hassel & Løe 1998).



1,4 m³/s, 21. september 2008 kl. 9



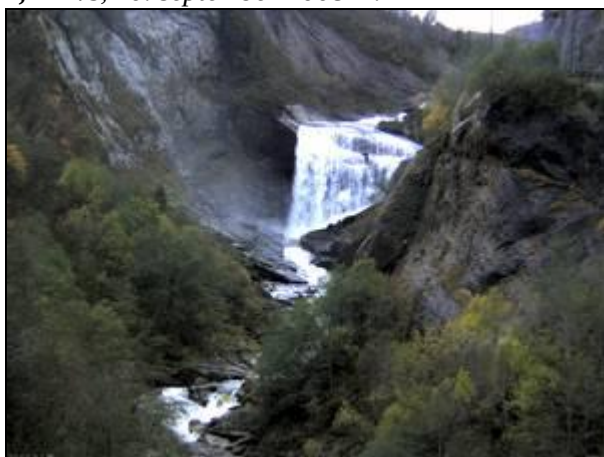
2 m³/s, 4. oktober 2008 kl. 15



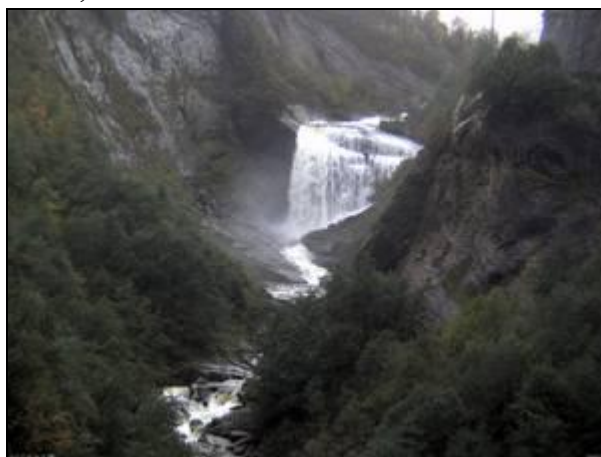
2,4 m³/s, 20. september 2008 kl. 12



3 m³/s, 9. november 2008 kl. 12



4 m³/s, 17. oktober 2008 kl. 15



5 m³/s, 28. september 2008 kl. 18

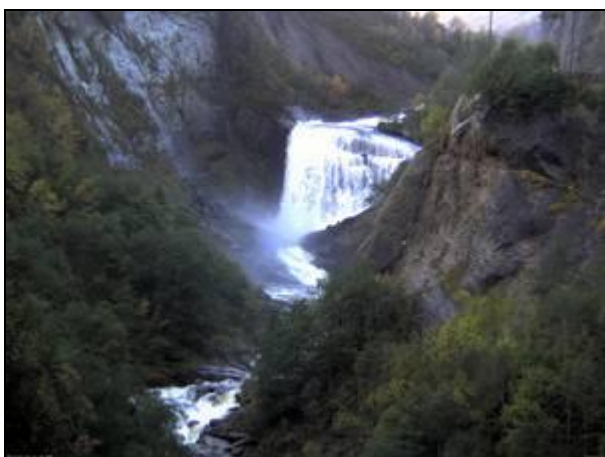
Figur 26. Fotoserie av fossen i Tokagjelet med tilhørende vannføring. Ved 2 m³/s er det antydning til fosserøyk nedenfor fossen, ved 3,5 m³/s er det kontinuerlig fosserøyk og ved 5 m³/s er det fosserøyk i hele området nedenfor fossen. Middelvannføringen i dette partiet av elva er på ca. 4,9 m³/s. (Kilde: Johnsen & Hellen (2010). Foto gjengitt her med tillatelse fra Fjellkraft AS. **Fortsetter på neste side**



6 m³/s, 29. september 2008 kl. 9



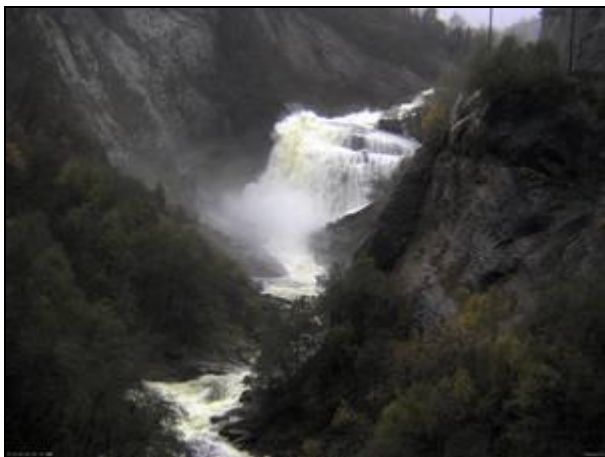
7 m³/s, 10. november 2008 kl. 9



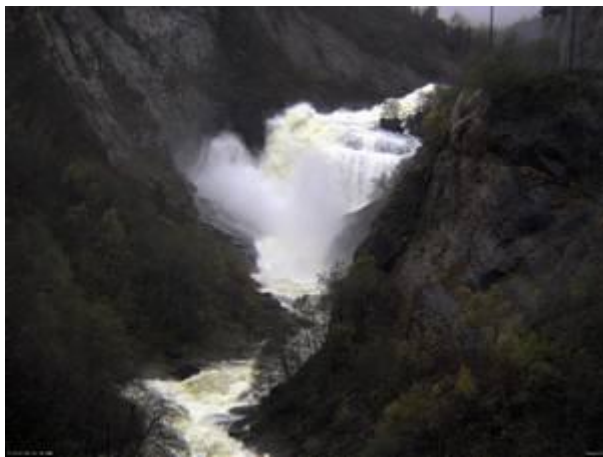
8 m³/s, 9. oktober 2008 kl. 9



11 m³/s, 19. oktober 2008 kl. 15



25 m³/s, 18. oktober 2008 kl. 18



50 m³/s, 20. oktober 2008 kl. 18

Vannspredere

Fossesprøytsoner fra flere fosser Kihansi-elven i Udzungwa-fjellene i Tanzania, var eneste kjente område for frosken *Nectophrynoides asperginis*. I 1996 ble det estimert at arten fantes i et område på 4 hektar (Channing mfl. 2006). Etter at vassdraget i 2000 ble utnyttet til kraftproduksjon, ble det estimert at områder påvirket av fossesprøyt var redusert med mellom 92 % og 100 %. Ved utbygging ble det også forsøkt å gjenskape fossesprøyten ved å installere vannspredere som vist i **figur 27**. Ved utgangen av 2002, ble området for *N. asperginis* allikevel redusert til å dekke et område på under 2 ha (Channing mfl. 2006).



Figur 27. Vannspredere som avbøtende tiltak for å opprettholde en fossesprøytsone i Kihansi-elven i Tanzania. Foto: Multiconsult AS.

Revisjon av gamle vannkraftverk

Hovedformålet med en revisjon av konsesjonsvilkårene i et vannkraftverk er å bedre miljøforholdene i vassdraget. Forholdene for fisk og vassdragstilknyttede fugl har tradisjonelt hatt mest fokus. Det anbefales at fossesprøytsoner bør behandles spesielt under revisjon av gamle vannkraftverk. Dette kan være et virkemiddel for å restaurere tidligere fossesprøytsoner. Aktuelle miljøtiltak for fossesprøytsoner i slike vassdrag kan for eksempel være fastsettelse av minstevannføring og igangsetting av spyleflommer som nevnt i kapittelet om flommer ovenfor (Hassel mfl. 2006).

Beiting og slått

Beiting og slått har vært foreslått som en metode for å holde fosse-ene åpne dersom fossesprøytsonen gror igjen ved redusert vannføring (Meyer 1984). Dette gjør at trær og busker hindres i å etablere seg samtidig som feltsjiktet holdes lavt, noe som igjen gir godt med lys til markoverflaten. På grunn av den store vannmetningen i fosse-enger vil dette også føre til økt tråkkslitasje og et slikt avbøtende tiltak må derfor eventuelt følges opp nøye.

VIDERE FRAMDRIFT

FORSKNINGSBEHOV

Generelt er det utført en del spredte undersøkelser av floraen i fossesprøytoner i Norge, noe som bl.a. har dannet grunnlag for en inndeling av ulike utforminger av vegetasjonstypen fosse-eng i Fremstad (1997). Kunnskapsgrunnlaget om både forekomstene av fossesprøytoner i Norge, og deres artssammensetning, er allikevel mangelfullt (Andersen & Fremstad 1986, Fremstad 1997, Fremstad & Moen 2001, Gaarder & Melby 2008, Løvdaal mfl. 2002). Som et første skritt foreslår vi at all tilgjengelig litteratur om artssammensetningene i fossesprøytoner i Norge samles for å kunne gi en oversikt om hvordan dette varierer med fosse-enger, fosseberg og fosserøykinfluert fastmarksskogsmark og deres viktigste lokale basisøkokliner.

Når denne oversikten er etablert, bør det, for å få en bedre oversikt over fossesprøytonenes utbredelse i Norge, gjennomføres et eget kartleggingsprosjekt for naturtypen. Dette kan også begrunnes ved at kvaliteten på flere tidligere kartlegginger til dels har vært mangelfull (Gaarder & Melby 2008). Det viktigste med et slikt kartleggingsprosjekt er å knytte kunnskapen om artssammensetningene i de ulike fossesprøytonene til de viktigste lokale basisøkoklinene. Som påpekt i Halvorsen mfl. (2008b) er det for eksempel behov for mer utredning av det faglige grunnlaget for trinndelingen av økoklinen luftfuktighet (LF). Det er spesielt hvordan begrepene ”stabil luftfuktighet” og ”konstant fosserøyk” skal defineres, jf. diskusjonen tidligere i rapporten om generell økologi og at det heller er variasjon enn stabilitet i vannføring, og dermed luftfuktigheten gjennom et år og mellom ulike år, som er av interesse. I denne forbindelsen er det også viktig å redegjøre for regionale forskjeller i luftfuktighet.

Et kartleggingsprosjekt der registreringer av artssammensetninger knyttes opp mot målinger av viktige lokale basisøkokliner, spesielt luftfuktighet (LF), vil derfor være viktig. Før selve kartleggingsprosjektet kan iverksettes, er det imidlertid viktig å først ta en avgjørelse på om fossesprøytoner skal behandles i vid forstand eller om bare noen av grunntypene bør velges ut. Dette igjen forutsetter klarere definisjoner av de ulike grunntypene, spesielt av fosserøykinfluert fastmarksskogsmark. En stor utfordring for fosserøykinfluert fastmarksskogsmark er at alle foreløpig kjente lokaliteter er identifisert og verdisatt ut fra et sett med sjeldne arter. Dette innebærer at andre lokaliteter av denne naturtypen som ikke inneholder slike arter lett kan overses. Et annet moment som er verdt å nevne er at sjeldne arter og rødlistede arter (som alle andre arter), er dynamiske i den forstand at de etableres på en lokalitet, dør og opptre på den samme eller på nye lokaliteter senere.

Det at en sjelden/rødlistet art på et gitt tidspunkt er registrert på en lokalitet betyr derfor ikke at den alltid vil forbli der. På samme måte kan en sjelden/rødlistet art etablere seg på et senere tidspunkt enn da en lokalitet faktisk ble inventert (se også Blom mfl. 2006). I det videre arbeidet med fosserøykinfluert fastmarksskogsmark vil det derfor være viktig at det utvikles en metodikk som gjør at områder som med stor grad av sannsynlighet har potensial for å utvikle seg til denne naturtypen, også kan identifiseres. En mulighet kan for eksempel være å modellere vannføring ut fra topografi og skogstyper. Måleserier av luftfuktighet, lufttemperatur og duggpunkttemperatur, for eksempel ved hjelp av enkle loggere av typen EL-USB-2+ (**figur 28**) vil også være viktig for å definere termer som ”høy luftfuktighet” og ”stabil luftfuktighet”.

På sikt kan et slikt kartleggingsopplegg muligens også kunne danne grunnlag for utarbeidelse av modeller som prøver å fange opp ulike typer av fossesprøytoner.

Figur 28. Enkel logger av typen EL-USB-2+ fra LascarElectronics INC for målinger av luftfuktighet, lufttemperatur og duggpunkttemperatur. Her boret fast i fjell. Foto: Per G. Ihlen.



Siden tilstandssøkoklinen vassdragsregulering er vurdert som den viktigste for fosseberg og fosseenger, foreslås det også forskning på virkningene av redusert vannføring på artssammensetningen i fossesprøytsoner. Kunnskapen om dette er mangelfull og bruk av trinndelingen i tilstandssøkoklinen vassdragsregulering (**tabell 4**) blir derfor vanskelig. Problemet med denne type undersøkelser er at lav- og mosearter krever lang responstid i forhold til ulike påvirkningsfaktorer (Hale 1973, Glime 2007). Undersøkelser av hva som skjer med den floristiske sammensetningen av fossesprøytsoner, eller med andre forhold i naturtypen, etter redusert vannføring, er det forsket lite på i Norge, men de som er utført i Aurlandsvassdraget er meget viktige (Odland 1990, Odland mfl. 1991). Studiene her ble gjort på fossesprøytsoner 20 år etter vannkraftutbygginger og med 92 % reduksjon av vannføring. Blant annet viste det seg at fuktighetskrevende moser, og fjellkarplantene, gikk sterkt tilbake, mens lav og tørketålende moser økte i antall arter og i mengde. Et annet resultat var at de største forandringene hva gjelder fuktighetsforhold ble observert i de midtre delene av fossesprøytsonen. Videre var det liten forandring i artssammensetningen og vegetasjon i områdene nærmest og lengst i fra fossen.

Økt fokus på vannkraftutbygging har gitt et økt behov for kunnskap om hva fuktighetskrevende arter som registreres i fossesprøytsoner tåler av redusert vannføring. Slik kunnskap er omtrent fraværende i Norge og overvåkingsstudier som det til Hassel (2009), for fakkeltvebladmose (*Scapania apiculata*) er derfor viktige. Det foreslås derfor å ha større overvåkingsprosjekter av artssammensetningene over lange tidsserier i fossesprøytsoner for å undersøke effektene av vassdragsreguleringer på lang sikt. Flere fossesprøytsoner i samme vassdrag vil ha en betydelig høydegradient og det blir derfor vanskelig å etablere relevante kontrollområder ovenfor eller nedenfor påvirket elvestrekning. Slike prosjekter må derfor planlegges slik at sammenliknbare (lik berggrunn, eksposisjon, høyde over havet, geografisk nærhet etc.) og ikke påvirkete "kontrollvassdrag" velges ut for det utbygde vassdraget. Dette er spesielt viktig for overvåkningen av slike arter og plantesamfunn siden virkningen av generelle trender, som for eksempel klimaendringer (som er et stort usikkerhetsmoment), da kan sorteres ut. Et slikt prosjekt er allerede igangsatt av NVE for elvenær kryptogamflora langs et utbygd og et kontrollvassdrag i Voss kommune (Ihlen mfl. 2012).

Som nevnt, forventes det at klimaendringer som påvirkningsfaktor for fossesprøytsoner i forhold til dagens situasjon, vil inntreffe. Kunnskapen om de økologiske virkningene klimaendringene har på naturtyper generelt er svært komplekse. Kunnskap om virkningene av klimaendringer på fossesprøytsoner er ikke kjent og bør tas med i eventuelle forskningsprosjekter om virkningene av redusert vannføring på fossesprøytsoner.

Fossesprøytsoner generelt, må også vurderes ut fra øy-biogeografi fordi mange opptrer som små og isolerte i landskapet. En forståelse av spredningsbiologien for sjeldne arter i slike miljøer er derfor også viktig.

TIDS- OG KOSTNADSPLAN

Tidsbruk og kostnader av de foreslåtte tiltakene er kort oppsummert i **tabell 5** og bygger hovedsakelig på de økonomiske rammene som tidligere er gitt for andre handlingsplaner.

Tabell 5. Tids- og kostnadsplan for prioriterte tiltak for naturtypen fossesprøytsone. Alle tall i 1000 kr.

Tiltak	2012	2013	2014	2015	2016
Kvalitetssikring og import i Naturbasen	100	100			
Ny kartlegging		100	300	300	200
Forskning og metodeutvikling		200	200	200	200
Vern av lokaliteter etter naturmangfoldloven				100	200
Restaurering		100	100	100	100
Fossesprøytsone som utvalgt naturtype				100	100
Evalueringsplan					200
Sum	100	500	600	800	1000

Det vil være naturlig å starte med en kvalitetssikring av eksisterende lokaliteter i Naturbasen (2012). Import av naturtypebeskrivelser fra ulike konsulentfirma, spesielt i forbindelse med konsekvensutredninger i vannkraftsaker, vil også være viktige å få i Naturbasen, men også her vil det være nødvendig med en kvalitetssikring. Alt dette bør være avsluttet innen første halvdel av 2013, slik at en oversikt over kartlagte lokaliteter er på plass før nykartleggingen starter. I nykartleggingen bør det være både kartlegging av nye lokaliteter og nykartlegging av mangelfullt kartlagte lokaliteter.

Forskning på naturtypen vil gjelde flere forhold, bl.a. virkninger av klimaendringer på naturtypen, artssammensetningen innen ulike utforminger og virkningene av endret vannføring på naturtypen og på artssammensetningene. Kryptogamer i fossesprøytsoner har lang responstid slik at endelige resultater først vil være tilgjengelige lenge etter 2016. Innen 2016 vil det derfor være viktig å etablere et overvåkningsopplegg, som følges før og lenge etter at eventuelle vannkraftutbygginger er gjennomført.

Når oversikten over verdifulle lokaliteter fremkommer etter kartleggingen, og delvis også etter forskningen, vil det være et større grunnlag for å vurdere vern av lokaliteter etter naturmangfoldloven. Restaurering av naturtypen gjelder først og fremst tiltak (for eksempel minstevannføring) som kan iverksettes i forbindelse med revisjon av gamle vannkraftverk.

VIDERE ORGANISERING AV ARBEIDET

Som det fremgår av fremlegget til dette faggrunnlaget, kan det være så mange som over 30 grunntyper av fossesprøytsoner dersom man benytter NiN-systemet. Dette gjelder minimum to grunntyper av fosse-eng, to av fosseberg og 26 av fosserøykinfluert fastmarksskogsmark. I tillegg kan tenkes enda flere dersom andre lokale basisøkologier viser seg å være viktige. Før man tar et endelig vedtak om utvalgt naturtype, bør det tas en avgjørelse om fossesprøytsoner skal behandles i vid forstand eller om et utvalg av grunntypene bør velges ut. Dette igjen forutsetter klarere definisjoner av de ulike grunntypene av fosserøykinfluert fastmarksskogsmark.

Direktoratet for naturforvaltning skal avgjøre om naturtypen fossesprøytsone skal være utvalgt jf. Naturmangfoldloven, og ansvaret for å følge opp handlingsplanen vil i så fall legges til Fylkesmannen i Sogn og Fjordane. I 2016 bør det gjennomføres en evaluering av handlingsplanen, med gjennomgang av resultater og forslag til eventuelle framtidige tiltak.

DATALAGRING OG DATATILGANG

Nye registrerte lokaliteter og supplerende informasjon om eksisterende lokaliteter bør legges inn i Naturbasen, etter gjeldende mal for områdebeskrivelse. Det bør etableres rutiner mellom miljøforvaltningen og konsulentfirmaer for å fange opp fossesprøytsoner registrert i forbindelse med konsekvensutredninger for vannkraftverk.

REFERANSER

- Ahlner, S. 1948. Utbredningstyper bland nordiska barrträdslava. Acta Phytogeographica Suecica 22: 1-257.
- Almqvist, S. 1868. Berettelse om en resa. I Jämtland sommaren 1868. Öfvers. Kongl. Vet.-Ak. Förhandl. 1869, N:o 3.
- Andersen, K. M. & Fremstad, E. 1986. Vassdragsreguleringer og botanikk. Oversikt over kunnskapsnivået. Økoforsk utredning 1986: 2, 90 sider.
- Atherton, I., Bosanquet, S. & Lawley, M. 2010. Mosses and liverworts of Britain and Ireland a field guide. British Bryological Society.
- Baumann, C., Gjerde, I., Blom, H.H., Sætersdal, M., Nilsen, J.-E., Løken, B. og Ekanger, I. (Red.), 2001. Miljøregistrering i skog - biologisk mangfold. Håndbok i registrering av livsmiljøer i skog, Totalt 4 hefter. Skogforsk, NIOS, Landbruksdepartementet.
- Bjerke, J. W. 2003. The northern distribution range of *Lobaria hallii* in Europe and Greenland. Graphis Scripta 14: 27-31.
- 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, 90 sider.
- Blindheim, T., Thingstad, P. G. & Gaarder, G. (red.) 2011. Naturfaglig evaluering av norske verneområder. Dekning av naturtyper og arter. NINA Rapport 539. 340 s.
- Blom, H. H., Brunstad, B., Sjøldal, L. & Aarrestad, P. A. 1985. Botaniske undersøkelser i Østerbø-, Mjølsvik- og Ortnevikvassdragene, Sogn og Fjordane. Universitetet I Bergen, Botanisk institutt, rapport 36: 1-122.
- Blom, H., Sæterdal, M., Gjerde, I. & Moe, B. 2006. Rødlistearter som grunnlag for arealprioritering. Skogeieren nr. 12 2006: 16-17.
- Brassard, G. R. 1972. Mosses associated with waterfalls in Central Labrador, Canada. Bryologist 75: 516-535.
- Brassard, G. R., Frost, S., Laird, M., Olsen, O. A., Steele, D. H. 1971. Studies of the Spray Zone of Churchill Falls, Labrador. Biological Conservation 4: 13-18.
- Cedergren, G. R. 1922. Svall-is och forsdimma, två föga baktade växtekologiska faktorer. Botaniska Notiser 1922: 225-236.
- Channing, A., Siobain Finlow-Bates, K., Haarklau, S. E. & Hwakes, P. G. 2006. The biology and recent history of the critically endangered Kihansi spray toad *Nectophrynoides asperginis* I Tanzania. Journal of East African History 95: 117-138.
- Damsholt, K. 2002. Illustrated flora of Nordic liverworts and Hornworts. Nord. Bryol. Soc. Lund.
- Davies, C.E., Moss, D. & Hill, M.O. 2004. EUNIS habitat classification revised 2004. European Environment Agency, <http://eunis.eea.eu.int/related-reports.jsp>
- Degelius, G. 1948. Lichenologiska anteckningar från en resa i södra Norge. Botaniska notiser 1948: 37-156.
- DellaSala, D. A., red. 2011. Temperate and boreal rainforests of the world: ecology and conservation: 295. – Island Press, Washington DC.
- Direktoratet for naturforvaltning, 2007a. Kartlegging av naturtyper – Verdisetting av biologisk mangfold. DN-håndbok 13, 2 utgave 2006 (oppdatert 2007).
- Direktoratet for naturforvaltning, 2007b. Emerald Network i Norge – Pilotprosjekt. Rapport 2007-1.
- Direktoratet for naturforvaltning, 2011. Veileder til forskrift om utvalgte naturtyper. Håndbok 31-2011.
- Ericsson, S. 2003. A new species of *Alchemilla* series *Splendentes* (*Rosaceae*) from Norway. Nordic Journal of Botany 22: 1-6.
- Erikstad, L. & Bakkestuen, V. 2011. Fjell, berg, rasmørk og annen grunnlendt mark. – I: Lindgaard, A. & Henriksen, S. (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim.
- Evju, M., Hassel, K., Hagen, D. & Erikstad, L. 2011a. Småkraftverk og sjeldne moser og lav. NINA Rapport 696: 1-33.

- Evju, M., Hofton, T. H., Gaarder, G., Ihlen, P. G., Bendiksen, E., Blindheim, T., Blumentrath, S. 2011b. Naturfaglige registreringer av bekkekløfter i Norge. Sammenstilling av registreringene 2007-2010. NINA Rapport 738: 1-231.
- Finstad, A. G., Barton, D. N., Jensen, A. J., Johnsen, B. O., Järnegren, J. & Sandlund, O. T. 2007. Metodikk for å fastsette miljømål for sterkt modifiserte vannforekomster. NINA rapport 292: 1-93.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. NINA Temahefte 12:1-279.
- Fremstad, E. 2002. Natura 2000 i Norge. - NTNU Vitenskapsmuseet Rapp. bot. Ser. 2002-5: 1-38.
- Fremstad, E. & Alm, T. 2001. Elveør-pionervegetasjon. I Fremstad, E & Moen, A. (red.). 2001. Truede vegetasjonstyper i Norge. NTNU Vitenskapsmuseet. Rapp. Bot. Ser. 2001-4:1-231.
- Framstad, E., Blindheim, T., Erikstad, L., Thingstad, P. G. & Sloreid, S.-E. 2010. Naturfaglig evaluering av norske verneområder. NINA Rapport 535. 214 s.
- Fremstad, E & Moen, A. (red.). 2001. Truede vegetasjonstyper i Norge. NTNU Vitenskapsmuseet. Rapp. Bot. Ser. 2001-4:1-231.
- Glime, J. M. 2007. Bryophyte Ecology. Volume 1. Physiological Ecology. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. <<http://www.bryoecol.mtu.edu/>>
- Gaarder, G. 2007. Naturverdier for lokalitet Vinstra: Vinstorfossen, registrert i forbindelse med prosjekt Bekkekløfter 2007. NaRIN faktaark. Biofokus, NINA, Miljøfaglig utredning.
- Gaarder, G., Holien, H., Håpnes, A. & Tønsberg, T. 1998. Boreal regnskog i Midt-Norge. Registreringer. DN-rapport 1997-2: 1-328
- Gaarder, G. & Larsen, B. H. 2007. Naturverdier ved Mørkrid i Luster kommune. Miljøfaglig utredning rapport 2007-68. 32 sider.
- Gaarder, G., Larsen, B. H. & Melby, M. W. 2007. Ressursbehov ved kvalitetssikring og nykartlegging av naturtyper. Miljøfaglig utredning rapport 2007-15. 83 sider.
- Gaarder, G. & Melby, M. W. 2008. Små vannkraftverk. Evaluering av dokumentasjon av biologisk mangfold. Miljøfaglig Utredning, rapport 2008: 20, 107 sider.
- Hale, M. E. 1973. Growth. I Ahmadjian, V. & Hale, M. E. (red.) 1973. The Lichens, side 473-492. New York: Academic Press.
- Hallingbäck, T. 2008. Släkte *Didymodon* – lansmossor, s. 96-114. I: Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Bladmossor: Kompaktmossor-kapmossor. Bryophyta: *Anoetangium-Orthodontium*. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Halvorsen, R. 2010. Oversettelse fra Direktoratet for naturforvaltning sine naturtypekartleggingshåndbøker 13 og 19 til Naturtyper i Norge versjon 1.0. Naturtyper i Norge oversettelsesnøkkel 1: 1-116.
- 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., Mjelde, M. & Norderhaug, K. J. 2008a. Inndeling i økosystem - hovedtyper. Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 3: 1-86.
- 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. & Norderhaug, K. J. 2008b. Lokale basisøkokliner. Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 4: 1-79.
- 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. 2009a. Naturtyper i Norge (NiN) versjon 1.0.0. - www.artsdatabanken.no
- 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. 2009b. Naturtyper i Norge – Teoretisk grunnlag, prinsipper for inndeling, og definisjoner. Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 2: 1-121.
- Halvorsen, R., Mazzoni, S., Bratli, H., Engan, G., Fjeldstad, H., Gaarder, G., Larsen, B. H. & Nordbakken, J.- F. 2011. Uprøving av NiN versjon 1.0 som naturtypekartleggingssystem. Universitetet i Oslo, Naturhistorisk Museum Rapport 11: 11-98.
- Halvorsen, R. & Lindgaard, A. 2011. Naturtyper i Norge (NiN) og vurderingsenheter. – I: Lindgaard, A. & Henriksen, S. (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim.

- Hanssen-Bauer, I., H. Drange, E.J. Førland, L.A. Roald, K.Y. Børsheim, H. Hisdal, D. Lawrence, A. Nesje, S. Sandven, A. Sorteberg, S. Sundby, K. Vasskog og B. Ådlandsvik (2009): Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing, Norsk klimasenter, september 2009, Oslo.
- Hassel, K. 2009. Overvåkning av fakkeltvebladmose *Scapania apiculata* ved Grytbakk i Rindal kommune. NTNU, Vitenskapsmuseet Bot. Notat 2009-2: 1-8.
- 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.
- Hassel, K. & Holien, H. 2005. Kartlegging av biologisk mangfold med hovedvekt på lav og moser. Liafossen og Storfossen i Holvassselva, Rissa kommune. – Botanisk Notat 2005-8. NTNU Vitenskapsmuseet. 10 s.
- Hassel, K. & Holien, H. 2006. Biologisk kartlegging av fossesprutsoner i kommunene Leksvik, Verdal og Verran i Nord-Trøndelag. NTNU Vitenskapsmuseet Rapport Botanisk serie 2006-1. 15 s.
- Hassel, K. & Holien, H. 2007. Biologisk kartlegging av fossesprutsoner i kommunene Høylandet, Stjørdal og Verdal i Nord-Trøndelag. NTNU, Vitenskapsmuseet, Rapport botanisk serie 2007-2. 28 s.
- Hassel, K. & Holien, H. 2008. Biologisk kartlegging av fossesprutsoner i kommunene Namsos, Namdalseid og Steinkjer i Nord-Trøndelag. NTNU, Vitenskapsmuseet, Rapport botanisk serie 2008-4. 35 s.
- Hassel, K. & Løe, G. 1998. To nye funn av den rødlista levermosen fossegrimemose *Herbertus stramineus*. Blyttia 56: 177-183.
- Hassel, K., Blom, H. H., Flatberg, K. I., Halvorsen, R. & Johnsen, J. I. 2010. Moser. *Anthocerophyta*, *Marchantiophyta*, *Bryophyta*. I Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.
- Holien, H. & Tønsberg, T. 1996. Boreal regnskog i Norge – habitatet for trøndelagselementets lavarter. Blyttia 54: 157-177.
- Holien, H. (udatert). Faggrunnlag for narreglye (*Staurolemma omphalarioides*). Upublisert rapport.
- Hovda, P. 1975. Vatn og øyar og tusen fjell. Namngjeving av Norsk natur. I Helleland, B. (red.), Norske stedsnavn/stadnamn. Grøndahl & Søn Forlag AS.
- Hudson, B. J. 2006. Waterfalls, tourism and landscape. Geography 91: 3-12.
- Hågvar, S. & Berntsen, B. 2010. Norsk natur – farvel? Unipub.
- Ihlen, P. G. 2004a. A new species of *Lichenostigma* (*Lichenotheliaceae*, *Arthoniales*) from Scandinavia. The Lichenologist 36: 183-189.
- Ihlen, P. G. 2004b. Taxonomy of the non-yellow species of *Rhizocarpon* (*Rhizocarpaceae*, lichenized *Ascomycota*) in the Nordic countries, with hyaline and muriform ascospores. Mycological Research 108: 533-570.
- Ihlen, P. G. 2009. Lav- og mosefloraen i en fossesprøytsone i Ellenelva (Tromsø): Konsekvensvurdering. Rådgivende Biologer AS, rapport 1194: 1-14.
- Ihlen, P. G. 2010. Botaniske verdier og småkraft. I Frilund, G. (red.) 2010. Etterundersøkelser ved små kraftverk. NVE Rapport miljøbasert vannføring 2010-2, 113 sider.
- Ihlen, P. G. & Bratli, H. 2009. Bekkekløftprosjektet – naturfaglige registreringer i Rogaland 2008: Gjesdal kommune. Rådgivende Biologer AS, rapport 1231: 1-33.
- Ihlen, P. G., Bjelland, T. & Vaskinn, K. 2012. Virkninger av små vannkraft på lav- og mosefloraen: forundersøkelse. NVE, Rapport miljøbasert vannføring. I trykk.
- Jensen, T. (red.) 2004. Beregning av potensial for små kraftverk i Norge. Forutsetninger, metodebeskrivelse og resultater. NVE rapport 19-2004, 29 sider.
- Johnsen, G. H. & B. A. Hellen 2010. Tokagjelet kraftverk, Kvam herad, Hordaland fylke. Konsekvensutredning for landskap og inngrepsfrie naturområder (INON). Rådgivende Biologer AS rapport 1259, 40 sider.
- Johnsen, G. H., B. A. Hellen og S. Kålås 2011. Tilleggsoverføringer Tverrelvi til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi. KU for vannkvalitet og for fisk og ferskvannsbiologi. Rådgivende Biologer AS, rapport 1472, 77 sider.
- Jørgensen, P. M. 2006. *Leptochidium crenulatum*, a misunderstood species. Graphis Scripta 18: 19-22.
- Kallio, P. 1969. A task for ecologists around waterfalls in Labrador-Ungava. Science 166: 1598-1601.

- Korbøl, A., Kjelleveid, D. & Selboe, O.-K. 2009. Kartlegging og dokumentasjon av biologisk mangfold ved bygging av småkraftverk (1-10 MW) – revidert utgave. NVE Veileder 2009-3, 30 sider.
- Kurniawati, E., Zhang, H., Chukeatirote, E., Sulistyowati, L., Moslem, M., A. & Hyde, K. D. 2010. Diversity of freshwater ascomycetes in freshwater bodies at Amphoe Mae Chan, Chiang Rai. *Cryptogamie, Mycologie* 31: 323-331.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.
- Lid, J. & Lid, D. T. 2005. Norsk flora. 7. utgave (redaktør: Reidar Elven). Det norske samlaget, Oslo.
- Lindgaard, A. & Henriksen, S. (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Norge.
- Lislevand, T. & Steel, C. 2006. Fugl. I Saltveit, S. J. (red.) Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannførendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Løvdal, I., Hegglund, A., Gaarder, G., Røsok, Ø., Hjermann, D. & Blindheim, T. 2002. Siste Sjanse metoden: En systematisk gjennomgang av prinsipper og faglig begrunnelse. Siste Sjanse Rapport 2002-11: 151 sider.
- Meyer, O. B. (red.) 1984. Breheimen – Stryn. Konesjonsavgjørende botaniske undersøkelse. Universitetet i Bergen, Botanisk institutt, rapport 34: 1-296.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. Statens kartverk, Hønefoss.
- Naturvårdsverket 2010. Åtgärdsprogram för hårig skrovellav 2010-2014. Naturvårdsverket, rapport 6364. 35 sider.
- Nielsen, A. 1950. The torrential invertebrate fauna. *Oikos* 2: 176-196.
- Næss, C., Sverdrup-Thygesen, A. (red.), Bjureke, K., Blom, H., Brandrud, T. E., Bratli, H., Stabbetorp, O. E., Wollan, A. K. & Ødegaard, F. 2010. ARKO-prosjektet. Arealer for rødlistearter – kartlegging og overvåking. Arko-faktaark 2010.
- Ochyra, R. & Vanderpoorten, A. 1999. *Platyhypnidium mutatum*, a mysterious new moss from Germany. *Journal of Bryology* 21: 183-189.
- Ochyra, R., Schmidt, C. & Bültmann, H. 1998. *Gradsteinia torrenticola*, a new aquatic moss species from Tenerife. *Journal of Bryology* 20: 403-409.
- Odland, A. 1990. Endringer i flora og vegetasjon som følge av vannkraftutbyggingen i Aurlandsdalen. NINA Forskningsrapport 15: 1-76.
- Odland, A. 2006. Effekter av vannførendringer på vannkantvegetasjonen. Pp:47-54 in: Saltveit, S. J. (red.). Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannførendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap. – NVE, Oslo.
- Odland, A. 2008. Nye østgrenser for hinnebrege *Hymenophyllum wilsonii*. *Blyttia* 66: 214-218.
- Odland, A., Birks, H. H., Botnen, A., Tønsberg, T. & Veve, O. 1991. Vegetation change in the spray zone of a waterfall following river regulation I Aurland, western Norway. *Regulated Rivers: Research and management* 6: 147-162.
- Odland, A., Sivertsen, S., Nordmark, O., Botnen, A. & Brunstad, B. 1985. Stordalsvassdraget i Etne og Åbødals-vassdraget i Sauda. Konesjonsavgjørende botaniske undersøkelser. - Bot. Inst. Univ. Bergen, Rapp. 35: 1-139.
- Odland, A., Aarrestad, P. A. & Kvamme, M. 1989. Botaniske undersøkelser i forbindelse med vassdragsregulering i Jostedalen, Sogn og Fjordane. Univ. i Bergen, Bot. inst. Rapp. 47: 1-210.
- Patino, J., Hylander, K., Gonzales-Mancebo, J. M. 2010. Effect of forest clear-cutting on subtropical bryophyte communities in waterfalls, on dripping walls, and along streams. *Ecological Applications* 20: 1648-1663.
- Prestø, T. 2003. Moser og lav ved Gravbrøtfossen, Snåsa. NTNU, Vitenskapsmuseet, botanisk notat 2003-6: 1-14.
- Reiso, S. & Hofton, T. H. 2006. Trønderlav *Erioderma pedicellatum* og fossefiltlav *Fuscopannaria confusa* funnet i Hedmark. – *Blyttia* 64: 83-88.
- Ribera, I., Beutel, R. G., Balke, M. & Vogler, A. P. 2002. Discovery of *Aspidytidae*, a new family of aquatic Coleoptera. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 269: 2351-2356.
- Røsberg, I., 1981. Flora og vegetasjon i Feigevassdraget. Universitetet i Bergen, Botanisk institutt, rapport 17: 1-71.
- Salvesen, P. H. 1986. *Festuca vivipara* in Southern Norway, infraspecific differentiation and systematic affinities. *Acta Univ. Ups., Symb. Bot. Ups.* XXVII:2, 155-167.

- Savatenalinton, S. & Segers, H. 2008. Rotifers of waterfall mosses from Phu Hin Rong Kla National Park, Thailand, with description of *Lecane martensi*, new species (Rotifera: Monogononta, Lecanidae). Raffles Bulletin of Zoology 56: 245-249.
- Simensen, T., Hiller, P. H. & Vaskinn, K. A. 2011. Vassdrag, vannføring og landskap. NVE Rapport 2011-1, 30 sider.
- Skogstyrelsen, 1994. Instruksjon for Datainnsamling ved inventering av Nyckelbiotoper. Hefte 05-02. 19 s.
- Solheim, A. L., Andersen, T. osv 2004. BIOKLASS – klassifisering av økologiske status i norske vannforekomster: Forslag til aktuelle kriterier og foreløpige grenseverdier mellom god og moderat økologisk status for utvalgte elementer og påvirkninger. NIVA rapport 4860: 1-63.
- Solstad, H., Elven, R., Alm, T., Alsos, I. G., Bratli, H., Fremstad, E., Mjelde, M., Moe, B. & Pedersen, O. 2010. Karplanter. *Pteridophyta*, *Pinophyta*, *Magnoliophyta*. I Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.
- Størmer, P. 1969. Mosses with a Western and Southern distribution in Norway. Universitetsforlaget, Oslo.
- Sundvall, A. & Janzon, L.-Å. 1975. Handölsfallen. Fauna & Flora 70: 155-163.
- Timdal, E., Bratli, H., Haugan, R., Holien, H. & Tønsberg, T. 2010. Lav "Lichenes". I Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.
- Thor, G. & Arvidsson, L. (red.) 1999. Rödlistade lavar I Sverige. Artfakta. ArtDatabanken.
- Thüs, H. & Schultz, M. 2009. Freshwater Flora of Central Europe. Fungi. Part 1: Lichens. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Tønsberg, T 1998: Additions to the lichen flora of Norway and Sweden. Graphis Scripta 9: 27-31.
- Tønsberg, T., Gauslaa, Y., Haugan, R., Holien, H. & Timdal, E. 1996. The threatened macrolichens of Norway – 1995. Sommerfeltia 23: 1-258.
- Vevle, O. 1970. Undersøkelser av flora og vegetasjon ved noen av fossene i Aurlandsvassdraget. Hovedfagsoppgave i spesiell botanikk, Universitetet i Bergen.
- Vevle, O. 1975. *Stereocaulon coniophyllum* in Norway. Norwegian Journal of Botany 22: 133-137.
- Vevle, O. 1979. Plant communities of extreme habitats in the spray zone of some waterfalls in Aurlandsvassdraget, Sogn, Western Norway, and their extinction. In: Wilmanns, O. & Tüxen, R. (eds.): Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. pp. 529-560.
- Walseng, B. & Jerstad, K. 2009. Vannføring og hekking hos fossefall – NINA Rapport 453, 26 sider.
- Zilihona, I., J. E. & Nummelin, M. 2001. Coleopteran diversity and abundance in different habitats near Kihansi waterfall, in the Udzungwa Mountains, Tanzania. Biodiversity and Conservation 10: 769-777.
- Ødegaard, F., Halvorsen, R., Blom, Gaarder, G., Andersen, T., Elvebakk, A., Elven, R., Erikstad, L., Moen, A., Mortensen, P. B., Norderhaug, A., Nygaard, K. & Thorsnes, T. 2009. (Inndeling i levsmedium-ovedtyper). Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 10: 1-38.