

# Restaurering av natur i Norge

- et innblikk i fagfeltet, fagmiljøer og pågående aktivitet

Dagmar Hagen og Astrid B. Skrindo (red.)







# Restaurering av natur i Norge – et innblikk i fagfeltet, fagmiljøer og pågående aktivitet

Dagmar Hagen og Astrid B. Skrindo (red.)

Norsk institutt for naturforskning

Hagen, D. & Skrindo, A. B. (red.). 2010. Restaurering av natur i Norge - et innblikk i fagfeltet, fagmiljøer og pågående aktivitet. - NINA Temahefte 42. 109 s.

Hagen, D. & Skrindo, A. B. (Eds.). 2010. Restoration of nature in Norway – a glimpse into the thematic field, professional institutions and ongoing activity. - NINA Temahefte 42. 109 pp.

Trondheim, mars 2010

ISSN: 0804-421X

ISBN: 978-82-426-2137-5

#### RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

#### GRAFISK FORMGIVING

K. Sivertsen, NINA

#### OMSLAGSFOTO

Stort foto: D. Hagen, NINA

Små foto: L S. Selvaag, D. Hagen, K. Rydgren, A. J. Hanmes, A. B. Skrindo

#### OPPLAG

100

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

##### **Norsk institutt for naturforskning (NINA)**

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøksadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon 73 80 14 00

<http://www.nina.no>



# Forord

Restaurering av naturverdier er møtt med stadig økende interesse i norske fagmiljøer, norsk forvaltning og blant andre brukere og forbrukere av natur og friluftsområder. Det foregår i dag restaurering i en mengde små og store prosjekter over hele landet, drevet fram av forskere, forvaltningen, frivillige organisasjoner eller utbyggere. Kontakt og utveksling av praktiske erfaringer, samt kjennskap til andre prosjekter og fagmiljøer er en viktig drivkraft innen dette fagfeltet. Et virkemiddel for å fremme kvaliteten og omfanget på restaurering er derfor å kjenne til hva som foregår – både praktisk og vitenskapelig.

I 2008 tok *Soil Conservation Services of Iceland* og *Agricultural University of Iceland* initiativ til det nordiske nettverksprosjektet "Restoration of damaged Ecosystem in the Nordic countries" (RENO). Målet med RENO er å bygge nettverk både mellom nordiske forskere og prosjekter, men også mellom forvaltere, entreprenører og andre involverte aktører. Norske medlemmer i prosjektgruppa er Dagmar Hagen fra Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Astrid B. Skringdo fra Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Prosjektet er finansiert av Nordisk ministerråd og deltakerinstitusjonene i Norge, Island, Sverige, Danmark, Finland og Færøyene. En sentral oppgave i prosjektet er at hvert land skal beskrive nasjonal status for restaureringsaktiviteter i sine land. RENO var det puffet vi trengte for å lage en første oversikt over pågående restaureringsaktiviteter i Norge. Her har det ikke tidligere vært gjennomført en systematisering av restaureringsprosjekter. Samtidig er en slik sammenstilling et påskudd til å skrive litt om hva restaurering er og hvilke muligheter og utfordringer det innebærer. Fokus for RENO er restaurering etter fysiske naturinngrep og forstyrrelse i økosystemer på land. Denne norske sammenstillinga vektlegger derfor denne delen av restaureringsfaget, men gir i tillegg eksempler på restaurering av kulturlandskap, elver og enkeltarter. NINA har bidratt økonomisk til denne sammenstillingen gjennom sitt strategiske instituttprogram "Research tools for the management of biodiversity to meet the 2010 objectives" (REMA 2010).

Heftet inneholder en kort faglig introduksjon til fagfeltet restaureringsøkologi. Deretter følger 29 artikler fra en rekke bidragsytere som beskriver sine prosjekter, aktiviteter og forskning. Alle bidragsyterne står selv ansvarlige for det faglige innholdet i sine artikler. Redaktørene har satt rekkefølgen på bidragene, standardisert dem og skrevet det innledende kapitlet. Vi håper heftet kan bli brukt som inspirasjon og gi gode ideer til fremtidige restaureringsprosjekter, nyttige innspill i framtidige utbyggingsprosjekter og være utgangspunkt for videre faglig samarbeid.

Vi ønsker å rette stor takk til alle som har levert bidrag til heftet. Det har vært utelukkende positivt å samarbeide med dere, vi har hatt gode samtaler og hele tiden god framdrift i arbeidet. Det lover godt for restaureringsarbeidet i Norge i årene som kommer!

Trondheim, mars 2010

Dagmar Hagen  
NINA



Astrid Brekke Skringdo  
Statens vegvesen



**Statens vegvesen**

# Preface

Restoration of natural values are met with increasing interest by Norwegian scientists, Norwegian nature management authorities and among other users of nature and recreational areas. Currently, a number of small and large restoration projects goes on all over the country, driven forward by cooperation between scientists, the nature management authorities, voluntary organizations or developers. A measure to promote the quality and scope of the restoration is therefore to know what is going on – both in practical terms as well as research activities.

In 2008 the *Soil Conservation Services of Iceland* and *Agricultural University of Iceland* initiated the Nordic network project "Restoration of damaged Ecosystem in the Nordic countries" (RENO). The objective of RENO is networking of scientists, policy makers, management authorities and practitioners. The Norwegian members of the project group are Dagmar Hagen representing Norwegian Institute for Nature Research (NINA) and Astrid B. Skrindo representing The Norwegian Public Roads Administration. The project is funded by The Nordic Council of Ministers and the participating institutions are Norway, Iceland, Sweden, Denmark, Finland and the Faeroe Islands. An important task in the project is to assess the extent and status of and publish national surveys of the restoration activities in their countries. RENO was the initiative we needed to make a first survey of the ongoing restoration activity in Norway. This type of assessment has previously not been conducted. At the same time, such a survey is a pretext to give an introduction to restoration and the possibilities and challenges it entails. The focus of RENO is restoration after nature interventions and disturbances of terrestrial ecosystems. The Norwegian assessment report emphasizes this type of restoration projects, but it also includes some selected examples of restoration of semi-natural vegetation, rivers and species populations. NINA has contributed to this survey as a part of the strategic institute program "Research tools for the management of biodiversity to meet the 2010 objectives" (REMA 2010).

This Thematic Booklet contains a short introduction to the special field of restoration ecology. Then follows 29 short articles from a number of contributors who describe their projects, activities and research. All contributors are individually responsible for the content in their articles. The editors have put the articles together and written the introduction chapter. We hope that this Thematic Booklet may be a source of inspiration and provide good ideas for future restoration and development projects, contribute to increased knowledge and future cooperation.

We want to express our gratitude to everyone who has submitted contributions to the Thematic Booklet. It has been a privilege to work with you; we have had inspiring conversations and all the time we have had good progress and inspiring conversations. This is promising for the restoration work in Norway in the years to come!

Trondheim, February 2010  
Dagmar Hagen  
NINA

Astrid Brekke Skrindo  
The Norwegian Public Roads Administration



foto: A. B. Skrinndo



# Innhold

Forord.....	3
Preface.....	4
Innledning.....	8
Introduction .....	12
Fra grønne flater til økologisk restaurering: Fortid, nåtid og framtid .....	16
<i>Haavard Østhagen og Jon Arne Eie</i>	
Revegetering av steintipper i fjellet.....	20
<i>Knut Rydgren, Rune Halvorsen og Arvid Odland</i>	
Vegetasjonsetablering på tipper knyttet til Øvre Otta-utbyggingen.....	22
<i>Jon Arne Eie og Arne Hamarsland</i>	
Økologisk restaurering av naturinngrep i høgfjellet og i Arktis – utvikling av metoder.....	25
<i>Dagmar Hagen</i>	
Økologisk restaurering etter naturinngrep. Metoder for vegetasjonsetablering etter utbygging av kraft- og veganlegg.....	29
<i>Per Anker Pedersen og Line Rosef</i>	
Håndbok for forebygging og restaurering av naturskader .....	33
<i>Ola-Mattis Drageset og Line S. Selvaag</i>	
Tilbakeføring av Hjerkinnskytefelt til sivile formål (Hjerkinnskytefeltet).....	35
<i>Odd-Erik Martinsen og Dagmar Hagen</i>	
Restaurering av eldre terrengløype og etablering av permanent ATV-løype i Mauken skytefelt, Troms.....	38
<i>Anders J. Hamnes</i>	
Restaurering av Maissavarre (1022 m) i Indre Troms.....	41
<i>Christian Uhlig</i>	
Restaurering av tilførselsstiene til Besseggen .....	44
<i>Rigmor Solem og Liv S. Nilsen</i>	
Revegetering langs Oslofjordforbindelsen, rv 23. Startpunkt for økologisk restaureringsarbeid i Statens vegvesen .....	47
<i>Astrid Brekke Skrindo og Per Anker Pedersen</i>	
E10 Lofotens fastlandsforbindelse II. Landskapstilpasning og naturlig revegetering fra stedege toppmasser .....	50
<i>Elisabet Kongsbakk og Astrid B. Skrindo</i>	
Etablering av semi-naturlig engvegetasjon: En sammenlikning av fire metoder .....	54
<i>Knut Rydgren, Ingvild Austad og Inger Auestad</i>	
FJELLFRØ: Oppformering av stedege frø til restaurering i fjellet.....	57
<i>Trygve S. Aamlid og Jon Sæland</i>	

<b>Eablering av gras som restaureringstiltak etter naturinngrep i fjellet: Sammenligning av norske fjelløkotyper og importert grasfrøblanding på ulike jordtyper i Bitdalen, Telemark .....</b>	<b>61</b>
<i>Trygve S. Aamlid, Line Rosef, Per Anker Pedersen og Anne A. Steensøhn</i>	
<b>Oppformering av sauesvingel – Tilbakeføring av Hjerkinnskytefelt til sivile formål .....</b>	<b>65</b>
<i>Odd-Erik Martinsen og Helge Oskarsen</i>	
<b>Restaurering på artsnivå – bevaring av fjellrev i Fennoskandia .....</b>	<b>67</b>
<i>Nina E Eide, Rolf A. Ims, Arild Landa, Øystein Flagstad og Anders Angerbjörn</i>	
<b>Reetablering av en villreinbestand i 2010 .....</b>	<b>71</b>
<i>Jonathan E. Colman og Marte Synnøve Lilleeng</i>	
<b>Forsøk med reetablering av elvemusling ved utsetting av ørret infisert med muslinglarver .....</b>	<b>74</b>
<i>Bjørn Mejdell Larsen</i>	
<b>Restaurering av gytehabitat for sjørørret .....</b>	<b>77</b>
<i>Ingeborg Palm Helland og Jon Museth</i>	
<b>Gjenoppretting av laksebestander gjennom kalking av forsurede elver på Sørlandet .....</b>	<b>80</b>
<i>Ingeborg Palm Helland, Bjørn Mejdell Larsen og Trygve Hesthagen</i>	
<b>Restaurering av Bognelva, Langfjordbotn .....</b>	<b>83</b>
<i>Jonathan E. Colman, Knut Aune Høseth og Bjørn O. Dønnum</i>	
<b>Restaurering av vandringsystemer i regulerte elver .....</b>	<b>88</b>
<i>Jon Museth, Morten Kraabøl og Odd Terje Sandlund</i>	
<b>Restaurering av Rimbareid tjørna naturreservat, Hordaland .....</b>	<b>92</b>
<i>Stein Byrkjeland, Magnus Johan Steinsvåg og Liv S. Nilsen</i>	
<b>Restaurering av 150 dammer i kulturlandskapet på Hedmarken .....</b>	<b>94</b>
<i>Odd-Erik Martinsen og Trond Vidar Vedum</i>	
<b>Miljøsanering av Forsvarets skyte- og øvingsfelt .....</b>	<b>96</b>
<i>Pål Skovli Henriksen, Magne Bolstad og Line S. Selvaag</i>	
<b>Holdninger til restaurering av natur i by – eksempel fra Alnaelva i Oslo .....</b>	<b>100</b>
<i>Dagmar Hagen, Jon Museth og Olve Krangle</i>	
<b>Restaurering av kulturlandskap .....</b>	<b>103</b>
<i>Ann Norderhaug</i>	
<b>Galdane i Lærdal kommune. Metodeopplegg for istandsetting og skjøtsel av kulturlandskapet .....</b>	<b>107</b>
<i>Ingvild Austad og Leif Hauge</i>	

# Innledning

## Ødelagt natur krever gode miljøløsninger

Over hele verden er det økende menneskelig påvirkning på økosystemer, habitater og arter. Også i Norge er naturverdiene utsatt for stort press, med ødelagt natur og tap av biologisk mangfold som resultat. Her i landet har vi hatt mye natur å ta av, og når man "vasser i natur" har det ikke vært naturlig å prioritere penger til restaurering. Men tap av villmarksområder og arealbrukskonflikter har kommet tydeligere på dagsorden de siste årene. Dette har synliggjort behovet for restaurering som løsningsorientert forvaltningsverktøy. Tap av habitater og leveområder for planter og dyr er i dag den største trusselen mot biologisk mangfold, både i Norge og i resten av verden. Norge har forpliktet seg til å stoppe tap av biologisk mangfold. For å nå dette målet er restaureringsøkologi et av en rekke aktuelle virkemidler. Derfor er en slik sammenstilling viktig i FN sitt internasjonale biomangfoldår 2010.

Naturinngrep og habitatødeleggelse er den største trusselen mot biologisk mangfold, men likevel fortsetter nedbygging av naturområder i Norge. Begrensning av skadeomfanget og avbøtende tiltak blir viktig for forvaltning av norsk natur i framtida. Her kan kunnskapen som finnes i fagfeltet restaureringsøkologi bli et viktig verktøy. Restaurering kan være et bidrag for å bevare og gjenopprette naturverdier, forebygge naturinngrep og minimere negative effekter av inngrep og bruk i sårbare og verdifulle områder. Dette heftet synliggjør den trusselen naturinngrep er mot biologisk mangfold og at restaurering er aktuelt i mange lokaliteter over hele landet. Planlegging av nye inngrep, anleggsvirksomhet, gjenoppretting etter tidligere tiders inngrep, vedlikehold og drift av områder er eksempler der restaureringsøkologi har noe å tilføre.

Restaureringstiltak må være en kombinasjon av kunnskapsbasert og erfaringsbasert. Et sentralt grep innen restaureringsøkologi er å se tekniske og økologiske muligheter i sammenheng med samfunnsmessige rammebetingelser. Kunnskap om økologiske prosesser og naturens evne til rehabilitering etter inngrep og forstyrrelse er en forutsetning for å utvikle gode restaureringsprosjekter. Økologisk kunnskap gjør det mulig å beskrive inngrepet eller forstyrrelsen og deretter ta spesielt tak i de faktorene som er mest kritisk for et vellykket resultat. Dessuten gir økologisk kunnskap grunnlag for å stille spørsmål ved etablerte metoder og utvikle bedre løsninger.

Fram til nå har forebygging og avbøtende tiltak ikke vært systematisk integrert i planlegging, forvaltning eller lovverk, og er dermed ulikt håndtert fra prosjekt til prosjekt. Men dette er nå i endring. I den nye naturmangfoldloven, som trådte i kraft 1. juli 2009, er restaurering omtalt. Områder kan nå vernes som naturreservater dersom gjenopprettingstiltak (inkludert restaurering) har medført verneverdier som nevnt i bestemmelsen. Aktive gjenopprettingstiltak kan for eksempel være opprensning i vannforekomster, fjerning av veier eller andre tekniske inngrep, eventuelt også skape helt nye biotoper. EU sitt vannrammedirektiv (i Norge "Vannforvaltningsforskriften") setter som mål at god miljøtilstand skal ivaretas eller oppnås i vannforekomstene, og restaurering er konkret beskrevet som virkemiddel for å oppnå dette. Ute i de store forvaltningsetatene ser vi en større ansvarlighet og vilje knyttet til avbøtende tiltak, og dermed også en kunnskapshunger knyttet til hvordan dette kan integreres i den daglige virksomheten. En god illustrasjon på dette er det initiativet som Forsvarsbygg har tatt for å få laget ei håndbok i økologisk restaurering, og som etterhvert har blitt et samarbeidsprosjekt mellom Forsvarsbygg, Direktoratet for naturforvaltning (DN), Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Statens vegvesen og Norsk institutt for naturforskning (NINA).

## Restaureringsøkologi

Restaureringsøkologi fokuserer på istandsetting av ødelagte og degraderte naturområder, arter eller økosystemer. Den offisielle engelske definisjonen av restaureringsøkologi er: *Ecological restoration is the process of assisting the recovery of an ecosystem that has been degraded, damaged, or destroyed* ("Society of Ecological Restoration - SER"). Vi ser av dette at restaurering kan ha svært ulike faglige tilnærminger, spenne fra ren vitenskap til mer praktisk og anvendt aktivitet og omfatte en rekke problemstillinger og fag. Restaureringsøkologien er tverrfaglig og inneholder både biologiske, geologiske og fysiske aspekter av økosystemet, samt forhold knyttet til samfunnsprioriteringer og økonomiske kost-nyttevurdering.

Mangfoldet innen restaurering har medført at det også hersker en viss begrepsforvirring. Det er mange ord og uttrykk som delvis betyr det samme og som også kan oppfattes ulikt i forskjellige fagmiljøer. I boksen på neste side er en del av de mest sentrale begrepene forklart.



## Noen begreper som brukes i restaureringsprosjekter

**Rehabilitering:** Istandsetting av et område uavhengig av om istandsettingen har økologisk, estetisk, praktisk eller en annen målsetting.

**Økologisk restaurering:** Rehabiliteringsprosessen fra start til mål der tilbakeføringen av et område tar utgangspunkt i de økologiske forholdene på stedet.

**Restaureringsøkologi:** Det vitenskapelige rammeverket som økologisk restaurering bygger på. Restaureringsøkologien er tverrfaglig og inneholder både biologiske og fysiske aspekter av økosystemet, samt forhold knyttet til menneskers behov, samfunnet og økonomiske kostnyttevurderinger.

**Revegetering:** Vegetasjonsfasen av en økologisk restaurering eller rehabilitering. Revegetering blir i dagligtale ofte brukt for å beskrive hvordan nytt plantedekke kan etableres, gjerne med fokus på utseende eller form. Begrepet brukes også om vegetasjonsfasen av en økologisk restaurering.

**Biotopforbedring:** En type rehabiliteringstiltak som ofte har et mål om å istandsette en spesiell komponent i økosystemet. Eksempelvis brukt i forbindelse med gjenoppretting av fiskebestand i regulert elv.

### Restaurering i verden og Norge

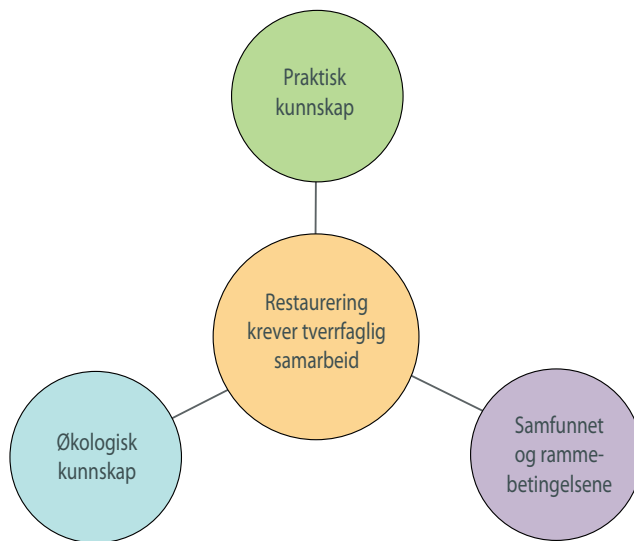
Restaurering etter store inngrep har lang tradisjon i tett befolka og industrialiserte land. Her er tapet av natur dramatisk og behovet for å bevare og gjenopprette leveområder for planter og dyr er presserende. Vest-Europa, med Nederland og Tyskland i spissen, har omfattende praktisk erfaring og tunge vitenskapelige fagmiljøer innen restaurering. Det er gjennomført store og omfattende restaureringsprosjekter spesielt knyttet til elver, tradisjonelt kulturlandskap, bynære områder og gjenoppretting av populasjoner av enkeltarter. Nord-Amerika har en betydelig historie med restaurering av villmarksområder. Restaurering forekommer hovedsakelig i ressurssterke land, men det finnes også eksempler på gode restaureringsprosjekter fra utviklingsland.

Fram til 1990-tallet var denne typen virksomhet i Norge knyttet til praktiske tiltak med tilsåing og landskapsforming i forbindelse med tipper, kraftverksanlegg eller langs veganlegg. Målet var landskapsforming og tilrettelegging for naturlig gjenvekst ved tilsåing med frø og noe gjødsling. Dessuten ble det i regulerte elver gjennomført biotopjusterende tiltak som skulle ivareta landskap, økologiske prosesser og gjenopprette fiskebestander. Flere prosjekter ble gjennomført for å dokumentere virkning av tiltakene. Disse tidlige erfaringene er et viktig bidrag inn i mer systematiske og økologiske tilnærming som har vokst fram, spesielt i løpet av det siste tiåret. I dag er det økende aktivitet, både med praktiske prosjekter, flere vitenskapelige miljøer og aktivitet i mange forskjellige naturtyper.

### Formulering av realistiske mål

Målene i restaureringsprosjekter kan spenne fra et rent økologisk/bevaringsbiologisk fokus til det å skape et nytt område med helt andre kvaliteter enn utgangspunktet. Hovedtyper av mål er de **økologiske** med ønske om å gjenopprette eller bedre den økologiske statusen og funksjonen til et område, **bevaring av enkeltarter** eller populasjoner av trua arter, noen prosjekt har fokus på **vedlikehold og forebygging av videre ødeleggelse** eller på **tilrettelegging for menneskelig bruk**. I Norge foregår det i dag prosjekter langs hele dette spennet, som også framgår av bidragene i dette heftet. Målene med restaureringstiltak er ikke opplagte. Målene er ikke "objektive sannheter", men formulert ut fra det de involverte vurderer som "best" i den enkelte situasjon. Hva som er "best" er igjen formet av de involvertes fagkunnskap, prioriteringer og verdisyn, områdets framtidige bruk og av politiske mål og trender i tiden.

Formulering av konkrete og realistiske mål utgjør grunnlaget for vellykket restaurering. I gode prosjekter er målene basert på en samlet vurdering av *hva som er mulig* (økologisk, teknisk, juridisk) og *hva som er ønskelig* (rammebetingelser som samfunnets framtidige behov, økonomiske og politiske prioriteringer, forventninger og behov i ulike brukergrupper). Forskningsprosjekter har gjerne fokus på svært spesifikke problemstillinger innen enkelte av disse temaene. Men restaureringstiltak i praksis dreier seg om et komplekst samspill mellom kunnskap, verdier, holdninger, forventninger, prioriteringer og ønsker (**Figur 1**).



**Figur 1.** Vellykket gjennomføring av restaureringstiltak eller forebyggende tiltak krever tverrfaglig samarbeid. Både økologisk kunnskap, praktisk og teknisk kompetanse og forholdet til samfunnet og de økonomiske, politiske og juridiske rammebetingelsene viktige komponenter.

### Pragmatisk og løsningsorientert

Økologisk restaurering legitimerer ikke naturinngrep, og restaureringen vil ikke kunne gjenskape det samme økosystemet som før inngrepet. Naturverdiene ville vært større uten inngrepet. Økologisk restaurering er en pragmatisk aktivitet. Det handler om å gjøre de negative konsekvensene av politisk vedtatte naturinngrep så små som mulig og om å reparere skadene så godt som mulig. Selv med de beste intensjoner kan et restaureringsprosjekt føre galt av sted. Mangelfull økologisk vurdering, endrede økonomiske rammebetingelser eller uklarhet omkring målet med et tiltak kan føre til uønsket resultat. Dersom et prosjekt eller tiltak slår feil kan det få økologiske, estetiske, økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser i tillegg til at senere tiltak kan bli møtt med skepsis. Spredning av fremmede organismer er eksempel på uønsket effekt av restaureringstiltak. Samtidig er det viktig å prøve nye løsninger, tørre å tenke nytt i alle faser og dra erfaringer fra det andre har gjort. For å unngå negative effekter av restaurering og for å kunne utnytte de mulighetene som ligger i fagfeltet er det viktig med fagkunnskap, erfaringer og godt nettverk av fagmiljøer. Vi håper at dette heftet er et bidrag i den retning.

### Organisering av arbeidet med heftet

Arbeidet med å sammenstille norsk restaureringsarbeid er organisert gjennom det nordiske samarbeidsprosjektet RENO (Restoration of Damaged Ecosystem in the Nordic countries), beskrevet i forordet. Alle de nordiske deltakerlandene lager nasjonale sammenstillinger. Samtidig er det stort frihet til å organisere arbeidet slik det passer best i hvert land. I Norge har vi lagt stor vekt på å inkludere et mangfoldig nettverk av forskere og ulike etater innen statsforvaltningen. Vi har ikke gjort en evaluering eller gradering av "hvor gode" eller "hvor økologiske" prosjektene er, men vi har lagt vekt på at alle som ønsker å presentere sine prosjekter under denne paraplyen skal få anledning til det. På nåværende tidspunkt har vi sett det som viktig å få fram mangfoldet. Et mulig neste steg kan være å bygge ny kunnskap ved å gå inn i mer vitenskapelige evalueringer av noen prosjekter og også av hvordan gode erfaringer kan utvikles mer systematisk.

Noe av grunnlaget for mangfoldet av bidrag ligger i et eksisterende nettverk som har hatt fokus på vegetasjonsetablering og revegetering. Dette har vært et uformelt nettverk der Bioforsk

og NVE har tatt på seg nødvendig administrasjon, med deltakelse fra forskningsmiljøer (som NINA, Bioforsk, HSF, UMB) og forvaltning (som Forsvarsbygg, Statens vegvesen, NVE, Statkraft, DN, Jernbaneverket). Dette nettverket har arrangert feltekskursjoner, møter og workshop der nettverksbygging og utveksling av erfaringer har vært hovedmålet. Med utgangspunkt i disse aktørene har vi supplert lista over aktuelle bidragsytere i heftet for å inkludere et breiere spekter av fagtema.

Ambisjonen har ikke vært at dette heftet skal inkludere alle prosjekter eller aktører som arbeider med restaureringsrelevant arbeid i Norge. For det første er det ingen som uten videre kan fange opp alt som foregår i smått og stort, men vi håper at dette heftet skal gjøre det enklere i framtida. For det andre er ikke den faglige avgrensningen av temaet entydig, og det kan være prosjekter i grenseflaten mot andre fagområder som tematisk kunne vært med. For det tredje har RENO satt fokus på restaurering etter fysiske naturinngrep.

To tema som er presentert med kun noen utvalgte eksempler er restaurering av tradisjonelle kulturlandskap og elverestaurering. Her foregår det en god del aktivitet og full sammenstilling ville føre heftet bort fra det primære fokus i RENO. Forskning og prosjekter på restaurering av kulturlandskap og elvehabitater foregår ved flere universiteter, forskningsinstitutter og institusjoner i tillegg til de som er inkludert her.

## Innhold i heftet

Heftet, slik det foreligger, har totalt 29 bidrag og involverer mer enn 15 institusjoner og organisasjoner. Artiklene omhandler aktiviteter på fjellet, i elv, myr, våtmark, kulturlandskap, skog og by. De fleste artiklene har et økosystemfokus, flere omhandler restaurering av enkeltarter, mens et par prosjekter har fokus på tilrettelegging for friluftsliv. Artiklene er omlag likt fordelt mellom forskning og praktiske tiltak.

Artiklene som omhandler **restaurering etter naturinngrep og slitasje** inkluderer prosjekter som utvikler ny revegeteringsmetoder og konkrete restaureringstiltak med ulike typer målsettinger. Dessuten er det flere artikler som omhandler oppformering av stedegent plantemateriale. En historisk oppsummering av arbeidet med istandsetting av naturinngrep er også inkludert. Prosjektene er spredt over store deler av landet, knyttet til mange naturtyper og inkluderer fjellområder, skogsområder, enger, myrer og våtmark. By- og bynære områder som er sterkt modifiserte av mennesker er også omtalt i en av artiklene.

Noen bidrag er knyttet til **enkelarter og deres leveområder**

både terrestrisk, limnisk og marint (fjellrev, villrein, sjøørret, elvemusling).

Eksempelene på **restaurering av elver og våtmarksområder** inkluderer både endring av vannkvalitet, omlegging av elveleier, etablering av dammer og også fokus på vandringshindre for fisk.

**Restaurering av kulturlandskap** er beskrevet både i en generell artikkel, samt et par konkrete prosjekter knyttet til metodeutvikling av istandsetting og skjøtsel i ulike kulturlandskapstyper.

## Nettverk og formidling

Med dette heftet ønsker vi å gi et inntrykk av mangfoldet og innholdet i den naturrestaureringa som foregår i Norge i dag. Et mål med arbeidet er å styrke det faglige nettverket i Norge – både gjennom selve samarbeidet om dette heftet og fordi utgivelsen av et slikt hefte kan nå nye miljøer og synliggjøre aktivitet. Dette kan igjen være grunnlag for nytt samarbeid. I tillegg skal distribusjon av de nasjonale rapportene mellom alle deltakerland i RENO bidra til å knytte nordisk nettverk.

Vi håper at heftet kan bidra til økt interesse hos andre enn bidragsyterne, slik at aktører som driver virksomhet som påvirker og truer naturverdier kan få kunnskap om de mulighetene som ligger i restaurering og hvor de kan henvende seg for å finne gode miljøløsninger. Et mål med RENO-prosjektet er at også de andre nordiske landene kan få innblikk i Norges arbeid og at vi kan få ideer fra dem. Slik kan vi bygge kunnskap og videreutvikle både metoder og forskning.

For å få bedre miljøløsninger i framtida må kunnskap nå ut til de som planlegger og leder prosjekter knyttet til naturinngrep. Like viktig er det å synliggjøre mulighetene innen restaurering overfor politikerne og forvaltningen, som skal ta beslutninger og gjennomføre vedtak som kan være en trussel mot naturverdier og biologisk mangfold. Kunnskap om mulighetene til forebygging og avbøtende tiltak kan redusere negative konsekvenser.



# Introduction

## Degraded nature requires ecological solutions

Around the world, including Norway, there is an increasing pressure on ecosystems, habitats and species. Until recently, restoration has mainly been neglected in Norway due to large areas of nature. But loss of wilderness and conflicts relating to land use has been more prominent on the agenda during the last years. This has made the requirement for restoration evident as a management tool in order to stop the loss of natural values. Loss of habitats for plants and animals is currently the largest threat against biological diversity both in Norway and in the rest of the world. Norway is committed to stop the loss of biological diversity. In order to reach this goal, restoration ecology is a relevant management tool.

Natural interventions and the disturbance and degradation of habitats is the largest threat against biological diversity, but nevertheless, the interventions in the natural areas continues in Norway. Mitigating and preventing efforts are essential for future management of nature and natural values. Restoration may be a contribution to restore natural values, and minimize the negative impact of interventions and exploitation in vulnerable and valuable areas. The planning of new interventions, construction activity, restoration of old sites, maintenance and operation of areas are examples where restoration ecology can contribute to sustainable solutions.

Restoration must be based on the integration of both local and scientific knowledge and experience, and an important approach within restoration ecology is to see the technical and financial opportunities in relation to the social framework conditions. Ecological knowledge about nature and recovery processes is essential to develop good restoration projects. Ecological knowledge makes it possible to describe a disturbed sites and then put special attention to the factors that are the most critical for a successful recovery. Moreover, ecological knowledge provides a basis for critical evaluation and further development of methods and solutions.

Up to the present, prevention and mitigating efforts have not been systematically integrated in the planning, management or the statutory framework, and is thus handled different from project to project. However, this is currently changing. In the new Naturmangfoldloven (Nature diversity act), passed by The

Norwegian Parliament in 2009, restoration is accentuated in several ways. The EU Water Frame Directive (also adopted by Norway) state the goal to preserve or obtain good environmental conditions in water resources, and restoration is described in concrete terms as a tool to obtain good environmental conditions. Among policy makers and management authorities we see a larger commitment and demand for practical and scientific knowledge. A good illustration of this is the initiative from The Norwegian Defence Estates Agency (Forsvarsbygg) to prepare a manual in ecological restoration, and what today is a collaboration project between The Norwegian Defence Estates Agency (Forsvarsbygg), The Directorate for Nature Management (Direktoratet for naturforvaltning), Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE), The Norwegian Public Roads Administration (Statens Vegvesen), and Norwegian Institute for Nature Research (NINA).

## Restoration ecology

**Restoration ecology** put focus on repairing disturbed and degraded natural areas, species or ecosystems. The official English definition of restoration ecology is: *Ecological restoration is the process of assisting the recovery of an ecosystem that has been degraded, damaged, or destroyed* ("Society of Ecological Restoration - SER"). From this, we see that restoration may have various professional approaches, and might include projects ranging from pure science to more practical and applied activities. Restoration ecology is multi-disciplinary and contains both biological, geological and physical aspects of the ecosystem, as well as conditions related to society's priorities and economic benefit.

The multi-disciplinarity of restoration has entailed some confusion concerning concepts. Some concepts are partly overlapping, while others are interpreted different in various professions. In the box some central concepts are explained.

## Restoration in the world and in Norway

Large scale restoration has a long tradition in densely populated and industrialised countries. Here, the loss of nature is dramatic and there is an urgent need for preserving and restoring habitats for plants and animals. Western Europe, and in particular the Netherlands and Germany, has extensive practical experience and important research communities. Several

### Some relevant definitions and concepts:

**Rehabilitation:** Repair of an area irrespective of an ecological, aesthetical, practical or some other objective.

**Ecological restoration:** Ecological restoration is the process of assisting the recovery of an ecosystem that has been degraded, damaged, or destroyed

**Restoration ecology:** The scientific framework that ecological restoration is based on. Restoration ecology is multi-disciplinary and contains both biological and physical aspects of the ecosystem, as well as conditions related to human social and economic benefit.

**Revegetation:** The vegetation phase of an ecological restoration or rehabilitation. Revegetation is most commonly used to describe how a new vegetation cover may be established, often with focus on appearance or form. But the concept is also used about the vegetation part of an ecological restoration.

**Biotope improvement:** A type of rehabilitation measure aiming at repairing a special component in the ecosystem. Often used in connection with the restoration of the fish stock in regulated rivers.

large-scale and extensive restoration projects have been carried out particularly related to rivers, semi-natural vegetation and landscapes, urban areas and populations of single species. North America has a long traditions of wilderness restoration. Restoration is mainly carried out in affluent countries, but there are also examples of good restoration projects from developing countries.

Until the last two decades, this type of activity in Norway was related to practical measures like seedig spoil heaps, dumpsites or roadsides. The main goal was often to achieve a green cover of plants, and with minor focus on the ecological processes. Some activity was related to biotope improving measures in regulated rivers, and a main focus on fish stocks. These early efforts were not or only partly documented. Nevertheless, these early experiences are an important contribution into the more systematic and ecological approaches that have developed particularly over the last decade. Currently, there is increasing activity, both in terms of practical projects, more research communities are involved and activity is carried out a large range of habitats.

#### Formulation of realistic goals

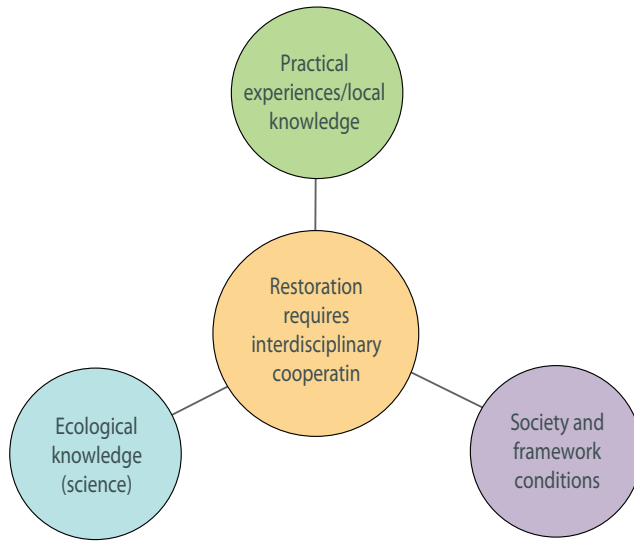
The approach in restoration projects varies from pure ecology/conservation biology focus over to creating new areas with completely different qualities than the starting point. The main types of goals are (1) the **ecological** with a wish to restore or improve the ecological status and function of an area, (2) **con-**

**servation of individual species** or populations of threatened species, (3) **maintenance and mitigating efforts to prevent further degradation**, and (4) **preparing for human use**. Currently, a lot of projects with all this types of goals are carried out in Norway, which is reflected by the contributions in this booklet. The goals of the restoration measures are not obvious. The goals are not "objective truths", but formulated on the basis of what the involved actors regard as "best" in each individual case. What is "best" is based on professional knowledge, the priorities and the view relating to values, the future use of the area and of political goals and contemporary trends.

The formulation of realistic goals is fundamental for a successful restoration. In good projects, the goals are based on a total assessment of *what is feasible* (ecologically, technically, legally) and *what is desirable* (framework condition such as society's future requirements, economical and political priorities, expectations and needs found in various user groups). Research projects often have focus on particular issues within some of these themes. But restoration measures in practical terms are generally a complex interaction between knowledge, values, attitudes, expectations, priorities and desires (**Figure 1**).

#### Pragmatic and problem solving

Ecological restoration does not legitimate interventions into nature. Restoration is not able to copy the original ecosystem and the nature values will be more or less degraded. Ecological restoration is a pragmatic activity. It emphasis on making the



**Figure 1.** The successful execution of restoration measures or preventive measures requires inter-disciplinary collaboration which must include both ecological knowledge, practical and technical competence and the relationship to society and the economical, political, and legal framework conditions.

negative consequences of politically decided interventions in nature as small as possible and on repairing the damage as well as possible. Even with the best intentions, restoration projects may fail. Inadequate ecological assessment, altered economical framework conditions or confusing goal may lead to unwanted output from a restoration. If a project or a measure fails, it may have ecological, aesthetical, economical and social consequences, and in turn scepticism towards such projects in the future. The dispersal of alien and invasive organisms is one example of an unwanted effect. At the same time, it is important to test new solutions, dare to be creative and inovative in all phases and use others experiences. In order to avoid negative effects of restoration and develop improved methods and strategies, both scientific knowledge, experiences and inter-profession networks are important. We hope that this booklet may contribute to this.

### Preparing this Thematic Booklet

The work of preparing this survey has been carried out as a part of the the Nordic cooperation project RENO (Restoration of Damaged Ecosystem in the Nordic countries) and the strategic institute program REMA 2010 at NINA, as described in the preface of this booklet. All the Nordic participating countries in

RENO are currently preparing such national reports. But the countries are free to organize the work as it suits them best. In Norway, we have put great emphasis on including a diverse network of researchers and various authorities and agencies within the public administration. The projects have not been evaluated or classified related to "how good" or "how ecological" they are. At this stage the most important has been to get a diversity of projects. The next step could then be to do more scientific evaluations of selected projects and also a more systematic development of "best practice".

Some of the basis for this survey has been an existing Norwegian network with focus on vegetation establishment and revegetation. This has been an informal network where Bioforsk and NVE have taken care of the necessary administration, and with participation from research institutions (such as NINA, Bioforsk, HSF, UMB) and public administration (such as Forsvarsbygg, Statens vegvesen, NVE, Statkraft, DN, Jernbaneverket). This network has organized field excursions, meetings and workshops where network building and exchange of experiences has been the main goal. Beside this group we have complemented the list of contributors to the thematic booklet in order to include a diversity of projects and contributors.

The ambition was not to include all projects or actors who are occupied with restoration work in Norway. First of all, no one is able to catch up on everything that is going on, but we hope that this Thematic Booklet will make it easier in the future. Secondly, the professional limitation of the topic is not unambiguous, so that there may be projects which, in terms of theme, could have been included. Thirdly, RENO has focused on restoration after natural interventions, and thus there is a balancing as to the extent of including other types of restoration topics.

Two topics that are included only by selected examples are restorations of semi-natural landscapes and restoration of streams and rivers. A full survey of all the existing activity would lead to a shift of the thematic booklet away from the primary focus in RENO. Research and projects related to semi-natural landscapes and river habitats are carried out in universities, research institutes and institutions in addition to those included here.

### The content of the Thematic Booklet

The Booklet, as it appears, contains a total of 29 contributions, involving more than 15 different institutions and organizations. The contributions deal with activities in the mountains, rivers, wetlands, mires, cultivated landscapes, woods and one urban area. Most of the contributions have a focus on ecosystems and several deal with restoration of individual species, whereas a few projects have focused on recreation preparations. The contributions are evenly distributed between scientific research and practical measures.

The contributions included **restoration and revegetation of disturbed sites**, like development of new revegetation methods, the development of native plant material and concrete restoration measures with various objectives. A historic review of restoration in hydropower industry is also included. The projects are spread out over large parts of the country, a range of ecosystems including mountain areas, woods, meadows and wetlands. Urban and near urban areas that are heavily modified by man are also included among the contributions.

Some contributions are related to **individual species** and their terrestrial, limnical or marine habitats (Arctic fox, Wild reindeer, Brown trout and Freshwater pearl mussel).

Examples of **restoration in rivers and wetland** areas include both changes in water quality, re-adjustment of river beds and dams as well as obstructions for the migration of fish. **Restoration of semi-natural landscapes** is described both in a

general article as well as a few case- projects describing methods for restoration and management of cultivated landscapes.

### Network and dissemination

With this booklet we want to illustrate the diversity and content of present restoration activity in Norway. One important purpose of this report is to strengthen the interdisciplinary network in Norway – both through the joint work on this report and because new groups get information about what is going on. This may in its turn become the basis for new areas of cooperation. In addition, the distribution of all the national reports between all the participating countries in RENO will contribute to create and improve Nordic networks.

One goal of the RENO project is that the other Nordic countries may receive a glimpse of the work carried out in Norway, and that we may receive ideas and inspiration from them. In this way, we build knowledge and develop further research.

We hope the booklet will contribute to increased interest in restoration ecology beyond those already involved with such activities. Improved environmental solutions is dependent on the knowledge reaching those responsible for planning and managing the activities that causes disturbances and degraded nature. As important is communicating the knowledge and opportunities from restoration into the society of policy- and decision-makers. These are the ones who are to approve and accomplish decisions that may be a threat against nature and biological diversity. Knowledge about the opportunities, preventing and mitigating efforts may reduce the negative consequences and the loss of nature values.

# Fra grønne flater til økologisk restaurering: Fortid, nåtid og framtid

Haavard Østhagen (hvoe@nve.no) og Jon Arne Eie (jae@nve.no)

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Postboks 5091 Majorstuen, 0301 Oslo

## From greening to ecological restoration: Past, present and future

*This paper gives a short summary of historic and present efforts to improve landscape considerations following large scale hydropower development projects. From 1900 until late 1960s economic and technical considerations got almost complete focus. However, during the 1960s environmental considerations got increasing attention. In 1964 NVE hired a landscape architect to work with landscaping and revegetating the constructions, including gravel pits and spoil heaps. During the large projects in 1970-80s legislation was improved and NVE could instruct the developer to take environmental considerations. Today all developers need an approval from NVE to start their projects, including small- and large scale hydropower and wind-power, and NVE do superintend both during planning and management. This paper shows examples from revegetation of new and old heaps and pits.*

## Bakgrunn

Denne artikkelen gir et kort innblikk i hva som ble gjort av tiltak for å bedre de landskapsmessige forhold ved kraftutbygging fra den spede begynnelse og fram til i dag. Artikkelen omhandler ikke hva som gjøres av miljøforbedringer i konsesjonsprosessen hvor omsøkt prosjekt kan bli endret i løpet av prosessen. Artikkelen fokuserer på tiltak som er knyttet til inngrep i forbindelse med etablering av steindeponering (tipper), steinbrudd, morenetak og veibygging.

## De første store utbyggingene – økonomi og teknologi

De første store kraftutbygginger var i perioden fra ca. 1900 til 1930. Store anlegg som utbygging av Rjukanfossen med regulering av Møsvatn og utbygging i Numedal med Noreverkene og regulering av Tunhovdfjorden. Dette var i elektrisitetens barndom, fokus var rettet mot teknikk og økonomi og de miljømessige og landskapsmessige sider ble i praksis nesten ikke vektlagt. Tunneler ble bygd med håndboring og sprengningen ga mye og grov stein. Steinen ble kjørt ut på vagger med skinnedrift og tippet i rasvinkel. Det ble ikke gjort forsøk på å forme tippene. Som **Figur 1** viser

fremstår disse tippene i dag, selv etter 70 -90 år, med lite vegetasjon, kun litt skorpelav og ellers spredt vegetasjon.

I perioden fra ca. 1930 til 1950 var det depresjonstid og liten aktivitet. Økonomi var fortsatt styrende og miljø var ikke et aktuelt tema. Inngrepene ble overlatt til seg selv.

Den store utbyggingsperioden startet fra ca. 1950 og varte fram til ca. 1990. I første del av perioden var det stor aktivitet og hensikten var å bygge landet etter krigen. Mange store anlegg ble etablert, bl.a. i Telemark med Tokke-utbyggingen, i Hallingdal med Holverkene og regulering av Stolsvatn. I perioden ble det bygd opp mye tungindustri som trengte kraft, for eksempel smelteverk i Mo i Rana, aluminiumsverk i Årdal. Det hadde skjedd et sterk teknisk utvikling, store dammer ble bygd, men det var lite rom for miljøtenking. Mot slutten av 50-tallet og begynnelsen av 60-tallet ble miljøspørsmålene stadig mer fremme i diskusjonen om hva som kunne gjøres for å redusere de negative sidene av kraftutbygging.





**Figur 1.** Tipp fra Vemorkutbyggingen i 1917. Selv i dag er det bare spredt vegetasjon og en viss patina av skorpelav som preger tippet. - Spoil heap from Vemork, built in 1917. Even today there is hardly any vegetation at the surface. Foto/Photo: NVE.



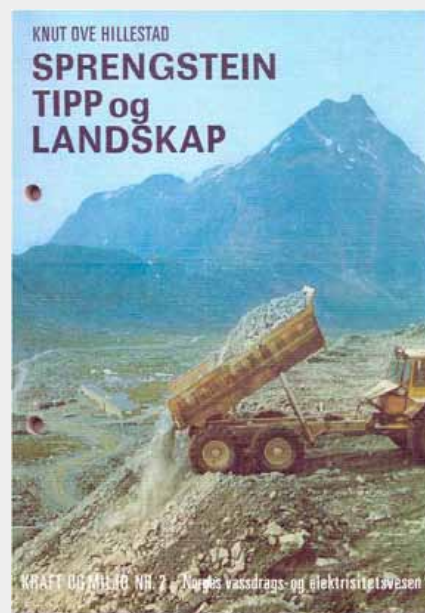
**Figur 2.** Forsøksflater med ulike arter og med ulik gjødsling lagt ut på Trillhustippet i Hallingdal i 1967. - Test-sites including experiments with different species and fertilizer at Trillhustippet, Hallingdal in 1967. Foto/Photo: K. O. Hillestad, NVE.



**Figur 3.** Fra et av forsøksfeltene på Trillhustippet i 1986. - One of the test-sites at Trillhustippet in 1986. Foto/Photo: K. O. Hillestad, NVE.

### Miljøtankene kommer

Konsekvensen av de nye tankene var at NVE fra 1964 tilsatte egen landskapsarkitekt som skulle ta seg av miljøspørsmålene. I starten la man særlig vekt på spørsmål som landskapsmessig virkning av inngrepene og hvordan steinmassene og steinbruddene kunne få en god og landskapsmessig tilpasning og om det var mulig å vegetasjonskle tiltakene. Det ble derfor startet mange forsøk med bruk av vegetasjon for å dempe virkningen av inngrepene. Det ble gjort forsøk med tilplanting med ulike tresorter og såing med ulike arter av urter og gress sammenlignet med naturlig innvandring. Det ble også gjort forsøk med ulike gjødselsmengder med ulik sammensetning (**Figur 2 og 3**). Tanken var at en forsiktig vegetasjonsetablering så raskt som mulig ville legge forholdene raskere til rette for naturlig innvandring. Den første systematiske gjennomgangen av erfaringene med vegetasjonsetablering er fra 1973 (**Figur 4**).



**Figur 4.** I 1973 utga NVE den første systematiske gjennomgangen av erfaringene med vegetasjonsetablering på tipp. - In 1973 NVE published the first review from vegetation experiences on heaps.





**Figur 5.** Ved bygging av Sysendammen på 1970-tallet ble morenemasse hentet fra et område ved Tråstølen på Hardangervidda. Etter uttak ble terrenget formet og tilsådd med grasarter. Målet var at videre vegetasjonsutvikling skulle skje ved at stedege arter vandret inn. Bildet viser situasjonen i 2008. Man kan fortsatt finne enkelte eksemplarer av grasarter som må stamme fra det som ble sådd, men stedegen vegetasjon var dominerende. - Sysendammen was built in 1970 using moraine from Tråstølen. Following the excavation the site was landscaped and seeded to improve natural recovery of new vegetation. The picture is taken in 2008, and some of the seeded species are still present, but native species are dominating. Foto/Photo: J. A. Eie.

Konklusjonen på disse forsøkene kan kort oppsummeres med at tilsåing, eventuelt tilplanting med furu eller bjørk sammen med forsiktig gjødsling ble anbefalt. Det var viktig at dette ble utført så fort som mulig etter at tippmassene ble lagt ut for å hindre utvasking av finstoffer i de øvre lag. Blant de mest brukte frøsortene som ga bra resultat var sauesvingel, rødsvingel og engkvein.

Utover på 1970-80- tallet økte antall medarbeidere og betydelig vekt ble lagt på utvikling av tiltak i elver, som eksempel terskler, og vegetasjonsetablering og oppfølging av store prosjekter som Ulla- Førre-utbyggingen i Suldal, Eidfjordutbyggingen, Orkla-

Grana-utbyggingen i Trøndelag og Ranautbyggingen i Nordland. Eksempler på restaureringstiltak fra Ranautbyggingen er beskrivelsen av hva som ble gjort i forbindelse med det store morenetaket i Umskar og morenetaket Tråstølen på Hardangervidda som ble etablert i forbindelse med byggingen av Sysendammen, en del av Eidfjordutbyggingen (**Figur 5**).

Fra årtusenskiftet og fram til i dag er det ikke mange store prosjekter som er gjennomført. En kort beskrivelse av vegetasjonstiltak på tipper knyttet til Øvre Otta-utbyggingen er gitt av Eie & Hamarsland i denne boka.



**Figur 6.** I løpet av de siste årene har det vært en kraftig vekst i utbygging av småkraftverk. Rørgaten blir nedgravd og terrenget formet. Der forholdene ligger til rette for det er målet at naturlig vegetasjon over tid vil etablere seg. Fra Oltedal småkraftverk i Sirdal kommune. - During the last years the interest for small-scale hydropower projects has increased. The pipe is normally buried and the site is landscaped. In most sites natural recovery of vegetation will occur. The picture is from Oltedal power plant in Sirdal. Foto/ Photo: J. A.Eie.



**Figur 7.** Utbygging av vindkraft medfører veibygging og oppstillingsplasser i skrinne områder hvor vegetasjonsetablering og god landskapsmessig forming følges opp av NVE. Fra Bessakerfjellet vindpark i Roan kommune. - Development of wind-power mills requires roads and parking sites, and vegetation and landscaping are relevant issues. The picture is from Bessakerfjellet in Roan. Foto/Photo: J. A. Eie.

## Ny tid og nye problemstillinger

I dag er de store utbyggingsprosjektene tid forbi. Tiden er preget av rehabilitering av flere av de eldre kraftverkene bygd på 50-tallet og tidligere. Det kan være ombygging av store dammer som Stolsvassdammen i Hallingdal og vi kjenner til mange dammer som i løpet av de nærmeste årene skal rehabiliteres.

Det er stort engasjement på bygging av småkraftverk (< 10 MW). Disse prosjektene har som hovedregel ikke reguleringsmulighet. De utnytter en fallstrekning og har inntak og utløp i elv. Rørgaten graves eller sprenges ned. En utfordring er at det neste alltid må bygges vei opp langs rørgate og til inntak. I løpet av de siste 10 år er det bygd ca. 300 nye småkraftverk. Hvert prosjekt medfører ikke så store inngrep, men samlet blir det mange inngrep. NVE har i dag sterke hjemler til å følge opp disse prosjektene. Alle planer skal sendes inn og godkjennes av NVE før utbyggingen kan starte og de følges opp i byggetiden. Til forskjell fra tidligere hvor utbyggerne hovedsakelig var store offentlig eide selskap, er mange av selskapene i dag små og mindre profesjonelle og har variabel vektlegging av de landskapsmessige forhold. De fleste prosjektene får god utforming og over tid vil rørgater gro til, ettersom de fleste prosjektene ligger under skoggrensen (**Figur 6**).

I løpet av de siste år er det også økt fokus på bygging av vindkraftparker (**Figur 7**) som medfører inngrep i eksponert kystterreng hvor det er sparsomt med løsmasser og vegetasjon. Nye store kraftledninger medfører også inngrep i form av veier, riggplasser og mastepunkter.

Ved alle disse prosjektene er hovedregelen at man satser på naturlig revegetering, men for å hindre erosjon og utvasking av finstoffer brukes i noen tilfeller tilsåing og planting. Stedegent plantemateriale prioriteres dersom det er tilgjengelig, ellers brukes tilgjengelig plantemateriale av norske arter. Det arbeides med å fremskaffe stedegent materiale.

Sommeren 2009 kom Lov om naturens mangfold (naturmangfoldloven) som setter forbud mot introduksjon av plantearter og sorter som ikke naturlig forekommer i Norge. Her er det fortsatt mange uavklarte spørsmål knyttet til hvordan lovverket vil bli praktisert.

## Litteratur

- Hillestad, K. 1973. Sprengstein Tipp og Landskap. Kraft og Miljø nr 2- Norges vassdrags- og energivesen. 120s.
- Hillestad, K. 1983. Morenetaket i Umskar. Kraft og Miljø nr 5. Norges vassdrags- og energivesen 52s.
- Hillestad, K. 1988. Sysendammen og landskapet -88. Kraft og Miljø nr. 15. Norges vassdrags- og energiverk. 79s.
- Odland, A. og Skjerdal G. 1996. Vegetasjonsutvikling på Trillhustippen i Hallingdal. Undersøking av to forsøksfelt etter 27 år. Høgskolen i Telemark, Bø
- Skjerdal, G. og Odland A. 1995. Vegetasjonsutvikling på 15 steintippar i Sør- Noreg. Ei botanisk-økologisk vurdering etter opp til 40 år med suksesjon. Høgskolen i Telemark, Bø

# Revegetering av steintipper i fjellet

Knut Rydgren<sup>1</sup> (knut.rydgren@hisf.no) Rune Halvorsen<sup>2</sup> og Arvid Odland<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Høgskulen i Sogn og Fjordane, avdeling for ingeniør- og naturfag, Postboks 133, 6851 Sogndal, Norge

<sup>2</sup> Botanikk-seksjonen, Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo, Norway

<sup>3</sup> Høgskulen i Telemark, 3800 Bø, Norge

## Vegetation development on spoil heaps in mountain areas

*The surplus of rock material that arises from tunnel construction, which is part of the development of hydroelectricity, is deposited in spoil heaps. There is a request that the vegetation on these man-made constructions should develop towards their undisturbed vegetation. In the first part of this project our aims are to examine the similarity between alpine spoil heaps and their undisturbed surroundings with regard to vegetation cover, species richness, species composition and soil conditions. Moreover, we also examine whether the species composition of the spoil heaps follows a successional trajectory towards the undisturbed surroundings. Two field seasons have been accomplished and we will soon finish a manuscript based on the first year data. We hope to continue the project for at least one more field season. Thereby acquiring data for a broader geographical scale and increasing the validity of our conclusions.*

## Problemstilling og mål

Prosjektet har to delmål. Første del av prosjektet har som mål å undersøke steintipp-vegetasjonens suksjonsrater og hvor raskt vegetasjonen på steintippene utvikler seg mot referansene (uforstyrret vegetasjon i omgivelsene). Andre del av prosjektet har som mål å framskaffe kunnskap om effekter av ulike behandlinger og konstruksjonsmåter av steintipper, og derigjennom vurdere om det er et forbedringspotensial dersom nye steintipper skal bygges eller gamle re-konstrueres.

## Kort prosjektbeskrivelse, lokalitet, hovedtilnærming, type data

Det følger betydelige naturinngrep i kjølvannet av utviklingen av fornybar energi. Steintipper i høgfjellet er et slik inngrep og utgjør et betydelig landskapsinngrep (**Figur 1**). Det er ønskelig at vegetasjonen på steintippene utvikler seg mest mulig i retning av omgivelsenes vegetasjon. Vegetasjonsetableringen på steintipper har blitt forsøkt fremmet på ulike måter de seinere tiår, i særdeleshet ved tilførsel av frø og næring. Hvorvidt dette har hatt en positiv effekt er tvilsomt og i beste fall uklart.

Vi har så langt samlet inn vegetasjons-data (ruteanalyser i 0.5 x 0.5 m plot) fra 12 steintipper og deres uforstyrret omgivelser på Vestlandet. Vi undersøkte fem lokaliteter i 2008 og syv lokaliteter i 2009. Alle lokalitetene ligger i Sogn og Fjordane. I første del av prosjektet inngår analyser av de fem lokalitetene fra 2008, som er fra Aurland og Lærdal kommuner. Der sammenlikner vi 2008-dataene med tilsvarende data fra de samme tippene fra tidlig 1990-tallet. Vi har blant annet analysert utviklingen i dekningsvariabler, artsantall-variable (to-veis Anova med tid og lokalitet som hovedfaktorer) og vegetasjonssammensetningen (GNMDS-ordinasjon).

## Organisering og finansiering

Prosjektet ledes av Knut Rydgren med Rune Halvorsen og Arvid Odland som samarbeidspartnere. Gudrun Skjerdal, Inger Auestad, Liv Norunn Hamre, André F. Husabø, Silje F. Husabø, Bente K. Husabø og Ulrike Hanssen har jobbet på prosjektet som feltassistenter. Sistnevnte som er bachelor-student ved Høgskulen i Sogn og Fjordane, skriver dessuten bachelor-opp-gave i tilknytning til prosjektet. Prosjektet er finansiert av EBL,





**Figur 1.** Steintipp i Øydalen, Lærdal kommune, Sogn og Fjordane. - Spoil heap in Øydalen, Lærdal municipality, Sogn og Fjordane county. Foto/Photo: K. Rydgren.

NVE og HSF. Prosjektet startet i juli 2008 og vil forhåpentligvis pågå ut 2011. Så langt er to feltsesonger gjennomført.

### Oppsummering av resultater

Dekningen av karplanter per rute har økt signifikant fra 13 % til 19 % mellom de to tidspunktene. Like fullt er det langt igjen til deknningen i omgivelsene som er på 59 %. Dekningen av moser og lav (samlet) per rute har økt signifikant fra 29 % til 48 %, og er på samme nivå som i omgivelsene (48 %). Det totale artsantallet per rute har økt signifikant fra 9,9 arter på tidlig 1990-tallet til 22,4 arter i 2008. Til sammenligning er det gjennomsnittlige artsantallet per rute i omgivelsene 26,2 arter.

Artssammensetningen på steintippene har endret seg betydelig siden tidlig 1990-tallet, og er nå vesentlig mer identisk med den

uforstyrta vegetasjonen i omgivelsene. På bakgrunn av forflytningsmønsteret i 'ordinasjonsrommet' estimerer vi at i løpet av ca. 10 – 20 år så har steintippene en vegetasjon som har blitt mer eller mindre identisk med vegetasjonen i omgivelsene.

### Anvendelse

Det er for tidlig i prosjektet å si noe om anvendelsen. Men målet er å kunne si noe om hvor vellykket måten å konstruere steintipper på har vært, og om det er et forbedringspotensiale når det gjelder konstruksjonsmåte av steintipper i høgfjellet.

### Publikasjoner

Det planlegges flere publikasjoner fra prosjektet. Den første er under utarbeidelse.

# Vegetasjonsetablering på tipper knyttet til Øvre Otta-utbyggingen

Jon Arne Eie (jae@nve.no) og Arne Hamarsland (ath@nve.no)

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Postboks 5091 Majorstuen, 0301 Oslo

## Revegetation of heaps related to large hydropower development in Øvre Otta

*Øvre Otta is among the latest large-scale hydropower development projects in Norway. Large tunnels caused the need for deposition of stone in heaps. Four large heaps are described in this manuscript, situated from 480 to 910 m asl. The two at highest elevations are revegetation by turfs of vegetation including *Betula* and *Salix*-species. The shape of the heaps is formed by using large stones and creating a heterogeneous surface. The other two heaps are situated in pine forest and have been planted by *Pinus sylvestris*. In one part of the Øyberget heap deposits from a sewerage system have been used as a source of organic material. A high number of pioneer species established, but mortality was very high during 2-3 years.*

## Bakgrunn

Norges elektrisitetsproduksjon er basert på utnyttelse av vann. Vannkraftprosjekter har vært gjennomført i mer enn 100 år. De store prosjektene ble hovedsakelig gjennomført i perioden 1950 - 80. I dag er de aller fleste vannkraftprosjekter utbygging av små elver hvor kraftverkene bygges i dagen og rørgate graves/ sprenges ned fra inntak til kraftstasjon. NVE har helt fra slutten av 1960-tallet hatt hjemmel i konsesjonsvilkårene til å følge opp landskapsmessige og økologiske forhold ved slike utbygginger. Vilkårene har over tid blitt skjerpet.

## Øvre Otta utbyggingen

Utbyggingen av Øvre Otta er et av de få større prosjekter som er bygd i senere tid og hvor kraftstasjoner og vannveier er bygd i fjell. Dette medfører store mengder stein som må deponeres i tipp. Øvre Otta er et eksempel på hva som gjøres med de store steinmasser som skal deponeres. Det er utbyggers ansvar å følge opp at konsesjonsvilkårene overholdes. Dette innebærer blandt annet at de må følge opp at det skjer en tilfredsstillende vegetasjonsutvikling og at det ikke skjer uttak av masser fra de tipper hvor dette ikke skal skje. Der det er gitt tillatelse til uttak av masser skal dette gjøres i henhold til en plan godkjent av NVE. NVE vil med hjemmel i internkontrollforskriften påse at utbygger overholder vilkårene og kan eventuelt pålegge tiltak for å bedre vegetasjonsutviklingen.

Øvre Otta-utbyggingen ligger øverst i Ottavassdraget, et sidevassdrag til Gudbrandsdalslågen. Utbyggingen strekker seg fra Breidalsvatn som på høyeste regulerte vannstand ligger på 900 m oh til utløp fra Øyberget kraftverk på 574 m o.h. I denne presentasjonen omtales de fire største tipperne:

**Tipp Breidalen** 910 m o.h. inneholder ca. 356 000 m<sup>3</sup>. Tippen ligger i bjørkebeltet i et småkupert landskap med dels mye stor stein. Deler av tipp Breidalen skal nyttes som parkeringsplass i forbindelse med hyttefelt og utfartsområder i nærheten. Tippens hovedarealer skal tilbakeføres til en naturlig utseende tilpasset omkringliggende terreng.

**Tipp Raudalen** 900 m oh, inneholder ca. 270 000 m<sup>3</sup> masse. Tippen ligger i bjørkebeltet i et ravinepreget landskap med innslag av gamle furutrær. Ved etableringen var det en forutsetning at tippen ikke skulle være synlig fra ei setergrend lenger ned i dalen og at det ikke skal tas ut masser fra tippen.

**Tipp Framruste** 650 m o.h. Tippen inneholder ca. 645 000 m<sup>3</sup> masse. Tippen ligger i lyngfuruskog. Ved utlegging var det en forutsetning at tippen i minst mulig grad skulle være synlig fra riksvei 15 Strynefjellsveien. Det er lagt til rette for at tippmasser kan tas ut i henhold til godkjent uttaksplan.





**Figur 1.** Deler av tipp Breidalen skal tjene som parkeringsplass. For å bryte opp den store parkeringsflaten, ble det lagt opp en vegetasjonkledd ranke midt over plassen. - Part of the heap Breidalen is turned into a parking area. To split the large, homogenous site a dike covered by vegetation is placed across the area. Foto/Photo: A. Hamarsland, august 2009.



**Figur 2.** Tipp Breidalen ferdig overflatebehandlet, men før vegetasjonsetablering. - Heap Breidalen completed, however before the revegetation. Foto/Photo: A. Hamarsland, september 2008.

**Tipp Øyberget** 480 m o.h. Tippet inneholder ca. 600 000 m<sup>3</sup> masser. Tippet ligger i lavfurskog i et av Norges mest nedbørfattige strøk. Noe av tippet er avsatt til ulike aktiviteter, mens mesteparten skal vegetasjonsdekkes og på sikt kles med furuskog.

Øvre Otta DA er ansvarlig utbygger og bærer kostnaden med utlegging av vekstmasser og revegetering. Målet er både å få en god form på tippene og få etablert et naturligt vegetasjonsdekke.

### Tiltak på de enkelte tippene

**Generelt:** Vegetasjonsdekke og vekstmasser ble der det var mulig, gravd bort, tatt vare på og brukt i revegeteringen. På grunn av skrint jordlag og mye stein i massene, var det generelt lite å hente av masser på denne måten. Det meste av vekstmasser måtte derfor hentes eksternt.

Det er lagt vekt på å skape variasjon i tippenes overflate, både ved å gi dem en bølgende/kupert utforming med høydevariasjoner på 1 – 1,5 m og ved å variere tykkelsen på vekstlaget. Det er også lagt ut stein i overflaten. Dette for å skape en spennvidde i vekstforhold som fremmer at flere ulike arter finner steder å etablere seg og at det således skapes en mosaikkpreget vegetasjon.

Tippfrontene har en maksimal helning på 1:2,5 til 1:3 for å sikre mot erosjon og problemer med vegetasjonsetablering. Tippflatene er lagt med et fall på 1:10 til 1:20.

**Tipp Breidalen:** Steinmassene ble lagt ut i perioden 2005 til 2008. Deler av tippflaten er lagt ut til 270 parkeringsplasser for hyttene i området. Dette er vesentlig mindre enn det som var ønsket lokalt, men det ble valgt å underordne parkeringsplassen til fordel for tippens hovedform. For å bryte opp den store parkeringsflata, ble det lagt opp en vegetasjonkledd ranke midt over plassen (**Figur 1, 2 og 3**).

**Tipp Raudalen.** Steinmassene ble lagt ut i perioden fra 2005 til 2007. Overflateforming, utlegging av vekstmasser og såing med stedstilpasset frøblanding ble gjort i 2008. I 2009 ble det hentet inn store vegetasjonsflak/matter med mindre bjørketrær fra et nærliggende område. Disse flakene/mattene ble gravd ned i tippoverflaten slik at vegetasjonsflakene ble liggende som søkk på 10-30 cm. Dette for å bedre tilgangen på vann og hindre uttørring (**Figur 4**).

**Tipp Framruste.** Steinmassene ble lagt ut i perioden fra 2004 til 2008. Tippet ble formet sommeren 2009. Denne tippet skiller seg fra de andre tippene ved at det legges til rette for masseuttak fra den. Dette vil imidlertid gå over svært lang tid og det er



**Figur 3.** På Tipp Breidalen er det lagt vekt på å skape en rufsete overflate med mye stein i dagen da dette er gjennomgående for de omkringliggende områder. - The heap Breidalen is created by large number of stones to make a heterogeneous surface, and also to correspond with the natural surroundings. Foto/Photo: A. Hamarsland.



**Figur 4.** Tipp Raudalen. De store vegetasjonsflakene ble gravd ned 10-30 cm for å redusere faren for uttørring. - Heap Raudalen. The large turfs were placed 10-30 cm deep into the soil to reduce desiccation. Foto/Photo: A. Hamarsland, juli 2009.

derfor satt samme krav til overflatebehandling og revegetering som ved øvrige tipper. Det ble knust masser på tippen i 2008. Foreløpig uttaksplan ble ikke fulgt og masselagrene som lå igjen etter knusingen har forsinket ferdigstilling av overflate og vegetasjon.

**Tipp Øyberget.** Steinmassene ble lagt ut i perioden 2003 til 2005. Tippen ligger rett bak inngangen til kraftstasjonen (**Figur 5**). Vegetasjonstypen i området er høyreist furuskog. I perioden 2005-2008 ble det plantet ut et stort antall pluggplanter av furu. En del av plantene tørket ut, men som Figur 7 viser overlevde mesteparten. På deler av tippfronten ble det i 2005 lagt ut omdannede masser fra et kommunalt rensaneanlegg. Høsten 2005 kom det opp store mengder ettårig planter, meldstokk, høymol, då-arter og andre typiske pionerplanter på disse massene. Noe oppslag ble registrert i 2006, men i 2007 var disse pionerplantene borte.



**Figur 5.** Tipp Øyberget. Tippen ble formet og tilplantet med pluggplanter av furu. Selv om en del gikk ut har mesteparten overlevd og er i god vekst. - The heap Øyberget. The heap was shaped and planted by *Pinus sylvestris*. There has been some mortality, but most of the plants have survived and are growing well. Foto/Photo: A. Hamarsland, juli 2009.



# Økologisk restaurering av naturinngrep i høgfjellet og i Arktis — utvikling av metoder

Dagmar Hagen (dagmar.hagen@nina.no)

Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

## Ecological restoration of arctic and alpine disturbed sites — developing restoration methods

*The increased pressure on wilderness areas in arctic and alpine areas has raised the question of using restoration as a management strategy. Arctic and alpine nature areas are under increased pressure from anthropogenic disturbances and processes of natural recovery are slow due to the climatic conditions. The formulation of realistic goals must be the initial part of any restoration project. Ecological knowledge and society considerations are essential to formulate such goals. During the last 20 years a wide range of restoration methods have been developed and tested in Norwegian mountain areas, mainly Dovrefjell. They can be separated in three groups: use of native plant materials (seeds and cuttings), nutrient supply (mineral fertilizer, dung and alginates) and use of native soil and landscaping. Methods are both tested scientifically in small scale plots, and are also tested for large scale management restoration.*

### Problemstilling og mål

Naturområder i fjellet og i Arktis har tradisjonelt vært oppfattet som villmarksområder, men i dag ser vi kraftig økning av menneskelige inngrep og påvirkning på naturverdier, fra små skader opp til store landskapsinngrep. Økologiske prosesser og naturlig gjenvekst går seint i fjellet og under enkelte betingelser vil ikke ødelagte områder vokse til, men inngrepene blir værende. For å gjenopprette naturverdier og legge til rette for etablering av ny vegetasjon i slike inngrep kan det være nødvendig å sette i verk aktive restaureringstiltak. Utvikling av gode metoder og prosedyrer på restaurering er et bidrag til å bevare naturverdier i fjellet og i Arktis.

Restaurering i villmarksområder må ta utgangspunkt i økologisk kunnskap. Tiltakene skal ha som mål å tilrettelegge for naturlig gjenvekst, gjennom å utnytte de økologiske prosessene på stedet. Tiltakene skal ikke være en trussel mot naturverdier i områdene for eksempel i form av nye tekniske inngrep eller genetiske forurensing.

### Forskningsprosjekt

Gjennom forskningsprosjekter i norske fjell og Arktiske områder har vi fått en del erfaring med ulike restaureringsmetoder, både vitenskapelig kunnskap og også mer praktiske erfaringer med bruk av enkelte av metodene i stor skala. I denne artikkelen beskrives hovedfunn og erfaringer med noen hovedtyper av metoder:

- tilsåing eller tilplanting med stedeegne arter
- bruk av ulike former for næringstilsetning
- jordbearbeiding og terrengforming

Hovedtyngen av data er samlet i Hjerkinnskytefelt på Dovrefjell, men også erfaringer fra prosjekter i andre fjellområder og på Svalbard inngår i sammenstillingen.

Arbeidet med restaureringsmetoder startet på Dovrefjell (Hjerkinnskytefelt) i 1989 på initiativ fra Forsvaret for å redusere synligheten av tekniske anlegg i fjellet. Et metodeutvi-



**Figur 1.** Stiklinger av grønnvier (*Salix phylicifolia*) og mjølbær (*Arctostaphylos uva-ursi*) ble hentet fra lokaliteten som skulle restaureres og oppformert i veksthus. Påfølgende sommer ble de plantet ut i lokaliteten. Cuttings of *Salix phylicifolia* and *Arctostaphylos uva-ursi* collected at a disturbed site and propagated in the greenhouse. The new plants were put out at the site the subsequent summer. Foto/Photo: D. Hagen.

klingsprosjekt ble gjennomført i perioden 1989-1994 (Hagen 1994) og i de påfølgende år ble noen av metodene brukt i større skala (Bjørklund & Hagen 1997). Eksperimentering og utprøving av metoder har fortsatt videre siden 1998 fram til i dag. Resultatene har inngått i en doktorgrad og så langt en hovedfagsoppgave (Hagen 2002, Strømsæther 2006) og har vært presentert på konferanser og møter i innland og utland (for eksempel Hagen 2006a, Hagen 2007) og i mer populære sammenhenger (Hagen 2005, Hagen 2006b). I løpet av denne perioden ble det vedtatt at skytefeltet skulle avvikles og områdene "tilbakeføres til en mest mulig opprinnelig naturtilstand" (se Martinsen og Hagen i dette heftet) og økologiske kunnskap skal være fundament i framtidige restaureringstiltak. Fremdeles er det stor faglig aktivitet knyttet til videreutvikling av metoder og overvåking av gjennomførte tiltak, både i regi av NINA og som del av tilbakeføringsprosjektet til Forsvarsbygg på Hjerlinn. Dette vil bidra med ny kunnskap om økologisk restaurering i fjellet i årene som kommer.

## Resultater

Det mest grunnleggende resultatet vi har etter mange års utvikling og eksperimentering er at praktiske tiltak skal settes ut i livet må det formuleres realistiske mål. Dette krever god **økologisk** kunnskap om den enkelte lokalitet. Realistiske mål krever også en vurdering av **tekniske** muligheter og begrensninger, samt kjennskap til lokale og sentrale **aktørers** forventninger, ønsker og prioriteringer (se f.eks. Hagen et al. 2002). Resten av teksten har fokus på den økologiske komponenten i restaureringsmetodene.

### Stedegent plantemateriale i restaurering

Gjennom forsøk i norske fjell og på Svalbard finnes del kunnskap og erfaringer med bruk av frø eller stiklinger fra stedegent plantemateriale. Frø fra en rekke vanlige arter viser god spireevne (Hagen 2002) og også mange busker og lyngarter fra fjellet lar seg greit oppformere som stiklinger i veksthus (Hagen 2007). Når de oppformerte plantene settes ut i inngrepene er overlevelsen avhengig av om artene er tilpasset de økologiske forholdene på stedet, samt av kondisjonen (kvaliteten) på plan-

tene. Erfaringer så langt tyder på at busker og lyng har bedre overlevelse enn urter. Studier av både grønnvier (*Salix phylicifolia*) og mjølbær (*Arctostaphylos uva-ursi*) (Figur 1) viser god overlevelse, men svært sakte vekst de første årene etter utplanting. Etter 6-7 år øker den overjordiske veksten og individene kan fungere som startpunkter for ny vegetasjon selv i ekstreme inngrep. Oppformering og utplanting er en ressurskrevende metode som er mest aktuell i små inngrep med spesiell fokus på økologiske eller bevaringsbiologiske mål. En annen aktuell restaureringsmetode er hånd-innsamling av stedegent frø. Slike frø kan såes direkte ut i inngrepene, men her er det foreløpig lite systematisk kunnskap om tilslag og vekst. Alternativt kan frøene brukes som basis for oppformering av frø i planteskoler (se Martinsen & Oskarsen og Aamlid & Sæland i dette heftet for nærmere beskrivelse av metoden).

### Bruk av ulike former for næringstilsetning

I fjellet er det sakte vekst og lav omsetning av næringsstoff. Dette fører til en naturlig mangel på plantenæringsstoff (særlig nitrogen og fosfor) i noen områder. Ved å tilføre disse næringsstoffene på ødelagte lokaliteter vil det raskt observeres en effekt på vegetasjonen. I en lokalitet med litt vegetasjon vil tilført gjødselmengde på 20 g/m<sup>2</sup> gi kraftig vekst, økt dominans av grasarter, økt blomstring og kraftig grønnfarge, sammenliknet med omkringliggende, ikke-gjødsle områder. I lokaliteter uten naturlig næringsmangel eller helt uten vegetasjon oppnås ikke tilsvarende effekt av tilført gjødsel. Det er også noe erfaring med bruk av alginater som næringstilskudd i ekstreme naturinngrep. Foreløpige resultater tyder på at alginat i kombinasjon med frø gir økt vekst og blomstring sammenliknet med fullgjødsel på kort sikt, men vi har foreløpig ikke tidsserier som kan dokumentere den langsiktige økologiske effekten av alginat i høgfjellet. Naturgjødsel har samme kortsiktig effekt som kunstgjødsel, men kan i tillegg føre til spredning av fremmede arter fra fôr (eks. kvitkløver *Trifolium repens*).

### Jordbearbeiding og terrengforming

Bruk av eksisterende toppmasser er et godt utgangspunkt for restaurering. I slike masser er det jordorganismer, frø og plantefragmenter som gir et godt startpunkt for naturlig gjenvekst. Ved restaurering av gamle inngrep er tilgang på slike masser dårlig. God planlegging og bevissthet om verdien av toppmasser er viktig for optimal utnyttelse av ressursen. Toppmassene må legges løst på og ikke komprimeres, da unngås ersojon, frø og fragmenter kan fanges opp og grunnlaget for gjenvekst er til stede. Tekniske inngrep fører ofte til endra terrengform (Figur 2). Terrengform er styrende for hvilke vegetasjonstyper som

etablerer seg. Tilrettelegging for naturlig gjenvekst må derfor innebære tilbakeføring av opprinnelig terrengform, så langt det er mulig. Terrengforming og bruk av toppmasser setter krav til planlegging og til kompetanse hos entreprenøren for å unngå terrengskader og nye inngrep.

### Anvendelse

Det arbeidet som er gjennomført på Dovre og andre norske fjellområder, samt Svalbard de siste 10-15 år er et bidrag til den internasjonale forskningen på restaurering i ekstreme naturmiljø. Tilsvarende forskning foregår i Nord-Amerika, Grønland, Island og i europeiske fjellområder. I årene som kommer vil det komme nye vitenskapelige artikler fra arbeidet i Norge og nettverksbygging mot fagmiljøer i andre land skal videreføres og styrkes.

Fjellområdene utsettes for stadig nye påvirkninger og framtidig forvaltning og bevaring av naturverdier er en uttalt utfordring og fokus i norsk arealforvaltning. Den forskningen som er beskrevet her har hele tiden hatt et anvendt fokus, og parallelt med vitenskapelige eksperimenter er de ulike metodene testet og vurdert med tanke på bruk i stor skala.

### Noen utvalgte publikasjoner

- Bjørklund, I. & Hagen, D. 1997. Revegetering og landskapspleie i Hjerkinns skytefelt 1996-97. Sluttrapport SMU-rapp. nr. 7/97. 45 s. SMU, Trondheim.
- Hagen, D. 1994. Revegetering i Hjerkinns skytefelt - utprøving av metodar som utgangspunkt for forvaltning, og forebygging av terrengslitasje. Universitetet i Trondheim. Rapport. 4. - Senter for miljø og utvikling, NTNU, Trondheim.
- Hagen, D. 2002. Propagation of native Arctic and alpine species with a restoration potential. - *Polar Research* 21: 37-47.
- Hagen, D. 2005. Revegetering i Hjerkinns skytefelt. - *Park og Anlegg*: 18-20.
- Hagen, D. 2006. Restoration of severely disturbed alpine and arctic vegetation in Norway using native species - an integrated approach. Restoration targets and reproduction and survival strategies of species on extreme sites. - I Krautzer, B. & Hacker, E., red. *Soil-Bioengineering: Ecological Restoration with native plant and seed material. Proceedings from conference*: 5.-9. September 2006. HBLFA, Raumberg-Gumpenstein. S. 63-70.
- Hagen, D. 2006. Tilbakeføring av Hjerkinns skytefelt til en mest mulig opprinnelig naturtilstand –muligheter, ønsker og dilemmaer. - I Trondhjems Turistforening, red. *Tur-Glede 2006 Årbok TT*, 2006. S. 108-118.





**Figur 2.** Fysiske inngrep i fjellet fører til endra terrengform, ødelagt vegetasjon og endra jordegenskaper. Gjenvekst vil føre til en ny vegetasjon som er svært forskjellig fra den omkringliggende og den opprinnelige. Gjenetablering av opprinnelig terreng er et grunnleggende tiltak for å tilrettelegge for naturlig gjenvekst. *Physical disturbance in mountain areas affects terrain, soil and vegetation. Natural recovery will create vegetation different from the original. Restoration of terrain and physical conditions is essential for recovery of vegetation corresponding the surroundings or prior to the disturbance.* Foto/Photo: D. Hagen.

- Hagen, D. 2007. Native willows (*Salix* spp.) in restoration – a technical solution with ecological and social fidelity. - I Halldorsson, G., Oddsdottir, E. S. & Eggertsson, O., red. Effects of afforestation on ecosystems, landscape and rural development. AFFORNORD conference June 18-22. TemaNord 2007:508. Reykholt, Iceland. S. 139-146.
- Hagen, D. 2007. Restoration ecology as a management tool in the development of sustainable tourism in arctic and alpine regions -I Jokimäki, J., Kaisanlahti-Jokimäki, M.-J., Tuulentie, S., Laine, K. & Uusitalo, M., red. Environment, Local Society and Sustainable Tourism. Arctic Centre Reports 50. University of Lapland, Rovaniemi. S. 52-62.
- Hagen, D., Aasetre, J. & Emmelin, L. 2002. Communicative approaches to restoration ecology: a case study from Dovre Mountain and Svalbard, Norway. - Landscape Research 27: 359-380.
- Strømsæther, J. T. 2006. Fra slagmark til nasjonalpark? - undersøkelse av naturlig suksesjon i forstyrrede områder og problemstillinger knyttet til framtidig forvaltning i Hjerkinns skytefelt. Masteroppgave. - Institutt for biologi, NTNU, Trondheim. 78.



# Økologisk restaurering etter naturinngrep. Metoder for vegetasjonsetablering etter utbygging av kraft- og veganlegg

Per Anker Pedersen ([per-anker.pedersen@umb.no](mailto:per-anker.pedersen@umb.no)) og Line Rosef ([line.rosef@umb.no](mailto:line.rosef@umb.no))

Faggruppe grøntmiljø, IPM, Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB), Postboks 5003, 1432 Ås

## Ecological restoration of disturbed nature sites. Development of ecologically sound methods for revegetation following hydropower development and large road projects

*This project focuses on restoration of degraded land after building of roads and reservoirs for production of hydroelectric power. The main objectives are to develop ecologically sound methods for revegetation. Documentation and evaluation of former and present restoration procedures from three alpine sites in Southern Norway; Bitdalen, Kalhovd, and Halne is emphasized and in situ experiments on plant establishment is described. In Bitdalen a quarry made for dam rehabilitation is restored. A modified topography was constructed from waste rock, subsoil and topsoil. Patches of existing vegetation adding up to 1300 m<sup>2</sup> was removed, stored for two years and successfully transplanted. 60% of transplanted birch trees (stems) survived the first year after transplanting, and the root systems of all trees survived as basal shoots emerged. After one growing season a vegetation cover of about 20% had developed from spontaneous revegetation from the topsoil. At Kalhovd a number of road cuts and sand pits are restored by translocation of local soils and transplantation of existing vegetation patches. *Luzula multiflora* ssp. *frigidigida* and *Festuca ovina* raised from site specific seeds were planted in road cuts to study the effects of environmental factors on plant survival as well as the plants ability to stabilize the soil. At Halne 20 non site-specific species mainly meadow species and weeds germinated on imported soils, some of them still spreading after 5 years. Spontaneous germination of site-specific *Festuca ovina* on imported soil was also observed. In an experiment with plants raised from several site-specific *Salix* spp. clones the establishment was successful and survival rate was high. On organic soils, seedlings from local *Salix* species were germinating frequently after 5 years. After 5 years, lichen fragments had easily established on coco-nets used for erosion control on very exposed slopes.*

### Problemstilling og mål

Som følge av veg- og kraftutbygging endres store arealer av norsk natur. Flere av disse anleggene er lokalisert i høyfjellet og ligger i, og opp til, landskapsvernområder og nasjonalparker. Ved utbygging i slike sårbare områder bør det gjennomføres best

mulige tiltak for å gjenopprette naturmiljøet i byggeperioden og ved målrettet oppfølging i etterkant. Dette er viktig ut fra et bevaringsaspekt, men er også viktig av estetiske hensyn og har økonomisk betydning i forbindelse med ulike typer turisme, jakt og fiske.



**Figur 1.** Steinbruddet i Bitdalen høsten 2006. - The quarry at Bitdalen autumn 2006. Foto/Photo: P. A. Pedersen.

Hovedmålet med dette prosjektet er å øke kunnskapen om hvordan vi best kan restaurere naturområder etter inngrep, ved å tilrettelegge for etablering av økologisk veltilpasset vegetasjon.

- Delmål 1: Teste og utvikle metoder for økologisk restaurering etter ulike typer inngrep og under ulike jord- og klimaforhold på kort og lang sikt.
- Delmål 2: Utvikle skjøtelsesprogrammer som ivaretar det botaniske mangfoldet og som gir et godt estetisk inntrykk etter naturinngrep som veg- og kraftutbygging.
- Delmål 3: Øke miljø- og opplevelseskvalitetene til berørte arealer ved hensiktsmessig restaurering og skjøtsel etter inngrep.
- Delmål 4: Tilrettelegge og framstille kunnskapen fra prosjektet på en form som er tilpasset aktørene som skal utføre lignende restaurering i fremtiden.

### Finansiering, gjennomføring og lengde av prosjektet

Prosjektet er et Brukerstyrt innovasjonsprosjekt (BIP) delvis finansiert av Norges Forskningsråd (NFR). Prosjektansvarlig er Statkraft Energi AS (i tillegg bruker og finansiering) og prosjektledelsen er ved UMB (i tillegg til utførende forskningsmiljø). Konsortiet består av UMB, Statens Vegvesen (bruker og finansiering) og NINA (faglig samarbeidspartner). Prosjektet ble startet opp 1/1 – 2007 og blir avsluttet 30/6-2012

### Prosjektbeskrivelse og metoder

Forskningsaktiviteten i dette prosjektet er i stor grad knyttet til kraftanlegg (Bitdalen, Halne, Songa) og veganlegg under bygging (Lofast), men studier blir også utført i eldre veganlegg (Oslofjordforbindelsen og veger i Hedmark) for å dokumentere langsiktige effekter, eller teste restaureringsmetoder (Kalhovd). Se også presentasjoner fra Lofast (Kongsbakk & Skrindo i denne boka) og Oslofjordforbindelsen (Skrindo & Pedersen i dette





**Figur 2.** Transplanterte vegetasjonsflak i Bittdalen. Det samme ble gjort på Kalhovd. - Transplanted vegetation patches at Bittdalen. The same is done at Kalhovd. Foto/Photo: P.A. Pedersen.



**Figur 3.** Spiring av arter fra toppjord etter en sesong i Bittdalen. - Germinating of species from topsoil after the first growing season at Bittdalen. Foto/Photo: L. Rosef.

heftet). Det legges vekt på å dokumentere hvordan restaureringen i det enkelte anlegg er planlagt og utført, i tillegg til at det utføres forsøk og registreringer.

Vegetasjonssammensetningen i nye og eldre anlegg blir registrert og effekter av tid, klimaforhold, jordtype og eventuelle tidligere kulturtiltak på vegetasjonen blir vurdert. Det blir utviklet metoder for opptaking, lagring og planting av torvflak, busker og trær som finnes på stedet. Metoder for oppformering og utplanting av lokalt materiale blir utviklet og overlevelsen av de utplantede individene blir dokumentert. En egen studie av gras-etablering basert på frøblanding av norske fjelløkotyper utføres med Bioforsk som hovedansvarlig (Aamlid et al. i denne boka). Effekter av ulike klippetidspunkt på vegetasjonen ved veger blir registrert og effekter av gjødsling på grasvegetasjonsetablering blir vurdert.

Her velger vi å fokusere på tre lokaliteter på eller nær Hardangervidda i Sør Norge der vi utfører forsøk: Bittdalen (N:6627644, Ø:443072 og ca. 950 moh), Kalhovd (N:6659221, Ø:464961 og ca. 1100 moh) og Halne (N:6691617, Ø:436437 og ca. 1130 moh), alle i UTM-sone 32N.

### Oppsummering av resultater (så langt)

I Bittdalen ble det anlagt og utsprengt et stort steinbrudd fordi man trengte stein til damanlegget (Figur 1). Da dette arbeidet var ferdig ble nytt terreng bygget i steinbruddet av sprengstein og jord fra stedet, og landskapsformingen ble ferdigstilt høsten

2008. Før utsprengingen av området ble intakte vegetasjonsflak tatt av og mellomlagret fra sommer/høst 2006 til høst 2008. I tillegg ble toppjorden (de øverste 30 cm) tatt av og lagret separat, denne jorden ble lagt tilbake som det øverste jordlaget. Prosessen er planlagt/beskrevet og dokumentert i samarbeid med byggherre og utførere. Det er lagt stor vekt på beskrivelsene av behandlingen av vegetasjonen og ulike jordkvaliteter (jordsjikt) i de ulike stadiene i anleggsarbeidet. Revegeteringen er basert på spontan oppspiring fra frøbank og planterester i toppjorden og fra vegetasjonsflakene. Totalt ble ca. 1300 m<sup>2</sup> vegetasjonsflak plantet inn i steinbruddet etter at terrenget var bygget opp igjen (Figur 2). Dette tilsvarer mer enn 10 % av arealet. Overlevelsen etter mellomlagring har vært meget god for vegetasjonsflak fra lyngsamfunn og dårligere for vegetasjonsflak fra våt myr. Noen tørkeskader har oppstått, særlig der vegetasjonstorvene ikke har blitt lagret tett inntil hverandre. Den transplanterte vegetasjonen har stort sett klart seg bra også i 2009, og forventes å bidra med spredning av frø inne på området. Sommeren 2009 ble imidlertid området helt nedbeitet av sau slik at denne effekten forsvant dette året. Det så ut til at sauene ble svært tiltrukket av dette området. Av 125 torver med bjørk som ble mellomlagret og plantet ut overlevde 60 % av trærne. I de aller fleste tilfeller hvor stammene tørket ut overlevde rota og satte stubbeskudd. Disse ble også sterkt nedbeitet. Revegetering av steinbruddet er dokumentert i 2008 og 2009. Store deler av området var vegetasjonsfritt i september 2008, mens dekningsgraden på disse arealene i september 2009 hadde økt signifikant til ca. 20 % dekning (Figur 3).



**Figur 4.** Pluggplanter av seterfrytle og sauesvingel plantet i veiskjæring på Kalhovd. - Tray seedlings of *Luzula multiflora* ssp. *fridigida* and *Festuca ovina* planted in road cuts at Kalhovd. Foto/Photo: L. Rosef.



**Figur 5.** Spontan etablering av lav på kokosmatter brukt for å hindre erosjon. Geitrams og andre ugressarter spirer fra tilført jord under nettet. - Lichen fragments established spontaneously on coco-nets used for erosion control. *Chamerion angustifolium* and other weeds germinated from imported soils under the net. Foto/Photo: P. A. Pedersen.

Ved Kalhovd finnes mange veiskjæringer og massetak hvor den spontane vegetasjonsetableringen har vært svært langsom og ufullstendig. Disse inngrepene ble istandsatt ved terrengforming, omfordeling og tilførsel av lokale jordmasser sommeren 2008 og 2009. Det er også transplantert inn vegetasjonsflak (se **Figur 2**) og plantet inn pluggplanter. De enkelte inngrepene beskrives før og etter at terrengarbeider og vegetasjonsetablering ble utført. Overlevelse av ulike plantearter på transplanterte vegetasjonsflak ble dokumentert sommeren 2009. Pluggplanter av seterfrytle (*Luzula multiflora* ssp. *fridigida*) og sauesvingel (*Festuca ovina*) etablert fra stedegent frø ble plantet ut i juli 2009. Plantene ble plantet i ulike veiskjæringer og i ulike nivå i veiskjæringene, for å kunne undersøke plantenes overlevelse og vekst under ulike vekstforhold og om plantene har evne til å stabilisere jorda i ulike veiskjæringer (**Figur 4**). De fleste plantene var fortsatt i live i september 2009.

På Halne er det på tilførte masser observert betydelig etablering og overlevelse av eng – arter fra lavereliggende vegetasjonssamfunn. 5 år etter utlegging av jorda ble det registrert ca. 20 arter som hadde fulgt med de tilførte massene. Der den tilførte jorda var tilsådd med gras ble store deler av plantedeckket ødelagt av gnagere i løpet av vinteren, noe som førte til oppspiring av ettårige ugrasarter. Dette viser at det er stort potensial og risiko for at planter som ikke er stedegne etablerer seg i høyfjellet

ved tilførsel av jord utenfra (**Figur 5**). I etableringsforsøk hvor det var plantet ut ca. 500 planter av 20 kloner av stedegen vier er det registrert god overlevelse etter 4 vekstsesonger, men tilveksten er relativt svak. Den svake veksten skyldes trolig jordforholdene. På arealer hvor det er tilført mer næringsrik jord og hvor grasveksten var god hadde også vieren vokst godt, men overlevelsen var dårlig fordi de fleste plantene var ødelagt av smågnagere i løpet av vinteren. Det ble observert god spontan etablering av vier (frøplanter) der øvre jordsjikt besto av organisk jord (myrjord) med god tilgang på fuktighet. Behovet for utplanting av stedegen vier bør derfor vurderes ut fra jordforholdene i det enkelte anlegget. Det ble registrert god lokal spredning av stedegen lav fra rabbesamfunn til kokosmatter som var lagt ut som tiltak mot erosjon (**Figur 5**). Det ble også registrert god spredning allerede etter 4 år av stedegen sauesvingel på tilførte masser, i et istandsatt massetak, på en rabbe.

## Anvendelse

De vitenskapelige undersøkelsene og dokumentasjonen som blir samlet i dette prosjektet vil kunne gi ny innsikt i videre planlegging og gjennomføring av store inngrep i fjellet. Det vil her bli dokumentert hvordan man fra planleggingsfasen gjennom anleggsfasen og til sluttfasen må ta hensyn til de økologiske faktorene og den opprinnelige vegetasjonen på stedet.



# Håndbok for forebygging og restaurering av naturskader

Ola-Mattis Drageset (Ola-mattis.drageset@forsvarsbygg.no) og Line S. Selvaag  
Forsvarsbygg Futura Miljø, Pb 405 Sentrum, 0103 Oslo

## Manual for preventing and restoring disturbed nature sites

*A manual for preventing and restoring disturbed nature is developed. The project was initialized by the Norwegian Defence Estates Agency (Forsvarsbygg) but was soon extended to include other public sectors; the Norwegian Public Roads Administration, the Directorate for Nature Management and Norwegian Water Resources and Energy Directorate. All sectors face similar challenges of practical management related to disturbed and destroyed sites. Also new bodies of laws and policy instruments are of common interest. The manual describes the challenges related to disturbances of nature values, suggests a system for identification of situations that may involve a need for restoration, how to formulate realistic goals for restoration, what is the best solution in single situations, and describe a range of restoration methods. The aim is to make standardized routines for management of disturbed sites and a system for planning and preventing negative effects of land-use. The manual will be public available on the web in 2010.*

## Målet med prosjektet (kortsiktig og langsiktig)

Formålet med dette prosjektet er å utvikle en håndbok for planlegging og gjennomføring av praktiske forebyggings- og rehabiliteringstiltak, basert på relevante erfaringer og oppdatert fagkunnskap. Håndboka skal i første rekke være en støtte i praktisk og administrativt arbeid i forvaltningen. Den skal hjelpe brukeren til å identifisere situasjoner, knyttet til sin virksomhet, som kan forårsake terrengskader, til å identifisere og beskrive behovene i forhold til avbøtende og forebyggende tiltak, finne beste løsning og beskrive fremgangsmåte og kostnad for å gjennomføre egnede løsninger og tiltak. Håndboka vil være rikt illustrert for å visualisere sentrale momenter, og inneholde en rekke case og eksempler som beskriver hele prosessen knyttet til planlegging og gjennomføring av tiltak.

Sentrale temaer vil være:

- Forebygge terrengskader gjennom virksomhetsplanlegging (forebyggende tiltak).
- Karakterisere ulike typer terrengskader med hensyn på tiltak, der de oppstår.
- Synliggjøre viktigheten av å bruke økologisk kunnskap i restaurering og å utnytte naturens egne prosesser for å få vellykka prosjekter.

- Definere aktuelle metoder/fremgangsmåter for å avbøte ulike typer skader.
- Gi beslutningstakere tilstrekkelig bestillerkompetanse i forhold til entreprenører eller utførende ledd i organisasjonen.
- Sikre at tiltak som iverksettes er kostnadseffektive, og har en god faglig forankring i forhold til målsettingen med tiltaket.

Det vil, i tillegg til selve håndboka, utarbeides en sektorspesifikk veileder for Forsvarssektoren (Veileder for forebygging og rehabilitering av naturskader). Veilederen vil fungere som en innfallsport til håndboka basert på Forsvarssektorens egen oppbygging og funksjon og vil henvise til håndboka for utdypende informasjon om de ulike temaene. Kombinert vil veilederen og håndboka hjelpe brukeren til å planlegge og gjennomføre sine prosjekter på en slik måte at utilsiktede naturskader og unødig arealbruk unngås.

Håndboka vil i første omgang publiseres på internett. Basert på erfaringer og tilbakemelding fra brukerne er det et mål å oppdatere og etterhvert trykke boka og gjøre den tilgjengelig for alle som trenger kunnskap om restaurering og forebygging av naturinngrep.



**Figur 1.** Erosjon kan forsterke kjøreskader kraftig. Rutinene for restaurering vil ha avgjørende betydning for resultatet av tiltaket. Her fra Mauken skytefelt i Målselv kommune, Troms. - Erosion makes the vehicle tracks worse. Finding the best methods for restoration is essential for the outcome. Foto/Photo: L. S. Selvaag.

## Forvaltningsregime (eiere, brukere) og finansiering

Håndboka er et sektorovergripende samarbeid mellom Forsvarsbygg som forvalter av Forsvarssektorens eiendommer, Direktoratet for naturforvaltning (DN), Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Statens vegvesenet, Vegdirektoratet. Alle de nevnte sektorene har bidratt med ressurspersoner inn i en prosjektgruppe. Forsvarsbygg er initiativtaker og koordinator for arbeidet, og har hovedsakelig stått for finansieringen. Norsk institutt for naturforskning (NINA) ble av Forsvarsbygg innleid som fagkonsulent i en tidlig fase, og Vegdirektoratet har også bidratt direkte til det faglige innholdet.

## Problemstilling

Faglig fokus på forebygging og restaurering av naturskader har økt kraftig de siste årene. Det finnes foreløpig få etablerte rutiner for hvordan slike tiltak skal planlegges og gjennomføres i praksis. Utgangspunktet for arbeidet med dette prosjektet var behovet for å få på plass standardiserte rutiner for reparasjon av skader forårsaket av virksomheten i skyte- og øvingsfelt. Til nå har det i stor grad vært tradisjon for at tiltak iverksettes lokalt, med liten grad av erfaringsutveksling mellom enhetene i organisasjonene. Det har også i mange tilfeller vært knyttet uklare målsettinger til tiltakene, og dokumentasjon og oppfølging har ofte vært mangelfull. Økende fokus på bevaring av naturverdier

i samfunnet forøvrig og utvikling av nye lovverk og virkemidler, har ytterligere bidratt til å underbygge behovet for dette arbeidet og se det på et tverrsektorielt nivå.

## Status

Første utgave av både håndboka og Forsvarssektorens veileder er under utvikling og begge skal foreligge ferdig i 2010.

## Evaluering av prosjektet

Målgruppen for håndboka er bred. Som tidligere nevnt, er målsettingen at den i første rekke skal tas i bruk av personer i forvaltningen, som gjennom sine prosjekter må planlegge og gjennomføre forebyggende og avbøtende tiltak i forhold til naturskader. Tilbakemeldinger fra personer som har erfaringer med praktisk bruk av håndboka vil derfor være en svært sentral del av evalueringen. Det vil også være behov for å evaluere det faglige innholdet i håndboka etter hvert som det tilkommer ny kunnskap på fagfeltet. Prosjektgruppa bestående av representanter for de ulike deltakende sektorene, i tillegg til fagkonsulent, vil på bakgrunn av dette gjennomføre jevnlig revisjoner av håndboka. Evaluering av den forsvarsspesifikke veilederen vil skje etter samme mønster.

# Tilbakeføring av Hjerkinnskytefelt til sivile formål (Hjerkinnskytefeltet PRO)

Odd-Erik Martinsen<sup>1</sup> (odd.erik.martinsen@forsvarsbygg.no) og Dagmar Hagen<sup>2</sup> (dagmar.hagen@nina.no)

<sup>1</sup> Forsvarsbygg Utvikling Øst, Postboks 405 Sentrum, 0103 Oslo

<sup>2</sup> Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

## Restoration of Hjerkinnskytefelt into nature conservation areas (Hjerkinnskytefeltet PRO)

*Hjerkinnskytefeltet (165 km<sup>2</sup>) is situated in an unique high-mountain ecosystem surrounded by several protected areas. After more than 80 years of heavy military use the Norwegian Parliament decided to close down the firing range, and restore it into nature conservation areas. By this resolution the Norwegian Parliament initiated the largest, most costly, and most ambiguous restoration project ever suggested in Norway, or perhaps in any high-mountain area. 70 - 90 km of roads, buildings, test fields, target ranges and other military installations will be removed, and the area will be restored as close as possible to natural conditions. The full scale restoration work started in 2009. In a pilot-study in 2003 1,2 km of road was successfully removed. This obtained information about ecological and technical possibilities and limitations, cost and time schedule, and was valuable for planning the large scale restoration.*

### Målet med prosjektet (kortsiktig og langsiktig)

Hjerkinnskytefeltet er nedlagt og under opprydding og tilbakeføring til sivile formål. Stortinget vedtok 23. mars 1999 at arealet skal tilbakeføres som del av en plan for utvidet vern av Dovrefjell. Implisitt i dette ligger at det meste av skytefeltet skal vernes som landskapsvernsområde og nasjonalpark. Dette stiller store krav til naturrestaurering av skyteanlegg, vegger og massetak.

Hjerkinnskytefeltet er på 165 km<sup>2</sup>. Det meste av anlegg og inngrep i Hjerkinnskytefeltet ligger 11-1200 m o.h. Store skyteanlegg, inntil 9 mil med veg og fem større massetak skal formes til mest mulig naturlig terrengform og revegeteres. Storskala anleggsarbeid startet høsten 2009. Fjerning av skyteanleggene skal ferdigstilles innen utgangen av 2012, mens det meste av vegen vil bli fjernet mellom 2015 og 2020.

Målet med prosjektet ble slått fast gjennom Stortingsvedtaket og er svært ambisiøst. Her står det at området skal tilbakeføres til mest mulig opprinnelig naturtilstand. Dette innebærer i praksis

at det skal tilrettelegges for langsiktige økologiske prosesser, for best og mest mulig naturlig resultat på lang sikt.

### Lokalitetsbeskrivelse

Hjerkinnskytefeltet ligger i et høyfjellsøkosystem på Dovrefjell i Oppland, Dovre og Lesja kommuner. Feltet har planstatus som område for Forsvaret i tilbakeføringsperioden. Annen arealbruk er friluftsliv, inkludert jakt og fiske, i tillegg til noe utmarksbeite med sau.

Målsetningen er overføring av arealet til verneområde i form av landskapsvernområde og nasjonalpark.

### Forvaltningsregime (eiere, brukere)

Prosjektet gjennomføres av Forsvarsbygg Utvikling Øst. Statskog er grunneier i hele skytefeltet, mens Dovre- og Lesja fjellstyre forvalter det meste av arealet etter fjelloven.

### Problemstilling

Hovedmålet i prosjektet er tilrettelegging for langsiktige økolo-



**Figur 1.** Kavalerianlegget på Haukberget i Hjerkinnskytefeltet. Anleggsfjerning er i gang, og revegetering starter i 2010. - The Cavalry Training Area at Hjerkinnskytefeltet. Removal of the infrastructure started in 2009, and revegetation work will start in 2010. Foto/Photo: T. Østeraas, Forsvarsbygg.

giske prosesser, for best og mest mulig naturlig resultat på lang sikt. Da naturvernmålet med prosjektet er svært spesielt og strengt, stilles det store krav til revegeteringsarbeidene. Ulike inngrep og ulike områder krever individuell vurdering av tiltak for at gjenveksten skal bli optimal. Tidsaspektet ved restaurerings-tiltakene skal vurderes, men ikke være styrende for valg av tiltak eller metode.

Om lag 200 000 m<sup>3</sup> anleggsmasser må fjernes på arealene som skal revegeteres på Hjerkinnskytefeltet. I de fleste tilfeller er anleggsmassene lagt direkte oppå naturlig terreng, slik at fjerning av disse massene vil medføre tilbakeføring til opprinnelig terreng. I andre tilfeller er det gjort anleggsarbeid der opprinnelig terreng er endret.

### Hvilke tiltak er gjennomført?

Til grunn for planlegging og prosjektering av tilbakeføringsprosjektet, ble det i 2002 gjennomført et storskala pilotprosjekt for

fjerning av veg på Hjerkinnskytefeltet. Tilsammen 1,2 km veg ble fjernet, og det ble testet ut ulike metoder for revegetering:

- Ulike grader av massefjerning.
- Transplantasjon av vegetasjonsruter fra sidearealer.
- Såing, gjødsling og organiske tilsetninger.

Erfaringene fra pilotprosjektet danner, sammen med en rekke andre feltforsøk og studier på Hjerkinnskytefeltet gjennom mange år, et viktig grunnlag for detaljprosjektering av de fullskala restaureringsarbeidene som nå er i gang. I enkelte tilfeller er det aktuelt å så til arealer i Hjerkinnskytefeltet. Til dette er det dyrket fram eget, stedegent grasfrø av sauesvingel (se Martinsen & Oskarsen i denne boka).

### Oppfølging og overvåking

Fullskala revegetering i Hjerkinnskytefeltet PRO starter i 2010. Utviklingen på de revegeterte arealene vil bli fulgt opp og dokumentert av vegetasjonsøkolog. Det samme har skjedd i pilotprosjektet





**Figur 2.** Fra vegstrekning i pilotprosjektet for fjerning av veg. Bildene viser utvikling fra før anlegg i august 2002 til juli 2005. - Test pilot project for removal of 1,2 km of road at Hjerkin. Left photo: August 2002, before construction work. Right photo: same position in July 2005. Foto/Photo: D. Hagen.

for fjerning av veg. Pilotovervåkinga inkluderer jordanalyser, frøbankstudier, vegetasjonsregistreringer i fastmerka ruter og fotografering av landskap på faste fotopunkter.

### Evaluering av prosjektet

Erfaringene fra pilotprosjektet for fjerning av veg er så langt at tiltaket umiddelbart hadde god visuell effekt. Overlevelse på transplanterte vegetasjonsruter har vært god til tross for at de såg litt visne ut det første året. Det så ikke ut til å være frøbank av betydning i de naturlige massene som ble blottlagt under vegen, men allerede etter fire år var det dokumentert frøbank. Naturlig gjenvekst har kommet godt i gang i løpet av de sju årene som er gått. Det er en del forskjeller på gjenvekst i områdene som er tilsådd og gjødslet i forhold til de som er bare gjødsel og de som ikke har fått tilført næring. Forskjellen er imidlertid mindre etter sju år enn de første par årene. Artsmangfoldet i den tilbakeførte vegen har økt merkbart i løpet av sju år, men det fremdeles en god del naken jord og artssammensetningen

er forskjellig fra det som finnes i den opprinnelige vegetasjonen langs vegen. På avstand glir område allerede nå godt inn i naturlig landskap og er knapt synlig for forbipasserende som ikke kjenner tiltaket.

### Referanser

- Faye-Schøll, T. & Martinsen, O. E. 2002. Restoration of Hjerkin Firing Range to National Park status. Kart og Plan: 161-165.
- Hagen, Dagmar 2003. Tilbakeføring av Hjerkin skytefelt til sivile formål. Temauredning revegetering. Allforsk-rapport.
- Hagen, Dagmar et al 2003. Hjerkin PRO – Pilotprosjekt 2002. Evalueringsrapport. Scandiaconsult AS, Allforsk og Feste AS.
- Hagen, Dagmar 2005. Hjerkin PRO – Overvåking av pilotområder for tilbakeføring av terrenningrep. NINA oppdragsmelding 864.
- Hagen, D. 2005. Revegetering i Hjerkin skytefelt. - Park og Anlegg: 18-20.

# Restaurering av eldre terrengløype og etablering av permanent ATV-løype i Mauken skytefelt, Troms

Anders J. Hamnes (anhamnes@mil.no)

Forsvarets Logistikkorganisasjon Troms-Finnmark, Kapellvegen 2, 9325 Bardufoss

## Restoration of old vehicle tracks and the establishment of a permanent path in Mauken firing range, Troms county

*Mauken firing range is one of the most frequently used military training areas, and has increasing number of vehicle tracks. Some of the tracks are expanding and the erosion problem is increasing. This is a problem for the environment, for security and the ability to navigate in the area. This project was established in 2009 and included: 1. Restoration of closed tracks, using machinery and hand power to stop drainage and level the terrain. 2. Establishment of a permanent path using geonett and plank along the most heavily used part of the track. The project will be evaluated after one summer season (2010), but so far preliminary observations indicates that the permanent path will reduce the need for further expanding of paths in the area.*

### Problemstilling og mål med prosjektet

Mauken Skytefelt er et av Forsvarets mest benyttede skytefelt og innehar en rekke eldre terrengløyper som bærer preg av lang tids bruk og lite vedlikehold. Flere av disse løypene er etablert så langt tilbake som på 1960-tallet, og var da beregnet på de kjøretøyene Forsvaret benyttet da. Kjøretøyparken til Forsvaret har endret seg stort de senere år, og en lettere type kjøretøy er infaset, deriblant ATV (All Terrain Vehicle / sekshjul). Gjentatt kjøring i terrengløypene har ført til at stadig nytt terreng er blitt benyttet ettersom eldre deler av kjøreløypen er blitt ufremkommelig. Dette har medført at kjøreløypen har blitt utvidet betraktelig i areal, men ikke i lengde. I dette prosjektet er det satt fokus på en av hovedløypene og forgreninger ut fra denne. Den totale lengden av tiltaket er ca. 4,7 km.

Målsetningen med prosjektet er å begrense erosjon fra eksisterende terrengløype, revegetere/restaurere områder som ikke skal benyttes til motorisert aktivitet i fremtiden og etablere en

permanent løype for ATV basert på markforsterkende tiltak i form av geonett med kjørebane og klopper. Geonett med kjørebane blir etablert i de områdene som er sterkt utsatt for kjøreskader. Den permanente kjøreløypen skal primært benyttes til administrativ kjøring i forbindelse med forvaltningen av feltet, og vil således ikke bli utsatt for tung bruk.

Et annet aspekt som har stor relevans i forbindelse med etableringen av permanente kjøreløyper for ATV, er HMS for Forsvarets mannskaper. Kjøring med ATV er tidvis forbundet med risiko, og da spesielt i forbindelse med forsering av vanskelig terreng slik som deler av den omtalte kjøreløypen består av. Etableringen av permanente kjøreløyper reduserer risikoen samt slitasjen på mannskaper og materiell.

### Lokalitetsbeskrivelse

Mauken Skytefelt ligger i Målselv og Balsfjord kommune i Troms Fylke, og dekker et areal på 47 km<sup>2</sup>. Feltet har reguleringssta-



**Figur 1.** Permanent kjøreløype med geonett og kjørebane etablert over restaurert terrengløype. - Permanent track with geonett and path established in a restored vehicle track. Foto/Photo: A. Hamnes.



**Figur 2.** Geonett med kjørebane av trykkimpregnert materiale. - Geonett and path made by impregnated boards. Foto/Photo: A. Hamnes.

tus som militært skyte- og øvingsfelt, men benyttes også til en rekke sivile formål som reindrift, jakt, fiske og annet friluftsliv. Tiltakssonen ligger på 420-470 moh.

### Forvaltningsregime (eiere/brukere)

Mauken Skytefelt forvaltes av Forsvarsbygg, men grunnen eies av Statsskog og en rekke sivile grunneiere. Reindriften er en sentral rettighetshaver i feltet, da området utgjør en stor del av det primære vinterbeitet for Mauken reinbeitedistrikt.

### Finansiering

Prosjektet og tiltaket er finansiert av Forsvarssektoren (Forsvaret / Forsvarsbygg).

Forsvaret ved Ingeniørbataljonen Brigade Nord, bidro med en betydelig innsats i form av 9 soldater i en uke i forbindelse med etableringen av den permanente kjøreløypen.

### Hvilke tiltak er gjennomført

Våren 2008 ble det gjennomført en befaring av terrengløypen for å dokumentere tilstand og eventuelle behov for tiltak. Dette ble gjort i samarbeid med Forsvarsbygg Futura og Bioforsk Nord. Ulike tiltak ble beskrevet og de valgte tiltakene ble videreformidlet til sivil maskinentreprenør som iverksatte maskinelle tiltak høsten 2008. De maskinelle tiltakene besto i å tilbakeføre masser til eroderte områder, planere kjøreskader og etablere dreneringer i områder som var utsatt for utvasking/erosjon. I etterkant av maskinarbeidene gjennomførte Bioforsk Nord en

rekke ekstratiltak for å avgrense skader som følge av store nedbørsmengder høsten 2008.

De første 1,7 km av løypen ble våren 2009 klargjort for etablering av en permanent kjøreløype for ATV. Tiltakene som ble iverksatt for å lage en permanent kjøreløype besto i bruk av geonett med kjørebane bestående av trykkimpregnert materiale (**se foto**), samt etablering av klopper og broer over elver og bekker. Utleggingen av geonett og bygging av kjørebanen ble utført i samarbeid med mannskaper fra Ingeniørbataljonen i Brigade Nord.

Tiltaket ble gjennomført i juni/juli 2009. Etableringen av geonett med kjørebane utgjorde en samlet lengde på ca. 350 meter fordelt på flere etapper (**se Figurer**).

### Oppfølging og overvåking

Prosjektet vil i første omgang bli evaluert høsten 2010 etter at kjøreløypen har vært benyttet en sesong. Det skal sommeren 2010 også etableres flere etapper med geonett, men til bygging av kjørebanen vil sibirsk lerk bli benyttet. Sibirsk lerk er ubehandlet og ikke benyttet til slike tiltak tidligere, så det vil bli gjennomført et eget prosjekt for dette i samarbeid med leverandøren.

I løpet av 2010 vil det bli utarbeidet en plan for evaluering/oppfølging av prosjektet og eventuell videreføring av tiltak til andre kjøreløyper i Mauken Skytefelt.





**Figur 3.** Ferdig permanent kjøreløype og klopp/bru over bekk. - Completed permanent path crossing a small stream. Foto/Photo: A. Hamnes.



**Figur 4.** Mannskaper fra Ingeniørbataljonen etablerer permanent kjøreløype i Mauken. Military personell establish a permanent vehicle path in Mauken. Foto/Photo: A. Hamnes.

## Evaluering av prosjektet

Erfaringer fra tilsvarende prosjekter viser en betydelig miljøgevinst i form av reduserte kjøreskader. Terrengløypen i Mauken var preget av stadige utvidelser som følge av at terrenget ble ufremkommelig etter lang tids kjøring. Etableringen av en permanent kjøreløype har redusert behovet for utvidelse av kjøreløypen til et minimum. Etableringen av permanente kjøreløyper bidrar også til en reduksjon i risikoen som er forbundet med kjøring av ATV i terrengløyper og en besparelse av materiell.

Erfaringer fra dette prosjektet vil kunne ha stor overføringsverdi til lignende tiltak innen sivil sektor. Eksempler på dette vil være innen reindriften der motorisert ferdsel er et økende fenomen. Etablering av turløyper i bløtt terreng vil også kunne benytte erfaringene fra dette prosjektet.

## Andre lignende tiltak

GSV – Schengen kjøretrase: Etablering av permanent kjøretrase for ATV langs den Norsk – Russiske grensen.

## Samarbeidspartnere

Thor Eirik Bakken, Forsvarsbygg Markedsområde Midt Troms.  
Line Stabell Selvaag, Forsvarsbygg Futura Miljø  
Christian Uhlig, Bioforsk Nord  
Ingeniørbataljonen Brigade Nord

# Restaurering av Maissavarre (1022 m) i Indre Troms

Christian Uhlig ([christian.uhlig@bioforsk.no](mailto:christian.uhlig@bioforsk.no))

Bioforsk Nord Holt, Postboks 2284, 9269 Tromsø

## Restoration of the mountain summit Maissavarre (1022 m a.s.l.) in Northern Norway

*This paper describes the removal of a military radar station at the 1022 m high summit of Maissavarre in Northern Norway and the subsequent restoration of the site. The key aim of the restoration work was the reestablishment of site-specific vegetation types. Site conditions were characterized by shallow soils originate from weathered granite and stone block-rich morainic material. Small-scale variations in topography create variable hydrological conditions, which results in a patchy distribution of different arctic-alpine vegetation types. The key two challenges within the restoration of the site were A) the shortage of adequate soil material to cover the below bedrock after the removal of the radar structure, and B) the integration of the remaining concrete residues into the landscape. Due to its remote location supplementary input of soil material and/ or the taking away of concrete was not an option. Thus, the sand-rich gravel filling from the helicopter port and gangway was used as soil substrate with supplements of mineral nitrogen fertilizer. Concrete from the radar building was cracked into morainic alike block size. Together with stones from the helicopter gangway and morainic blocks the vicinity concrete blocks were then arranged into block fields at suitable locations. Additionally, a combination of different revegetation methods as for example seeding of native seeds from the vicinity and use of transplants were applied to prevent erosion and facilitate a faster succession rate. Vegetation gaps due to transplant removal were refilled with lichen rich morainic blocks.*

### Bakgrunn

I forbindelse med den kalde krigen ble det for neste 40 år siden etablert en militært radarstasjon på toppen av Maissavarre i 1022 m o.h. i Indre Troms. Fjellet ligger inne ved Leinavatnet, like ved svenskegrensa og Øvre Dividal nasjonalpark. Radarstasjonen består av bl.a. en helikopterlandeplass, en driftsbygning samt en garasje (Figur 1). Ryddingen og restaurering av radarstasjonen på Maissavarre var til dags dato det største miljøprosjektet som Skifte Eiendom har gjennomført i Nord-Norge.

### Mål med prosjektet

**Hovedmål for totalprosjektet:** Riving, rydding og restaurering av radarstasjonen på fjelltoppen av Maissavarre i Bardu

**Delmål:** Utarbeiding av en detaljert plan for gjennomføring av restaurering av Maissavarra. Ønsket resultat for restaurering av Maissavarre er igjen etablering av de vegetasjonstypene som finnes per i dag rundt radaranlegget. Ringmuren av naturstein som har tjent som fundament for helikopterlandingsplassen skal bevares som et minne om den virksomheten som pågikk på fjelltoppen!

### Lokalitetsbeskrivelse

**Posisjon:** 34 W 0457948 7591091, 1022 m o.h. **Topografi:** Blokkrik fjelltopp; **Geologi:** kalifeltspatrik granitt/ granodoritt; **Vegetasjonstyper:** Avhengig av topografi og de stedsspesifikke hydroloiske forholdene forekommer følgende vegetasjons-

*! Denne artikkelen omtaler kun arbeid som er gjennomført med delmålet.*



**Figur 1.** Maissavarre radarstasjon før riving (oppe til venstre), under riving (nede) og rett etter fullført restaureringsarbeid høsten 2008 (oppe til høyre). Foto: Terje Bartholsen (to øverste) og Christian Uhlig (nedre). The military radar installation at Maissavarre before (upper left photo), during removal (lower photo) and after finished restoration efforts (upper right photo). Photos: T. Bartholsen (upper photos) and C. Uhlig (photo below).

typer (etter Fremstad 1997) alene eller i kombinasjon med hverandre på toppen av Maissavarre: a) grasrabb (fuktig saue-svingel/ stivstarr-utforming, b) frytles-grasmark og c) grassnøleie. Vegetasjonen har etablert seg på et stort sett tynt lag av grus-, stein- og blokkrik morenemateriale over grunnfjell. *Hydrologi:* De hydrologiske jordbunnforholdene på det store sett avløpsfrie grunnfjellet varierer fra tørt til våt. *Jordsmonn:* Hovedmateriale for jordsmonnsdannelse og substrat for plantevekst er sand- og grusrike forvitningsprodukter fra granitt/ granodioritt. Granitt/ granodioritt-grusen som ble tilkjørt fra en lavere lokalitet i dalen

til bygging av helikopterlandingsplass på Maissavarre har lite nitrogen, kalium og kalsium, men er forholdsvis næringsrik på plantenæringsstoffene fosfor og magnesium (**Tabell 1**). pH 6.7 er i utgangspunkt bra egnet for plantevekst. Det ble ikke påvist nitrogen i materialet.

### Involverte aktører

Statskog og miljømyndigheten Bardu kommune, Forsvarsbygg Skifte Eiendom



**Tabell 1.** Kjemisk analyse av granitt/ granodioritt grus fra helikopterlandingsplass på Maissavarre. - Chemical characteristics of the potassium rich granite gravel from the helicopter landing place and the gangway between landing place and radar station at Maissavarre.

	pH	P_tot	P_AL	K_AL	Mg_AL	Ca_AL	N_tot
				mg/kg			
	6,7	3200	79	34	27	363	<0,05
<b>Generell egnethet til plantevekst*</b>	bra	meget god	god	lite	middels god	lite	lite

\* I følge klasseinndeling for evaluering av jordanalyser fra Yara<sup>2</sup>

## Gjennomføring

Det er gjennomført tre hovedtyper av tiltak:

### 1. Riving og rydding

- Fjerning av alle installasjoner og alt fremmed materiale (betong, jern metall mfl.) fra tidligere radarstasjon på Maissavarre, med unntak av helikopterlandeplass
- Alt opprinnelige jordsmonn og steiner/ blokker er tatt vare på
- All tilkjørt rød granittsand/ grus og steiner fra gangbro mellom helikopterlandeplass og tidligere radarbygget (se nedre bilde) er tatt vare på
- Lagring av knuste betongrester i steinringen fra helikopterlandingsplass, i rørgata for den tidligere sanitæranlegget og fordypninger i terrenget.

### 2. Utforming av topografi og jordsmonn for tilrettelegging av vekstforhold

- Fjernet sand og grus fra gangbro ble brukt som vekstmedium for plantene, mens steiner og blokker ble brukt til å gjenskape skape et mikrorelieff likt det som finnes rundt det tidligere radaranlegget. Mikrorelieffet skal generere habitater med mikroklima som fremmer plantevekst. Det ble lagt vekt på å integrerer steinblokkene i sand massene. Steinene/ blokker ble plassert tinn i sanden med forvitret og lavbevokst side oppover.
- Stedvis tildekning med lokal jordmonn som ble fjernet i forbindelse med ryddingen av radaranlegget
- Gjødsling med 5 kg N/ daa tilsvarende 18,5 kg/ daa YaraBela™ OPTI-NS 27-0-0 (45) (Yara)

### 3. Restaurering

Restaureringen satser i utgangspunkt på naturlig plantesuksesjon. For å øke tempo med den naturlige plantesuksesjon ble følgende metoder anbefalt a) utsåing av innsamlede modne frø fra omgivelsene, b) utplassering av enkelte "transplants", dvs. bruk av ca. 20 cm ganger 20 cm store vegetasjonspolstrer fra omgivelse. "Sårene" der hvor vegetasjonspolstrer har blitt fjernet kan med fordel erstattes med en passe stort stein/ blokk, helst forvitret og lavbevokst oppover sidene. For å forhindre at arealet ligger for lenge åpen i tilfelle dårlig frømodning på Maissavarre i 2008, ble det i tillegg sådd med ca. 10 g frø per m<sup>2</sup> av nordnorsk fjellrapp og nordnorsk rødsvingel.

## Oppfølging og overvåking

Ingen systematisk oppfølging planlagt.

## Evaluering av prosjektet

I september 2008 ble det gjennomført en avsluttende befarings. Både grunneier Statskog og miljømyndigheten Bardu kommune sa seg tilfreds med miljøinnsatsen som er gjort på Maissavarre under ferdigbefaringen. Tilbakemeldinger fra nærmiljø har hittil vært positiv. Det er sterk ønskelig med en senere befarings og detaljert evaluering av tiltakene.

## Referanser

- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. - NINA Temahefte 12: 1-279.
- Nordahl, A. 2009. Gigantisk prestisjeprosjekt for Skifte. 29.09.07 Nye Nye Troms.  
[http://www.skifte.no/Miljoprojekt/maravarre\\_er\\_ryddet](http://www.skifte.no/Miljoprojekt/maravarre_er_ryddet)  
[http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/troms\\_og\\_finnmark/1.6748206](http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/troms_og_finnmark/1.6748206)  
[http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/troms\\_og\\_finnmark/1.6236052](http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/troms_og_finnmark/1.6236052)  
[http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/troms\\_og\\_finnmark/1.5551858](http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/troms_og_finnmark/1.5551858)

# Restaurering av tilførselsstiene til Besseggen

Rigmor Solem (rigmor.solem@dirnat.no) og Liv S. Nilsen (liv.nilsen@dirnat.no)

Direktoratet for naturforvaltning/Statens naturoppsyn, Postboks 5672 Sluppen, 7485 Trondheim

## Restoration of marked track at Besseggen in Jotunheimen National Park

Besseggen in Jotunheimen National Park is the oldest marked track in Norway, and yearly more than 40 000 people take this spectacular walk. This has caused comprehensive damages and serious erosion problems. The need for restoration was therefore critical. In 2004 a restoration project started. Expertise from Wales was used and customized Norwegian conditions. Native stones were used and transported into the area by using trucks and helicopter. For revegetation of areas next to the stone tracks, native soil and vegetation were used. The costs of the project so far has been 4-5 million NOK. Yearly costs for maintaining the new tracks are stipulated to 20 000 NOK.

### Mål

- kanalisere ferdselen, forebygge erosjon og restaurere vegetasjonen
- gjennomføre tilretteleggingstiltak på stiene tilknyttet Besseggen i Jotunheimen på strekningen Memurubu-Gjendesheim
- bygge opp fagkompetanse på kvalitetsmessig stiltilrettelegging/erosjonsforebygging bl.a. basert på fagmiljøer internasjonalt, videreføre og tilpasse denne kompetansen nasjonalt og lokalt
- utarbeide en plan for vedlikehold og drift av tiltakene

### Lokalitetsbeskrivelse

Besseggen ligger øst i Jotunheimen nasjonalpark, Vågå kommune, Oppland fylke (**Figur 1**). Nasjonalparken ble opprettet i 1980, og verneformålet er urørt fjellandskap. Besseggen er et populært turmål som ligger i sårbar natur. Stien over Besseggen er Norges eldste merkede tursti. Vel 40 000 personer går stien hver sommer. Dette har ført til store erosjonsskader langs stien (**Figur 2**).

Området ligger på ca. 900 til 1700 moh. De nedre delene tilhører nordboreal vegetasjonssone, mens mesteparten av området tilhører alpin vegetasjonssone. Hele området ligger innenfor overgangsseksonen. Det vil si at området har et forholdsvis

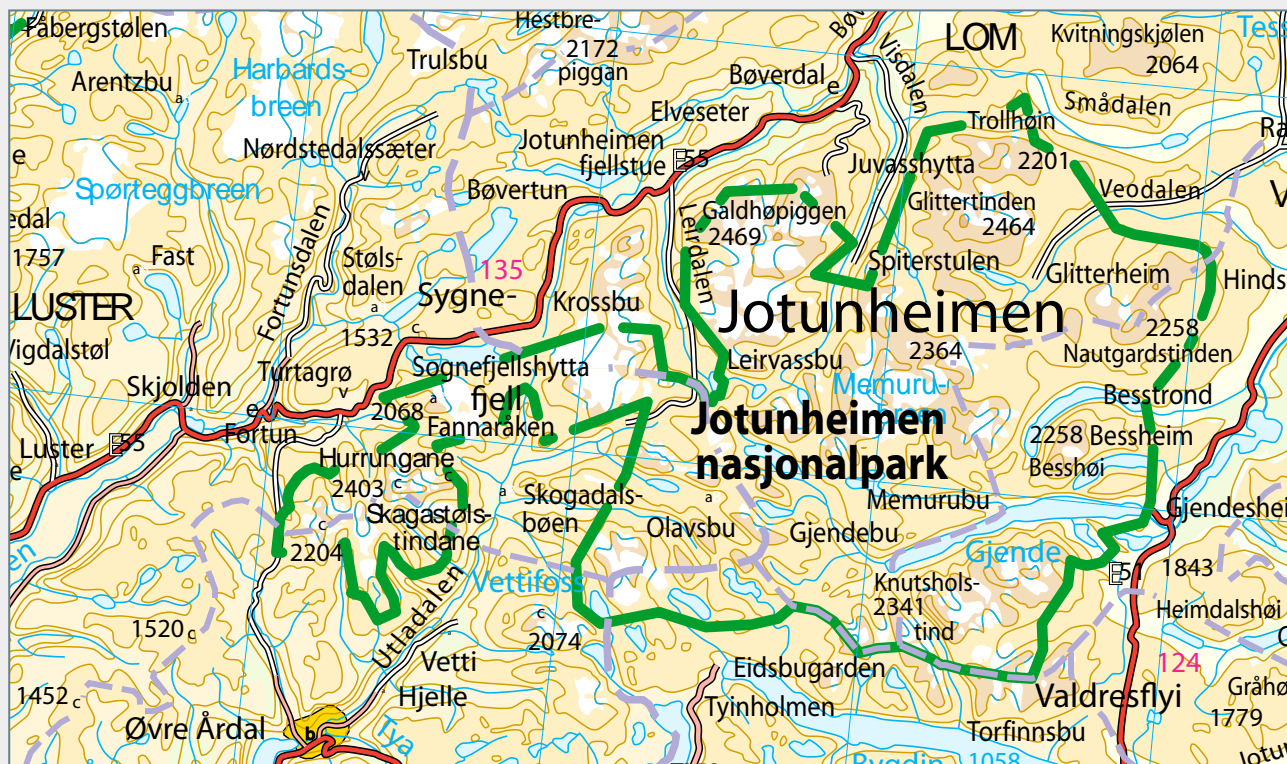
kontinentalt klima, med en årsnedbør på under 500 mm i året. Gjennomsnittstemperaturen er på  $-0,2$  °C med juli som den varmeste måneden ( $10,8$  °C) og januar som den kaldeste måneden ( $-10,7$  °C).

### Finansiering og gjennomføring av prosjektet

Dette restaureringsprosjektet er et nasjonalt pilotprosjekt. Kompetanse og erfaringer fra Snowdonia National Park i Wales har blitt benyttet. Bruk av stein har vist seg som eneste brukbare metode for å tilrettelegge stier med høy ferdsel og erosjon (**Figur 3** og **4**). Erfaringene fra Wales ble tilpasset de naturgitte forholdene i Jotunheimen i forhold til klima, tele og høyde over havet.

I tillegg til steinsetting av stitraseen er det lagt ned et betydelig arbeid i revegetering av eroderte områder utenfor stitraseen. Både masse og stedegen vegetasjon er flyttet og lagt på eroderte områder (**Figur 4** og **5**). Dette har vært like arbeidskrevende som steinsettingen av stien. Mange "villstier" er stengt av midlertidig med sperregjerder. Stein ble transportert inn til området med lastebil og helikopter. En liten minigraver ble benyttet til steinarbeidet i tillegg til manuelt arbeid. Flere av steinene veide opp til 1 tonn.

Prosjektet er finansiert av SNO/DN, og kostnaden har vært vel 4 millioner kroner fordelt på 4-5 år.



Figur 1. Kart over Jotunheimen nasjonalpark. Besseggen ligger øst i nasjonalparken. Map of Jotunheimen National Park. Besseggen is situated in the east of the park.

Figur 2. Erosjon langs stier ved Besseggen før arbeidet ble startet i 2005. - Erosion along the path at Besseggen prior to the restoration project started in 2005. Foto/Photo: R. Solem.



Figur 3. Stein er brukt for å forbedre stiene i området. - Stone and rocks have been used to improve the paths in the area. Foto/Photo: R. Solem.







**Figur 4.** Vegetasjonen ble lagt tilbake etter at stien var satt i sand. - Vegetation was replaced along the path as a part of the restoration. Foto/Photo: R. Solem.



**Figur 5.** Både masse og stedegen vegetasjon er flyttet og lagt på eroderte områder. - Both soil and native vegetation has been moved and replaced at eroded sites. Foto/Photo: R. Solem.

## Oppfølging og overvåking

Det er satt av kr. 20 000 til årlig vedlikehold.

## Evaluering av tiltaket

En mastergradsstudent fra UMB gjennomførte sommeren 2008 en spørreundersøkelse blant brukere av stien (Restad 2009). Flertall var positive til tiltakene på Besseggenstien. Det er ennå for tidlig å evaluere prosjektet fra vår side, da arbeidet ble avsluttet sommeren 2009.

## Andre lignende prosjekt

Stiprosjektet på Skåla, Jostedalbreen NP

Stiarbeid ved bruk av stein på Fannaråkenstien i Jotunheimen NP 2009

Restaurering av steinsatte stier i Nærøyfjorden LVO i 2009

## Referanser

Rigmor Solem, SNO Jotunheimen

Anne Rudsengen, SNO Jostedalbreen

Rune Holen, SNO Naustdal Gjengedal

Kristoffer Ullern Hansen, SNO Nærøyfjorden

Restad, C. 2009. På steinstien. Reaksjoner på slitasjereduserende tiltak ved Besseggen. Masteroppgave. Institutt for naturforvaltning, UMB. 100 s.

# Revegetering langs Oslofjordforbindelsen, rv 23. Startpunkt for økologisk restaureringsarbeid i Statens vegvesen

Astrid Brekke Skrindo<sup>1</sup> (astrid.skrindo@vegvesen.no) og Per Anker Pedersen<sup>2</sup> (per-anker.pedersen@umb.no)

<sup>1</sup> Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Postboks 8142 Dep 0033 Oslo

<sup>2</sup> Universitetet for miljø og biovitenskap, Postboks 5003, 1432 Ås

## Revegetation along the road connection Oslofjordforbindelsen, rv 23. Initiation of ecological restoration work in the Norwegian Public Roads Administration

*When building the road "Oslofjordforbindelsen", new methods for roadside revegetation were developed and tested in combination with well known methods. The aims were: a) to test new revegetation methods in a large road project b) to establish satisfactory vegetation cover. "Satisfactory vegetation cover" was defined as species combination that makes up a natural border to the undisturbed surrounding areas. Among the new revegetation methods tested was "Natural revegetation from indigenous topsoil", focusing on the topsoils potential for plant establishment. A research project by the University of Life Sciences indicated that the aims were achieved: The new vegetation became a part of the surrounding nature. The topsoil quality decided the outcome: Topsoil from agricultural soil revealed weeds while topsoil from forests and mires revealed indigenous species.*

*This project initiated the Norwegian Public Roads Administrations work with ecological restoration.*

### Prosjektet

Utbyggingen av Oslofjordforbindelsen med tunnel under Oslofjorden ga første mulighet til å krysse fjorden uten ferje. Totalt 27 km veg ble bygd, 15 km i dagen. Revegeteringsarbeidet i vegprosjektet var et FOU-prosjekt i samarbeid med Universitetet for miljø- og biovitenskap, IPM, faggruppe Grøntmiljø.

### Målsetningen med FOU-prosjektet

De overordnede målene var: a) å prøve ut nye rehabiliteringsmetoder i et stort vegprosjekt og b) oppnå en vellykket vegetasjonsetablering. Med "vellykket vegetasjonsetablering" menes

her at vegkantvegetasjonen danner er en naturlig overgang til de omkringliggende områdene og at de berørte områdene utenfor vegbanen blir ført tilbake til naturen.

### Lokalisering

Restaureringsarbeidet er knyttet til utbyggingen av Oslofjordforbindelsen, del av rv 23, som strekker seg fra Midtbygda i Røyken kommune (Buskerud) til Vassum i Frogn kommune (Akershus) (10° 44' E, 59° 42'N to 10° 25'E, 59° 44'N). Strekningen er 27 km, 15 km veg i dagen, som går i gjennom bar- og blandingskog samt noen jordbruksområder. Vegen ligger i den boreo-nemorale vegetasjonssonen med et suboseanisk klima.





**Figur 1.** Naturlig gjenvekst fra stedlige toppmasser år 2000 (venstre) og 2001 (høyre). Natural revegetation from indigenous topsoil in year 2000 (left) and 2001 (right). Foto/Photo: A.B. Skrindo.

## Forvaltningsregime og finansiering

Statens vegvesen var byggherre og eier grunnen. Restaureringen av sideområdene var finansiert gjennom utbyggingsprosjektet.

## Problemstilling

Statens vegvesen ønsket å prøve ut nye revegeteringsmetoder ved bygging av Oslofjordforbindelsen fordi gjeldene metoder for vegetasjonsetablering i veganlegg ofte ga et uønsket estetisk uttrykk. Såing av gras, som har vært en dominerende metode, ga ofte en markert overgang til omgivelsene. Dessuten var ofte etableringen og utviklingen av innplantede trær og busker dårlig.

Flere rehabiliteringsmetoder ble brukt i prosjektet, men utgangspunktet langs hele strekningen var: Naturlig revegetering (gjenvekst) fra stedlige toppmasser. Denne metoden ble utviklet for store vegprosjekter ved Oslofjordforbindelsen. Det ble lagt vekt på tett oppfølging av entreprenørens arbeid både med opplæring av gravemaskinførere (grønn time) og samarbeid mellom byggherre og entreprenør om praktiske utfordringer. Prinsippet for metoden var: Ta av de øverste 30 cm av jorda (toppmasser) og lagre disse massene langs veglinja. Ta av undergrunnsmassene og lagre dem for seg selv. Bygg vegkroppen, legg på undergrunnsmasser og deretter 10 cm toppmasser på toppen. Massene skal ikke komprimeres eller slettes. Deretter ble vegkantene overlatt til seg selv. Gjenvekst fra frø, sporer og plantedeler resulterte i vegetasjonen langs vegen.

Som et supplement ble andre metoder brukt:

- Fire spesielle frøblandinger ble valgt til ulike deler av strekningen. Det ble sådd ut 5 kg frø/daa (ca. halvparten av

vanlig mengde) de fleste steder slik at frø fra toppmassene også skulle kunne spire.

- Planting av trær og busker (arter som finnes på stedet) ved kryss og tunnelportaler.
- Innsamling av lignosefrø langs linja som siden ble sådd ut direkte.

## Oppfølging

Et FOU-prosjekt ble etablert der Statens vegvesen, region sør var oppdragsgiver (prosjektleder: landskapsarkitekt Kirstine Laukli, nå Laukli landskap), Universitet for miljø- og biovitenskap ved Per Anker Pedersen (faglig ansvarlig) og Astrid Brekke Skrindo (prosjektmedarbeider), i tillegg bestod prosjektgruppen av Sunniva Schjetne (Statens vegvesen, Vegdirektoratet), Tanaquil Enzensberger (Vegetasjonsrådgiver) og Svein Dalen (Park & Landskapspleie AS, nå en del av ISS). Vegetasjonsetableringen ble fulgt tett i 1999-2002 med detaljerte vegetasjonsundersøkelser. Fra 2003-2007 ble utviklingen fulgt med bilder og generelle vurderinger. Det har vært mest fokus på naturlig revegetering/ gjenvekst fra stedlige toppmasser. Tre studenter har skrevet masteroppgave og Skrindo har skrevet dr.scient-oppgave tilknyttet prosjektet.

## Evaluering av prosjektet

### a Økologiske fordeler (og ulemper):

- **Naturlig revegetering/gjenvekst fra stedlige toppmasser:** Målet ble nådd og vegetasjonen gled naturlig over i omgivelsene. Starten på en forventet naturlig suksesjon var godt i gang etter to-tre år, og god vegetasjonsdekning etter



ett til to år. I områder tilknyttet dyrket mark, ble det oppslag av uønskete arter.

- **Frøblanding:** Det er vanskelig å se forskjell på graset som er etablert fra de ulike frøblandingene, så bruk av flere frøblandinger hadde liten effekt og ble vurdert til å ikke være viktig i dette prosjektet. Arealene som er tilsådd blir mindre godt inn i omgivelsene enn de uten frø, men etableringen har vært god.
- **Beplantninger:** Relativt god etablering, men mange steder vanskelig å skille fra det som kom naturlig. Mange beplantninger var derfor overflødige.
- **Innsamling og utsåing av lignosefrø:** En del frø spirte, men mindre enn fra den naturlige frøbanken. Det var også vanskelig å skille hva som spirte fra naturlig frøbank og hva som spirte fra sådde frø. Denne metoden anbefales ikke sett i et kost-nytte-perspektiv.

Nå ti år etter at vegarbeidet pågikk, er variasjonen mellom de ulike jordtypene mindre enn de første årene. Suksessjonen er som forventet: De fleste steder er vegkantvegetasjonen et skogbryn inn mot den omkringliggende skogen. Fremmede, og andre uønskete arter vokser og sprer seg langs traseen på samme måte som langs andre nye veganlegg. Noen partier er mer utsatt enn andre, men dette er ikke et større problem enn ved andre veger. Det var planlagt en detaljert skjøtsel av vegkantene. Dette er ikke fulgt opp, og det er kun utført vanlig kantslått og begrenset rydding av gjenvekst av trær. Derfor er noen av blomsterengene (både de som var sådd og de naturlige) i ferd med å gro igjen.

#### b Samfunnsmessige fordeler (eller ulemper):

- **Naturlig revegetering/gjenvekst fra stedlige toppmasser** legger til rette for at naturen tar tilbake størst mulige arealer. Vegen blir da raskere en del av den omkringliggende naturen og de økologiske funksjonene blir mindre påvirket enn ved konvensjonelle metoder. Fra skogsjord vil lignoseoppslaget være betydelig og dette må vurderes opp mot trafikksikkerhet i form av sikt og hjortevilt. Vanlig kantklipp fungerer godt.

### Prosjektets betydning utover selve området hvor det er gjennomført

Med bakgrunn i erfaringene fra Oslofjordforbindelsen anbefaler Statens vegvesen nå alle vegprosjekter som går gjennom naturområder å vurdere metoden **Naturlig revegetering/gjenvekst fra stedlige toppmasser** som hovedmetode i rehabiliteringsarbeidet.

### Erfaringer å ta med seg videre

Naturlig revegetering/gjenvekst fra stedlige toppmasser er anbefalt for naturområder. Noen viktige momenter knyttet til massehåndtering:

- unngå jord med uønskede arter (jordbruksarealer, fremmede uønskete arter ect)
- toppmassene defineres i utgangspunktet som det øverste jordlaget som er dominert av organisk materiale, men i dette prosjektet ble det valgt en tykkelse på 30 cm og det medførte betydelig innslag av mineraljord. Revegeteringen var likevel vellykket.
- utlegging av masser: unngå komprimering av undergrunns- og toppmassene

Ulike frøblandinger:

- Samtlige frøblandinger etablerte seg godt, men med unntak av blomsterengblandingen ble forskjellene på sikt små.

Beplanting:

- Beplantingen var vellykket, men var på mange områder overflødig da den naturlige gjenveksten var svært god.

Direkte såing av lignoser anbefales ikke.

### Publikasjoner

- Fossum, N.E. 2002. Naturlig revegetering. Spiring fra ulike jordarter og jordsjikt. Hovedfagsoppgave ved IPM, NLH (UMB), 63s.
- Gjesteland, H. 2001. Naturlig revegetering. Betydning av jordkvalitet og gjødsling. Hovedfagsoppgave ved IPM, NLH (UMB) 47s.
- Nessa, R. 2005. Undersøkelser av vegetasjonen i plantefelt langs Rv. 23 Oslofjordforbindelsen: tilstand og naturlig etablering. Hovedfagsoppgave ved IPM, UMB, 85s.
- Laukli, K., Enzenberger, T. & Pedersen, P.A. 1999. Oslofjordforbindelsen. Landskap I: 17-19.
- Skrindo, A. og Pedersen, P.A. 2003. Naturlig revegetering. Vegetasjonsetablering langs rv 23. Oslofjordforbindelsen. UTB-raport 2003/9. Statens vegvesen. ISBN: 82-483-0023-4.
- Skrindo, A. B. 2005. Natural revegetation from indigenous soil/ Naturlig revegetering fra stedegen jord. Doctor Scientiarum Thesis 2005:I. Norwegian University of Life Sciences (UMB). ISBN 82-575-0655-9.

# E10 Lofotens fastlandsforbindelse

## II. Landskapstilpasning og naturlig revegetering fra stedege toppmasser

Elisabet Kongsbakk<sup>1</sup> (elikon@vegvesen.no) og Astrid B. Skrindo<sup>2</sup> (astrid.skrindo@vegvesen.no)

<sup>1</sup> Statens vegvesen Region Nord, Dreyfushammarn 31, 8002 Bodø

<sup>2</sup> Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Postboks 8142 Dep 0033 Oslo

### E10 Lofoten – road connection to the mainland. Landscaping and natural revegetation from native soil

*The second phase of Lofotens road connection to the mainland (Lofast II) has total length of 29.6 km, whereof ca. 10 km is through tunnels. The new E10 borders one national park, one landscape conservation area and a permanently protected watercourse. Landscape adjustment of road constructions involves both landscape shaping and limiting the intervention's adverse ecological effects. The landscape architect desired to contribute on the site in a manner which would influence the content of the plans, the contractor's work arrangement as well as the important decisions at the construction site. A set of tools was developed: a guideline to landscape management in the planning and the construction phase, changes in the regulation phase, preparation of the road structure and roadsides, contractual rig and ground securing plan, natural revegetation, "green hour" at the site involving the contractors, experience transfer and development and strategy for external information*

### Prosjektbeskrivelse

E10 Lofotens fastlandsforbindelse er bygget ut i to etapper. Artikkelen omhandler fase II av prosjektet. Lofast II er totalt 29,6 km lang. 20 km av vegstrekningen er veg i dagen. Ny E10 grenser inn til nasjonalpark, landskapsvernområde og varig vernet vassdrag. Området rommer spor etter bosetting helt tilbake til år 400 f.Kr.

### Målet med prosjektet

Prosjektet E10 Lofotens fastlandsforbindelse (Lofast II) hadde to typer målsettinger:

**Prosjektets mål for landskapsbehandling og revegetering** var å dempe den visuelle virkningen av det store inngrepet, og samtidig redusere de økologiske skadevirkningene så mye som mulig.

- Avgrense inngrepene i eksisterende terreng
- Mjuke overganger mellom vegen og terrenget omkring
- Veganleggets bygde detaljer skal ha god kvalitet og et lavmælt formspråk.
- Revegetering uten å tilføre kommersielt frø og gjødsel



**Figur 1.** Det har lyktes å gjennomføre naturlig revegetering i stor skala, i et omfattende prosjekt med vanskelig logistikk. - Natural revegetation has been successfully introduced on a large scale, in a comprehensive project with complicated logistics. Foto/Photo: E. Kongsbakk.



**Figur 2.** Rigg- og marksikringsplanen satte ytre rammer for anleggsarbeidet, for hvilke arealer som ikke kunne berøres av anleggsarbeidet, og hvilke områder som kunne benyttes. Vellykket vegetasjonstablering gjør at inngrepsskillet etter få år vil være vanskelig å se. - The purpose of the rig and ground securing plan is to avoid damage on important landscape features, cultural heritage and vegetation. Even after just a couple of seasons the demarcation line between the affected and non-affected areas will be indistinct in several areas. Foto/Photo: E. Kongsbakk.

**Prosjektet mål for prosess og kommunikasjon** skulle styre mot ønsket kvalitet.

- Formidle, diskutere og skape forståelse for miljøfaglige valg internt i Statens vegvesen i prosjekteringsfasen.
- Gi Statens vegvesens byggeledere og entreprenørene kjennskap og eierforhold til de miljøvalg som var bygget inn i kontrakten.

### Lokalitetsbeskrivelse

Lofast II går gjennom et kystalpint landskap i Hadsel og Lødingen kommuner i Nordland og Kvæfjord kommune i

Troms (N 7593768,6/ Ø 508414,6 til N 7602059,9/ Ø 531287,1). Landskapet er sammensatt av fjorder, høgfjell, daler, botner, topper og steile fjellsider. Området ligger i nordboreal vegetasjonssone og er preget av kjølig og fuktig kystklima. Prosjektet går gjennom en rekke naturtyper og omfatter arealer fra 5 - 120 meter over havet.

### Forvaltningsregime (eiere, brukere)

Statens vegvesen var ansvarlig for prosjekteringen, har vært byggherre og er eier av den nye vegen



## Finansiering og gjennomføring

Restaureringen av vegens sidearealer og andre områder som er berørt av vegbyggingen var finansiert gjennom utbyggingsprosjektet.

## Problemstilling

Lofast er et stort og irreversibelt inngrep, og prosjektet var svært omstridt i planfasen. Statens vegvesen gikk til byggeopp-gaven med ydmykhet, og med et ønske om å forstyrre minst mulig. Prosjektet har fokusert på samspillet mellom vegens plassering i det store landskapet, formingen av sideterrenget og tilretteleggingen for innvandring av naturlig vegetasjon. Statens vegvesen ønsket at de som utførte jobben hadde et eierforhold til prosjektets naturnære profil. Prosjektet handlet derfor både om å formidle nye arbeidsmåter og metoder, og om en konkret byggeoppgave som innebar omfattende landskapsforming og økologisk restaurering etter inngrep.

## Hvilke tiltak er gjennomført

For å håndtere utfordringene i prosjektet ble det utviklet et sett med verktøy som besto av:

- Veileder for håndtering av landskap i planlegging og byggefase
- Reguleringsendringer
- Bearbeiding av vegkroppen og vegens sideterrenget
- Kontraktsfestet rigg- og marksikringsplan
- Naturlig revegetering fra stedegne toppmasser
- Grønn time på anlegget
- Dialog og erfaringsoppbygging
- Strategi for ekstern informasjon

I dette heftet vektlegges erfaringene med den kontraktsfestede rigg- og marksikringsplanen, naturlig revegetering fra stedegne toppmasser og grønn time.

Rigg og marksikringsplan er et stedfestet og konkret verktøy for å følge opp landskap og miljøhensyn under bygging. Planen setter de ytre rammene for anleggsarbeidet, for hvilke arealer som ikke kan berøres av anleggsarbeidet og hvilke områder som kan benyttes. Planens hensikt er å unngå skade på viktige landskapstrekk, kulturminner og vegetasjon. Kartene er innlemmet i byggeplanens tegningshefte. Detaljprosjekteringen på Lofast II bygde på svært begrensede forundersøkelser. Rigg- og marksikringsplanen kunne dermed ikke være noen endelig fasit.

Planens hensikt var å være en felles referanseramme med hensyn til hvordan arbeid i terreng skulle foregå. Anleggsledelsen fulgte opp planene og de ble respektert av entreprenørene. Dersom det oppsto behov for justering underveis, viste byggherren vilje til dialog om løsninger. Flere ganger foreslo entreprenøren nye løsninger innenfor rigg- og marksikringsplanens rammeverk.

Samtidig som rigg- og marksikringsplanen trakk opp rammene for inngrepet tok prosjektet i bruk metoden naturlig revegetering fra stedegne toppmasser etter mønster fra riksveg 23 Oslofjordforbindelsen. Prinsippene for metoden naturlig revegetering er nærmere beskrevet av Skrindo & Pedersen i dette heftet.

Grønn time var en konkret oppfølging av prosjektets målsettinger. Maskinførerne ble introdusert for metoden naturlig revegetering, og fikk se konkrete eksempler på hva formingsjobben fra maskinsetet ville innebære. For mange av maskinførerne var det svært uvant (til dels i strid med hva de vanligvis forbandt med godt maskinførerarbeid), å skulle etterlate seg en røft utseende overflate med løst utlagte toppmasser.

## Oppfølging

Statens vegvesen knyttet til seg biolog Astrid Brekke Skrindo fra Universitetet for miljø- og biovitenskap som fulgte prosjektet flere somre. En student har skrevet masteroppgave om naturlig revegetering på Lofast.

## Evaluering av prosjektet

### 1 Økologiske fordeler

Prosjektet har lyktes i å bli naturlig grønt. Revegeteringen på samtlige jordtyper langs strekningen går bra. Det er god vekst og stort artsmangfold som er godt tilpasset forholdene. Artssammensetningen vil endre seg over tid, men selv etter bare et par sesonger er inngrepsskillet utyldig flere steder.

Også visuelt sett er Lofast blitt et neddempet anlegg. Det kuperte terrenget har selvsagt resultert i tøffe skjæringer og store høye fyllinger. Men formingen av sideterrenget i kombinasjon med innvandring av stedegen vegetasjon bidrar likevel til å dempe ned de tøffeste inngrepene og å forankre de nye terrengformene til det omkringliggende landskapet.

### 2 Samfunnsmessige fordeler

Naturlig revegetering fra stedlige toppmasser legger til rette for at naturen kan ta tilbake arealene inn mot asfalten. Ettersom

prosjektet ligger kloss inntil ny nasjonalpark og vernet vassdrag er det en fordel at det ikke er sådd med kommersiell frøblanding. Slike introduserte arter kunne ellers utkonkurrere de stedlige plantene, endre jordforholdene eller forringe den genetiske variasjonen i enkeltarter.

Rigg- og marksikringsplanene på Lofast var et nytt arbeidsredskap både for entreprenør og byggherre. Erfaringene med å bruke rigg- og marksikringsplaner som miljøstyringsverktøy i vegprosjekter er gode. Slike planer er et egnet arbeidsverktøy også i framtidige prosjekt.

### 3 Har prosjektet hatt betydning ut over selve området hvor det er gjennomført?

Med bakgrunn i erfaringene fra Lofast utarbeider Statens vegvesen Region nord nå rigg- og marksikringsplan i flere nye prosjekter. Naturlig revegetering er også brukt i andre prosjekter der dette er en egnet metode. Også andre regioner har etterspurt erfaringene fra Lofast og går videre med liknende verktøy.

### 4 Erfaringer å ta med seg videre

Prosjektet har vist at naturlig revegetering kan gjennomføres som eneste revegeteringsmetode i et anleggsteknisk krevende prosjekt med vanskelig logistikk. Mange av plantene som har spirt på Lofast kommer fra plantedeler (røtter og fragmenter) og noen har spirt fra frø. Trolig er det landsdelens relativt korte vekstsesong som gjør at plantene velger vegetativ formering.

Langs Lofast kan man allerede i tidlig fase gjenfinne et stort antall av de samme artene både langs vegkanten og i omgivelsene. Dette i motsetning til Riksveg 23 (Oslofjordforbindelsen) som de første årene var dominert av pionerarter, arter som forsvant etter et par år.

Vegetasjonsinnvandringen skulle samspille med rigg- og marksikringsplanen. Ved å bruke inngrepsgrenser og botområder til å skjerme trebelter, elvebredder, våtmarker eller særegne terrengformer ble ulike naturtyper eller viktige biotoper skjermet eller minst mulig skadet.

Selv veldig små lommer av intakt natur kan fungere som øyer som ulike arter kan spre seg ut fra. Bevarte naturelementer er også viktig for det ferdige resultatet, visuelt sett. Både økologisk og visuelt bidrar altså rester av opprinnelig terreng til å etterlikne det omkringliggende landskapets mosaikk, og til å dempe ned inntrykket av landskapsinngrepet.

Naturlig revegetering innebærer løs utlegging av massene. Det var uvant for entreprenørene. Tradisjonelt har man komprimert massene, glattet overflaten og sådd hurtigvoksende gras for å binde jorda. Mange mente bratte fyllinger kombinert med mye nedbør ville føre til utglidning og overflateerosjon. På Lofast er stedlige humusholdige toppmasser lagt tilbake direkte på svært bratt steinfylling. Vegetasjonsetableringen er godt i gang. Til tross for at det tar lenger tid enn ved tilsåing er det ikke tegn til utglidning eller overflateerosjon av noe omfang. Det ser derimot ut til at løs utlegging gjør av vannet trenger ned i grunnen, og at ei ru overflate hindrer overflateerosjon.

Rigg- og marksikringsplanen og grønn time bidro til en lagånd i forhold til sluttresultatet. Det var viktig å anerkjenne entreprenørens kompetanse. De har lang erfaring og mye anleggsteknisk kunnskap som er nyttig, også i møte med nye arbeidsmetoder. Man kunne forventet uvilje mot endret arbeidsopplegg, botområder og inngrepsgrenser. I stedet ble det kontraktsfestede opplegget i all hovedsak godt mottatt.

### Publikasjoner:

Nystad, L.L. 2006. Naturlig revegetering langs E10 Lofast: undersøkelser i tidlig etableringsfase. Mastergradsoppgave i Plantevitenskap - Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås.  
Kongsbakk, E. og Skrindo A. 2009. E10 Lofotens fastlandsforbindelse. Landskapstilpasning og naturlig revegetering fra stedlige toppmasser. Rapport 2009/12. Statens vegvesen Utbyggingsavdelingen. 69 s.

# Etablering av semi-naturlig engvegetasjon: En sammenlikning av fire metoder

Knut Rydgren (knut.rydgren@hisf.no), Ingvild Austad og Inger Auestad

Høgskulen i Sogn og Fjordane, avdeling for ingeniør- og naturfag. Postboks 133, 6851 Sogndal

## Re-creating semi-natural grasslands: a comparison of four methods

*Semi-natural grasslands have declined rapidly throughout Europe the last decade. Recreation of semi-natural grasslands may be a way of maintaining such grasslands. However, there are few places in the modern landscape where the landscapes are managed in such a way that it is kept open except along the roads. We examined four different methods to recreate semi-natural grasslands at a trial site along a new road: seed-sowing, two ways of hay transfer (hard raking and light raking) and natural regeneration. The seeds and the hay were taken from nearby semi-natural grasslands (donor sites). The species composition of the seed-sowing and the two hay transfer treatments significantly changed towards their donor species composition during three years of succession (as evaluated by GNMDS ordination). Thus, hay transfer may be suitable method when recreating semi-natural grasslands, and should be used more often in particular in areas where donor sites are available.*

## Problemstilling og mål

Vi har undersøkt fire ulike metoder for å etablere artsrik engvegetasjon. Vi har evaluert metodene (to høyoverføringsmetoder; hard og lett raking, såing av lokal frøblanding og naturlig revegetering) ved å studere hvor raskt henholdsvis vegetasjonsdekket og vegetasjonssammensetningen utvikler seg. Målet er å si noe kvalifisert om egnetheten til de ulike metodene.

## Kort prosjektbeskrivelse, lokalitet, hovedtilnærming, type data

Kulturlandskapet i Norge og i de fleste europeiske land har over lang tid gjennomgått store endringer på grunn av effektivisering av jordbruket og på grunn av fragmenteringen av landskapet. Det har medført at mange plantearter som har kulturlandskapet som sitt viktigste leveområde, har gått kraftig tilbake. Spørsmålet er om en kan gjøre noe med denne negative utviklingen for disse artene.

Det bygges stadig nye veier i Norge. Vegkantene må skjøttes og holdes åpne av hensyn til trafiksikkerheten. Når nye vegkanter etableres brukes det som regel metoder som raskt fører til et vegetasjonsdekke, men et vegetasjonsdekke som er relativt homogent og artsfattig. Spørsmålet er om det finnes alternative metoder som gjør at en får etablert et vegetasjonsdekke som består av mange kulturlandskapsarter, og som dessuten gir arter i tilbakegang nye voksesteder.

I 2004 etablerte vi et forsøksfelt (et vegkant-område) ved Borgund (UTM<sub>WGS84</sub> MN 361, 701) i Lærdal, Sogn og Fjordane ved den nye E16, 420 m o.h. Forsøksfeltet bestod av 5 blokker (8 x 8 m), hver med 16 ruter (0.5 x 0.5 m). Vi samlet inn tørket høy fra nærliggende donor-enger (enten ved hard raking eller ved lett raking; **Figur 1**) og lagde frøblandinger fra de samme engene. På forsøksfeltet ble de ulike rutene trukket ut til en av fire behandlinger: høypålegg fra hard-raking, høypålegg fra lett raking, frøsåing eller naturlig revegetering. Vi undersøkte vegetasjonssammensetningen på forsøksfeltets 80 ruter årlig





**Figur 1.** Innsamling av høy fra en donor-eng. - Collection of hay from a donor-grassland. Foto/Photo: K. Rydgren.

fra 2005 og til og med 2007 (**Figur 2, Figur 3**). Datasettet ble analysert med ulike metoder; deriblant Bray-Curtis ulikhetsmål og GNMDS ordinasjon (Global Non-Metric Multidimensional Scaling).

### Prosjektets lengde

Prosjektet startet i 2004 og siste feltlesong så langt var i 2007. Vi skjønner fortsatt forsøksfeltet slik at vi har mulighet til å studere vegetasjonsdynamikken utover tre år ved å re-analysere vegetasjonen.

### Oppsummering av resultater

Allerede etter tre år var vegetasjonsdekningen høyere på forsøksfeltet enn hva det var i donor-engene. Overføringsraten for artene (fra høy og frøblandingene) var gode for alminnelige forekommende arter, men langt dårligere for arter som var lavfrekvente i donor-engene. Artssammensetningen på forsøksfeltet ble gradvis mer lik artssammensetningen i donor-engene i løpet av de tre årene. Det gjaldt spesielt de to høyoverførings-

behandlingene. Likefullt skilte de seg vesentlig fra opphavet sitt (donor-engene).

### Anvendelse

Våre resultater viser at høyoverføring kan være en velegnet metode for å etablere artsrike engvegger. Denne metoden bør utprøves i større grad langs nye veganlegg der en har lokale donor-enger tilgjengelig. Andre forskere som har regnet på kostnadene hevder at høyoverføring er en rimeligere metode enn frøsåing. Høyoverføring kan eventuelt brukes sammen med naturlig regenerering der erosjonsutfordringene er små.

### Organisering og andre prosjekt

Prosjektet (NFR-finansiert) har vært ledet av Ingvild Austad<sup>1</sup> og Knut Rydgren<sup>1</sup>. Inger Auestad<sup>1</sup> har vært tilknyttet prosjektet som PhD-stipendiat, mens Silke Hansen<sup>1</sup> og seinere Jørn-Frode Nordbakken<sup>1</sup> har arbeidet som forskere på prosjektet. Prosjektet har vært delt i to. I første del, som er den mest omfattende delen, har Auestad utført sitt PhD-arbeid (dispu-





**Figur 2.** Etablering av forsøksfeltet høsten 2004. - The trial site the first autumn in 2004. Foto/Photo: K. Rydgren.



**Figur 3.** Forsøksfeltet tre år seinere, august 2007. - The trial site three years after establishment, August 2007. Foto/Photo: K. Rydgren.

terte i mars 2009, se publikasjonsliste under). Deler av Auestad sitt PhD-arbeid omfattet også restaureringsøkologi, deriblant et manuskript som tok for seg effekten av ulike typer skjøtsel på vegkantvegetasjonens dynamikk (se Auestad 2009 for nærmere detaljer). Andre del er beskrevet her i denne teksten. Her har også Einar Heegaard (Bjerknes Centre for Climate Research, UNIFOB AS/ EECRG, Department of Biology) vært medarbeider.

Fagmiljøet i Høgskolen i Sogn og Fjordane har også gjennomført to andre prosjekter som ligner på det prosjektet som beskrives her. Nærmere informasjon om disse kan finnes i Austad et al. (2007).

### Publikasjoner

Auestad, I. 2009. The fate of grassland species in the modern changing landscape: Effects of management on vegetation and population dynamics in road verges and pastures. - Dissertation. Faculty of Mathematics and Natural Sciences,

University of Oslo, Oslo.

Austad, I., Natlandsmyr, B., Rydgren, K., Byrkjeland, L. & Auestad, I. 2004. Bevaring av genressurser. Etablering av urterik slåtteeeng. Bakgrunn problemstilling og metoder. - Høgskulen i Sogn Fjordane Notat. 2004: 1-25.

Austad, I., Rydgren, K., Sørensen, K.R. & Byrkjeland, L. 2007. Bevaring av genressurser. Etablering av urterik slåtteeeng på Sunnfjord museum. Høgskulen i Sogn Fjordane Rapport. 2007: 1-36.

Nordbakken, J.-F., Rydgren, K., Auestad, I. & Austad, I. 2010. Successful creation of species-rich grassland on road verges depend on various methods for seed transfer. - Urban Forestry & Urban Greening 9: 43-47.

Rydgren, Knut; Nordbakken, Jørn-Frode; Austad, Ingild; Auestad, Inger & Heegaard, Einar. In prep. Re-creating semi-natural grasslands: a comparison of four methods.

# FJELLFRØ: Oppformering av stedegent frø til restaurering i fjellet

Trygve S. Aamlid<sup>1</sup> (trygve.aamlid@bioforsk.no) og Jon Sæland<sup>2</sup> (jon@kva.no)

<sup>1</sup> Bioforsk Øst Landvik, 4886 Grimstad

<sup>2</sup> Telemark frøavlerlag (leder for styringsgruppa i FJELLFRØ), 3810 Gvarv

## Multiplication of site-specific seed for restoration in mountain areas

*The Norwegian Nature Management Act prohibits use of introduced plant material in natural and semi-natural landscapes. The main objectives of the project FJELLFRØ are (1) to collect parent seed material in mountain regions, and (2) to propagate and develop seed production techniques for these species/ecotypes. The project is owned by Telemark Seed Growers Association, supported financially by Innovation Norway and various public agencies / private companies for the period 2007-2010, and organized by Bioforsk. A total of 420 g site-specific seeds of 227 ecotypes belonging to 33 species have been collected in geographically distant mountain regions in 2005, 2007 and 2008. Species of high priority are Festuca ovina, Poa alpina, Phleum alpinum, Avenella flexuosa, Agrostis mertensii, Anthoxanthum odoratum ssp. alpinum. By November 2009, 38 first generation multiplication fields have been established after raising transplants in nurseries. By the same date, 13 commercial second-generation fields have been seeded by farmers organized through Telemark Seed Grower's Association. Site-specific seed mixtures are expected for sale from 2011 onwards.*

## Problemstilling og initiering av prosjektet

Som et resultat av kraftverksutbygging, gruvedrift, militær aktivitet, veibygging og andre menneskelige inngrep finnes det i norske fjellområder en rekke eksempler på store eller mindre sår i landskapet. På grunn av kort vekstsesong, låg temperatur og ofte karrige og tørre jordbunnsforhold bruker naturen i slike områder lang tid på å reparere skadene. For å unngå erosjon og ytterligere ødeleggelse av landskapet er restaureringstiltak nødvendig. Ett av disse vil være innsåing av frø.

For at etablering av nytt plantedekke skal bli et vellykket og varig tiltak, må plantematerialet være sammensatt av økolyter som er tilpasset de klimatiske og edafiske forholda på voksestedet. For å unngå genetisk forurensing må plantematerialet være stedegent, dvs. opphavsmaterialet bør helst være samlet inn i området som skal restaureres. Hittil har det stort sett ikke vært mulig å få tak i frø som oppfyller disse kriteriene, og ofte er

det derfor brukt utenlandske sorter eller norske førsorter som økologisk sett ikke hører hjemme på voksestedet. Heretter vil naturmangfoldloven, som ble vedtatt av Stortinget i juni 2009, forby innførsel av fremmed plantemateriale til naturlige og semi-naturlige områder i Norge (Miljøverndepartementet 2009).

Vegetasjonsgruppa i Norges vassdrags- og energidirektorat tok i 2004/2005 initiativ til innsamling av frø i fjellet. Det ble satt opp ei liste over prioriterte arter, først og fremst grasarter, men også starr og urter. Etter hvert ble initiativet samordnet med Bioforsks fagseksjon for frøavl og gras til grøntanlegg, og med Telemark frøavlerlag, der en gruppe bønder hadde erfaring med blomsterfrøavl og med oppformering av svaktvoksende grasarter som sauesvingel, rødsvingel og engkvein. Disse frøavlerne hadde lyst til å prøve frøavl av stedegent plantemateriale som et ledd i framtidig næringsutvikling. Etter hvert ble også Forsvarsbygg, Statkraft og Felleskjøpet Agri involvert, og sammen med Telemark frøav-



lerlag, NVE og Bioforsk søkte disse institusjonene / bedriftene høsten 2006 Innovasjon Telemark / Innovasjon Norge om støtte til det brukerstyrte forskings- og utviklingsprosjektet 'FJELLFRØ: Oppformering av stedeagne gras og urter til restaurering i fjellet'. Søknaden ble innvilget vinteren 2007.

## Prosjekt mål

### Hovedmål:

- Å gjøre produksjon av 'fjellfrø' til en ny og lønnsom næring for medlemmer av Telemark frøavlslag.

### Delmål:

- Innsamling av frø av stedeagne økotypen av minst 10 ulike arter i utvalgte fjellområder i Norge
- Oppformering og utvikling av dyrkingsteknikk for kostnadseffektiv frøavl av de aktuelle artene. Rådgivning og 'miljøbygging'.
- Utpøving / demonstrasjon av det oppformerte frø materialet ved restaurering av utvalgte anleggsområder i fjellet

**Tabell 1.** Oversikt over frø av de viktigste arter samlet inn gjennom FJELLFRØ. - Overview of the most important seed ecotypes collected by the FJELLFRØ project in Norwegian mountain areas

Art	Antall økotypen - No of ecotypes	Totalt gram rensa frø	Fjellområder representert - Collection areas	Spireevne - Germination
Aksfrytle ( <i>Luzula spicata</i> )	15	38	Setesdalsheiene, Hardangervidda, Rørosvidda	< 10 %
Fjellgulaks ( <i>Anthoxanthum odoratum</i> ssp. <i>alpinum</i> )	8	10	Hardangervidda, Vikafjellet, Saltfjellet	< 10 %
Fjellmarikåpe ( <i>Alchemilla alpina</i> )	17	35	Setesdalsheiene, Hardangervidda, Strynefjellet, Vikafjellet, Rondane	0 (Ingen spiring)
Fjellrapp ( <i>Poa alpina</i> )	9	21	Setesdalsheiene, Hardangervidda, Vikafjellet, Rørosvidda, Saltfjellet	Generelt god
Fjellkvein ( <i>Agrostis mertensii</i> )	4	2	Hardangervidda, Vikafjellet, Strynefjellet	Variabel (0-60 %)
Fjelltimotei ( <i>Phleum alpinum</i> )	16	18	Setesdalsheiene, Hardangervidda, Strynefjellet, Rondane, Rørosvidda, Saltfjellet	Generelt god
Fjellsveve ( <i>Hieracium alpinum</i> )	6	6	Setesdalsheiene, Hardangervidda, Strynefjellet,	< 10 %
Følblom ( <i>Leodonton autumnalis</i> ssp. <i>autumnalis</i> )	11	12	Setesdalsheiene, Hardangervidda, Vikafjellet, Strynefjellet,	Variabel (0-60 %)
Gullris ( <i>Solidago virgaurea</i> )	8	16	Setesdalsheiene, Hardangervidda, Strynefjellet,	Generelt god
Rabbesiv ( <i>Juncus trifidus</i> )	5	5	Setesdalsheiene, Hardangervidda, Strynefjellet	Generelt god
Saesvingel ( <i>Festuca ovina</i> )	8	75	Hardangervidda, Rondane, Rørosvidda	Generelt god
Seterfrytle ( <i>Luzula multiflora</i> ssp. <i>multiflora</i> )	15	18	Setesdalsheiene, Hardangervidda, Vikafjellet Strynefjellet	Generelt god
Seterstarr ( <i>Carex brunnescens</i> )	7	4	Setesdalsheiene, Hardangervidda, Vikafjellet, Strynefjellet	Variabel (0-84 %)
Smyle ( <i>Avenella flexuosa</i> )	11	41	Setesdalsheiene, Hardangervidda, Norefjell, Vikafjellet, Strynefjellet, Rondane	Generelt god



**Figur 1.** Første generasjons oppformeringsfelt av smyle (*Avenella flexuosa*) pop. 07/20 'Norefjell'. - First generation multiplication of *Avenella flexuosa* pop. 07/20 'Norefjell'. Bioforsk Landvik, 29.mai 2009. Foto/Photo: T. S. Aamlid.



**Figur 2.** Andre generasjons oppformeringsfelt av fjellrapp (*Poa alpina*) pop. 05/18, 'Vikafjellet' hos Jon Sæland, Gvarv i Telemark, 10.juni 2009. - Second generation multiplication of *Poa alpina* pop. 05/18 'Vikafjellet'. Foto/Photo: T. S. Aamlid.

## Prosjektbeskrivelse og oppsummering av resultater så langt

I henhold til delmåla er FJELLFRØ organisert i tre delprosjekt. Delprosjekt 3 ble i 2008 konkretisert i form av et større forsøks- og demonstrasjonsfelt i Bitdalen i Rauland, Telemark. Dette restaureringstiltaket er omtalt separat i dette heftet (Aamlid et al.). For de to første delprosjekta gir det følgende en kortfattet statusoversikt. For mer inngående rapporter vises til Aamlid et al. (2008, 2009).

### Innsamling av frø av stedegne økotyper i fjellet.

Innsamling av frø i viktige fjellområder i Sør-Norge og på Saltfjellet ble utført somrene 2005, 2007 og 2008. (Innsamling fra Troms og Finnmark var allerede utført av Bioforsk Holt og frøet er under oppformering i Alta gjennom et annet prosjekt – NORDFRØ). Mesteparten av frøet ble samlet inn av botanikere fra SABIMA, Høgskolen i Telemark og Høgskolen i Nordland, men noe ble også samlet inn av ansatte i NVE, Bioforsk og andre med tilknytning til prosjektet. Det innsamla frømateriale ble katalogisert, tresket for hand, rensset og analysert for renhet, tusenfrøvekt og spireevne i frølaboratoriet på Bioforsk Landvik.

I 2005, 2007 og 2008 ble det til sammen samlet inn 420 g frø fordelt på 227 økotyper fordelt på 33 ulike arter. De viktigste artene, som for det meste også var prioritert av Vegetasjonsgruppa i NVE, framgår av **Tabell I**. Siden mange av økotypene kommer fra samme geografiske område, vil det neppe være riktig å holde alle økotypene atskilt ved videre oppformering. Her er det et klart behov for nye studier for å kartlegge den genetiske variasjon i det innsamla materialet.

### Oppformering og utvikling av frøavlsteknikk

Oppformeringa av det innsamla materialet skjer gjennom to generasjoner. Siden innsamla frømengde er så liten, blir første generasjons oppformeringsfelt etablert ved oppal av planter i pluggbrett i veksthus og utplantning i felt, vanligvis på senger av svart plast (**Figur 1**). Dette er tidkrevende, og arbeidet utføres dels ved Bioforsk Øst Landvik og dels i regi av Norsk landbruksrådgivning Østafjells. Høsting av frø utføres enten for hand eller med forsøkskurtresker. I 2006, 2007, 2008 og 2009 er det etablert til sammen 38 oppformeringsfelt på denne måten. Størrelsen på feltene

varierer avhengig av tilgangen på frø, men de fleste er mellom 50 og 200 m<sup>2</sup>. Flest felt er etablert med artene sauesvingel, fjellrapp, fjellkvein, fjelltimotei og smyle.

Etter den første oppformeringsgenerasjonen er det forhåpentlig nok frø til at andre generasjons oppformeringsfelt kan etableres ved direkte såing. Denne bruksfrøavlens skjer hos frøavlerne Telemark (**Figur 2**). De første fem feltene ble etablert i 2008 og åtte nye i 2009, totalt ca. 50 daa. På sikt regner vi med at det totale arealet vil komme opp i 3-400 daa, kanskje mer. Frøavlens foregår på kontrakt med Bioforsk Landvik og / eller Felleskjøpet Agri, som er ansvarlig for rensing, analyser og omsetning av frøet. Seks frøavlere er hittil kommet i gang med denne produksjonen, men tallet forventes å dobles i løpet av de neste åra. De første frøblandingene vil etter planen være tilgjengelige foran vekstsesongen 2011. Disse blandingene er i første omgang reservert for restaureringsprosjekter i regi av NVE, Statkraft og Forsvarsbygg, men etter hvert vil stedegne frøblandinger også kunne settes sammen for andre tiltakshavere.

Parallelt med oppformeringa utføres også dyrkingstekniske forsøk for å finne fram til best mulig frøavlsteknikk. De fleste fjell-artene spirer seint og er derfor utsatt for konkurranse fra ugras, spesielt tunrapp og andre grasugras, i etableringsfasen. Et viktig forsøks spørsmål er derfor utprøving av ulike ugrasmidlers selektivitet i oppformeringsfeltene. Et annet problem er at mange av økotypene fra fjellet, spesielt fjelltimotei, angripes av soppjukdommer når de flyttes ned i låglandet for oppformering. For å unngå sopp kan frøavlens enten flyttes nærmere økotypenes opphavsområde, eller det kan brukes kjemiske soppmidler. Begge løsninger testes nå i regi av fjellfrø-prosjektet. En tredje utfordring i oppformeringa er at frømodninga er ujamn og spireevnen ofte dårlig, noe som setter søkelys på ulike høstemetoder og tresketidspunkter.

## Referanser

- Miljøverndepartementet 2009. Om lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven). Ot.prp. nr. 52 (2008-2009).
- Aamlid, T.S., K.S. Tørresen, S. Kise, A.A. Steensohn, Å. Susort & J. Saur 2008. Fjellfrø: Oppformering av stedegent frø til restaurering i fjellet. Rapport fra første prosjektår 2007. Bioforsk rapport 3 (64): 1-50.
- Aamlid, T.S., K.S. Tørresen, Asle M. Fremgård, A.A. Steensohn, S.Kise & J. Saur 2009. Fjellfrø: Oppformering av stedegent frø til restaurering i fjellet. Rapport fra andre prosjektår 2008. Bioforsk rapport 4 (52): 1-62.



# Etablering av gras som restaureringstiltak etter naturinngrep i fjellet: Sammenligning av norske fjelløkotyper og importert grasfrøblanding på ulike jordtyper i Bitdalen, Telemark

Trygve S. Aamlid<sup>1</sup> (trygve.aamlid@bioforsk.no), Line Rosef<sup>2</sup>, Per Anker Pedersen<sup>2</sup> og Anne A. Steensohn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Øst Landvik, 4886 Grimstad

<sup>2</sup>Universitetet for miljø og biovitenskap, 1432 Ås

## Establishment of grasses for restoration after disturbances in mountain landscapes: A comparison on Norwegian ecotypes and imported seed on various soil types in Bitdalen, Telemark

A factorial trial comparing various subsoils (mineral, organic, and 50/50 (v/v) mineral/organic mixture), no liming vs. liming (1100 kg CaO/ha), and no sowing vs. sowing of an imported seed mixture or a mixture based on Norwegian mountain ecotypes, was established on 9 July 2008 in Bitdalen, Telemark. The establishment of vegetation from seed was faster on the organic and mixed soils than on the mineral soil. Although the initial  $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$  was higher in the mineral soil (5.8) than in the organic and mixed soils (4.9–5.0), the greatest relative effect of liming on plant cover was found on the former soil type. The imported seed mixture, mostly consisting of Danish and Dutch varieties, resulted in faster establishment than the seed mixture consisting of Norwegian ecotypes. One year later, the difference in ground cover was less conspicuous, but total above-ground plant biomass was almost three times higher after use of the imported seed mixture (77 vs. 29 g DM/m<sup>2</sup>). The imported seed also had a much greener appearance than the Norwegian ecotypes and the local vegetation. On average for soil types and liming treatments, the ground cover on unseeded plots increased from 1% six weeks after sowing to 24% after fourteen months; this cover mostly consisted of *Agrostis* spp. and mosses. It is concluded (1) that soil organic matter is a valuable resource that should be well preserved during restoration projects; (2) that the use of imported / unadapted seed mixtures must be avoided; and (3) that the use of a well adapted seed mixture from alpine ecotypes may be a good alternative to leaving the ground unseeded especially where there is a poor seed bank, where there is a need for rapid development of vegetation cover, or where a cover of grasses is wanted for functional reasons.

## Problemstilling og mål

Inntil nylig har det ved revegetering etter naturinngrep stort sett vært sådd frøblandinger med en stor andel utenlandske grassorter, eventuelt norske sorter foredlet for forproduksjon. Bruk av slike frøblandinger vil ofte resultere i konkurransesterke grasdekker som i farge og veksthastighet skiller seg fra områdene rundt og som i liten grad tillater stedegne arter å etablere seg, iallfall ikke før de sådde sortene går ut på grunn av dårlig overvintringsevne. Erfaring viser at introduserte arter og sorter ikke alltid forsvinner av seg selv, men blir en del av framtidig vegetasjon.

Som en motvekt mot spredning av fremmed plantemateriale gjennomførte Statens vegvesen på slutten av 1990-tallet store utbygginger hvor revegeteringen var basert på spontan oppspiring fra stedegen toppjord. Metoden ble både benyttet ved Oslofjordforbindelsen (veien / tunnelen fra Hurum til Drøbak) og seinere ved Lofast (veien mellom Lofoten og fastlandet). I begge disse prosjektene var erfaringene med naturlig revegetering meget gode (se Skrinko & Pedersen og Kongsbakk & Skrinko i denne boka). Likevel vil det i mange situasjoner være aktuelt å så gras for å oppnå raskere og mer forutsigbar etablering, særlig i de tilfeller hvor frøbanken antas å være liten og naturlig frøspredning forventes å skje langsomt. Revegetering ved såing er også aktuelt etter naturinngrep ved hyttefelt, hoteller, alpinanlegg og lignende samt i overgangssoner til jordbruksområder. I sistnevnte tilfeller er ikke restaureringsmålet å oppnå et vegetasjonsdekke som er mest mulig likt urørt natur, men å oppfylle funksjonelle krav og samtidig unngå å bruke importerte frøblandinger med avvikende utseende og vekstrytme.

Revegetering ved såing av frø av norske veltilpassede økolyter kan gjøre det mulig å oppnå rask etablering av plantedekke uten å komme i konflikt med naturmangfoldlovens forbud mot innføring av fremmed plantemateriale.

Målet med prosjekt FJELLFRØ (Aamlid & Sæland i dette heftet) er å gjøre frøavl av norske fjelløkolyter til en ny og lønnsom næring for norske frøavlere. For å demonstrere og vinne erfaring med frøblandinger produsert i prosjektet ble det sommeren 2008 anlagt et forsøksfelt foran den nylig rehabiliterte Bitdals-dammen i Rauland, Telemark. Forsøket ble anlagt i samarbeid mellom FJELLFRØ og prosjektet 'Økologisk restaurering etter naturinngrep' (Pedersen & Rosef i dette heftet). Et mål med forsøket var også å studere hvordan ulike jordtyper påvirker vegetasjonsetableringen.

## Materiale og metoder

Forsøket ble anlagt etter følgende split-split-plot forsøksplan med tre gjentak:

**Faktor 1: Vekstmasser (15-25 cm tykkelse), storruiter (9m x 18m = 162 m<sup>2</sup>)**

- Undergrunnsjord myr (pH 4.9)
- Undergrunnsjord, mineraljord (morene, pH 5.5)
- 50 vol % myrjord + 50 vol % mineraljord

**Faktor 2: Kalking, mellomruiter 9m x 9m = 81 m<sup>2</sup>**

- Ingen kalking
- 200 kg kalksteinsmel pr. daa (Franzefoss, 98 % CaCO<sub>3</sub>, 55 % CaO ekvivalenter)

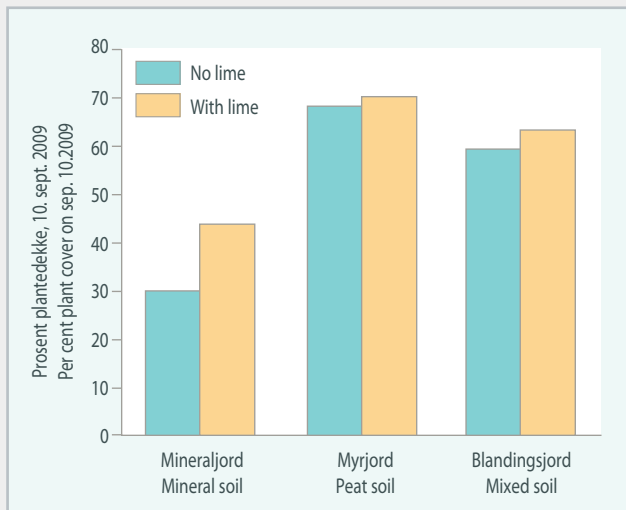
**Faktor 3: Frøblandinger (småruiter 3m x 9m = 27 m<sup>2</sup>)**

- Ingen såing
- Importert frøblanding, bare utenlandske sorter: 20 rødsvingel 'Olivia', 20 % rødsvingel 'Wilma', 10 % sauesvingel 'Quatro', 25 % stivsvingel 'Ridu', 10 % stivsvingel 'Bardur', 15 % flerårig raigras 'Ronja'. Såmengde 14 kg/daa.
- Norsk fjellfrø: 17 % rødsvingel 'Klett', 17 % rødsvingel 'Frigg', 33 % sauesvingel 'Sel', 8 % sauesvingel 'Lillian', 22 % fjellrapp 'Tynset', og 3 % smyle 'Ustaoset'. Såmengde 11 kg/daa. I tillegg ble det på hver smårute plantet inn 66 pluggplanter av fjelltimotei 'Vikafjellet', 48 pluggplanter av fjellkvein 'Voss' og 48 planter av smyle 'Ringebu'.

Frøblandinga i ledd c ble satt sammen ut fra hvilket frø som var tilgjengelig. For fjelltimotei, fjellkvein og smyle var det så lite frø tilgjengelig at disse artene måtte plantes ut etter oppal i pluggbrett.

Forsøket ble sådd 9. juli 2008. Da var vekstmassene allerede utlagt i 15-25 cm tykkelse med gravemaskin. Overflatekalking (faktor 2, ledd 2) ble utført for hand like før såing. Samtidig ble hele feltet gjødslet med Fullgjødsel® 11-5-18, 20 kg/daa. Etter såing ble hele feltet (også usådde ruter) dekket med et tynt lag frøhalm av bladfaks for å beskytte mot uttørking og/eller hardt regn.

Plantedekket på de ulike rutene er så langt bedømt 19. august 2008, 19. juni 2009 og 10. september 2009. Ved bedømming 19. august 2008 ble det tatt ut jordprøver, og ved bedømming 9. september 2009 ble det bestemt stående biomasse og botanisk sammensetning innenfor rammer à 0.5m x 0.5 m.



**Figur 1.** Virkning av jordtype og kalking på plantedekke 14 måneder etter såing. Middell av usådde ruter og ruter sådd med ulike frøblandinger. - Effect of soil type and liming on plant cover 14 months after seeding. Mean of unseeded control and two seed mixtures.

## Resultater og diskusjon

### Jordanalyser

Kalking hevet pH fra 5,8 til 6,6 i mineraljorda, 4,9 til 5,6 i myrjorda og 5,0 til 5,5 i blandingsjorda. Kalkinga økte innholdet av kalsium, men hadde ingen virkning på innholdet av plantetilgjengelig fosfor, kalium eller magnesium i de ulike jordtypene.

### Plantedekke og botanisk sammensetning

I middel for usådde ruter og ruter sådd med de to frøblandningene gikk utviklinga av plantedekke raskere på myrjord og blandingsjord enn på mineraljord (**Figur 1**). Denne forskjellen mellom jordtypene i plantedekke kan skyldes bedre jordkontakt for frøet i spirefasen og/eller bedre vann- og næringstilgang for plantene etter spiring. Resultatet viser at det er viktig å ta vare på og sørge for høyt innhold av organisk materiale i det øverste jordsjiktet ved restaurering etter naturinngrep.

Som hovedeffekt førte kalking til bedre plantedekke. Den relative økningen var større på mineraljord enn på myrjord og blandingsjord (**Figur 1**). Ut fra jordanalysene som viste høyest pH i mineraljorda var dette samspillet uventet, men det kan muligens skyldes små endringer i næringstilgangen eller i jordstrukturen som følge av kalkingen. Som det vil framgå av neste avsnitt var den absolutte økningen i biomasseproduksjon minst på mineraljorda.

I middel for tre jordtyper og ruter med og uten kalking utviklet plantedekket seg raskere etter såing av importfrø enn etter såing av norsk fjellfrø. Forskjellen var størst ved bedømming

**Tabell 1.** Virkning av såing av ulike frøblandinger på prosent plantedekke og stående biomasse. - Effect of seed mixture on plant cover and biomass production.

	% plantedekke - plant cover		Stående biomasse - Standing biomass g tørrstoff (DM)/m <sup>2</sup>
	19.aug. 2008	10.sept. 2009	10.sept. 2009
Usådd - Unseeded	1	24	10
Importfrø - Imported seed mixture	80	79	77
Norsk fjellfrø - Norwegian mountain eco-types	63	69	29
P %	<0.1	<0.1	<5
LSD 5 %	5	5	34

seks uker etter såing, men fortsatt signifikant ved bedømming 14 måneder etter såing (**Tabell 1**). Seks uker etter såing kunne det nesten ikke ses planter på usådde ruter, men ett år senere var dekningsgraden kommet opp i 24 %. Her var det også et signikant samspill, idet ulempen ved å utelate såing var større på ruter med mineraljord enn på ruter med myrjord eller blandingsjord (data ikke vist i figur eller tabell).

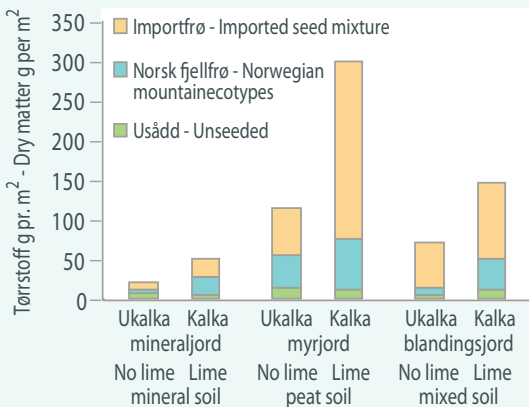
### Biomasseproduksjon

Forsøksfaktorene jordtype, kalking og såing/ frøblanding, samt to- og trefaktorsamspillene mellom dem, hadde alle signifikant virkning på overjordisk biomasseproduksjon. Hovedeffekten av såing / frøblanding er vist i **Tabell 1**, og trefaktorsamspillet i **Figur 2**. Den desidert største tørrstoff-produksjonen, 222 g/m<sup>2</sup>, ble funnet etter såing av importfrø på kalka myrjord. Særlig disse rutene, men også andre ruter sådd med importfrø, skilte seg ut med sterkere grønnfarge og større vekst enn omgivende vegetasjon (**Figur 4**).

### Botanisk sammensetning

Artene som etter hvert etablerte seg på usådde ruter var for det meste kvein (ved opptelling ble det ikke skilt mellom engkvein og fjellkvein) og mose, den siste riktignok bare på myrjord og blandingsjord. Spiringa av kvein på usådde ruter viser at undergrunnsjorda neppe hadde vært helt fri for frø, slik opprinnelig antatt. På sådde ruter dominerte svingel (ved opptelling ble det ikke skilt mellom rødsvingel, stivsvingel og sauesvingel), men på ruter sådd med importfrø var det også en god del flerårig raigras. Ruter sådd med norske fjellkotypene hadde innslag





**Figur 2.** Stående biomasse 10. september 2009 som funksjon av jordtype, kalking og såing / frøblanding. - Plant biomass on September 10 2009 as affected by soil type, liming and seed mixtures.

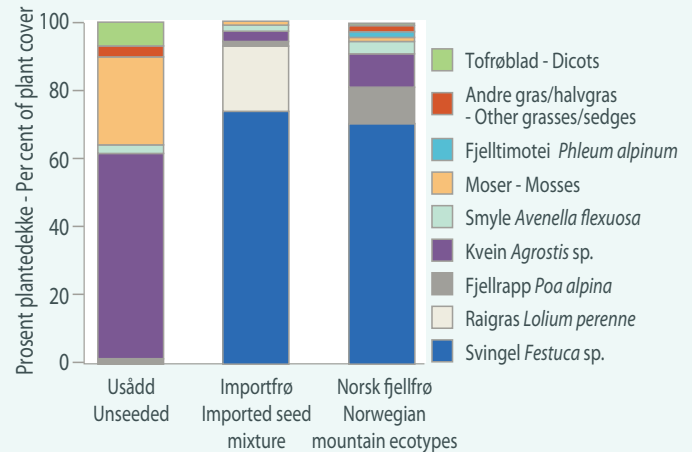


**Figur 4.** Forsøksfeltet, sett fra Bitdalsdammen, 19. juni 2009. Myrjordsruter sådd med importfrø framstår med kraftigst grønnfarge og vekst. - Overview of the experimental field from Bitdalen dam, June 19 2009. Plots combining peat soil and imported seed mixture have the most intense green colour and highest biomass production. Foto/Photo: E. T. Volhovd.

av fjellrapp, kvein og smyle (**Figur 3**). Valg av jordtype hadde gjennomgående liten betydning for den botaniske sammensetningen, men på ruter sådd med norsk fjellfrø førte kalking til en signifikant økning av andelen av fjellrapp fra 6 til 16 %.

## Konklusjon

Forsøksfeltet i Bitdalen går videre med observasjoner i 2010 og 2011, kanskje lenger hvis finansiering tillater det. De viktigste erfaringene så langt i prosjektet er:



**Figur 3.** Botanisk sammensetning av plantedekket 14 måneder etter etablering. Middell av ulike jordtyper og med/uten kalking. - Botanical composition of plant cover 14 months after seeding. Mean of three soil types with and without liming.

- Vegetasjonsetableringen var sterkt avhengig av det organiske materialet i jorda. Dersom en i et restaureringsprosjekt har tilgang på undergrunnsjord av både myrjord og mineraljord bør øvre jordlag være dominert av organisk materiale.
- Selv om pH i utgangspunktet var så høy som 5.8 førte svak kalking til bedre vegetasjonsetablering på moldfattig mineraljord.
- Sammenliknet med frøblandinger bestående av norske økotypen av rødsvingel, sauesvingel, fjellrapp, fjellkvein, smyle, fjelltimotei og tilsvarende arter, vil importerte frøblandinger bestående av utenlandske sorter av rødsvingel, stivsvingel, sauesvingel og flerårig raigras føre til litt raskere vegetasjonsetablering, men plantedekket vil ha stor veksthastighet og kraftigere grønnfarge enn den lokale vegetasjonen, særlig om høsten. Selv i fjellet kan de utenlandske sortene overleve, iallfall første vinteren. Naturmangfoldloven forbyr slik spredning av fremmed plantemateriale.
- Såing av en allsidig og veltilpasset norsk frøblanding er et aktuelt alternativ ved revegetering, særlig hvis frøfrøbanken i massene på stedet antas å være liten eller naturlig spredning forventes å skje langsamt. Såing er også aktuelt hvor det av funksjonelle grunner ønskes et grasdekke. Sammenliknet med importerte frøblandinger gir blandinger bestående av norske fjelløkotyper et nesten like godt plantedekke, men biomasseproduksjonen er vesentlig mindre, og arealer tilsådd med norske fjelløkotyper avviker visuelt mindre fra den lokale vegetasjonen.

# Oppformering av sauesvingel – Tilbakeføring av Hjerkinnskytefelt til sivile formål

Odd-Erik Martinsen<sup>1</sup> (odd.erik.martinsen@forsvarsbygg.no) og Helge Oskarsen<sup>2</sup> (ho@agrokonsult.no)

<sup>1</sup> Forsvarsbygg Utvikling Øst

<sup>2</sup> Agrokonsult AS

## Multiplication of Sheep Fescue (*Festuca ovina*) – Restoration of Hjerkinnskytefelt firing range into nature conservation area

*Hjerkinnskytefeltet er situert i fjellene i midt-Norge. Den militære bruken av området er avsluttet, og området skal restaureres og transformert til naturvernområde. For revegetering av militærinfrastruktur og andre skader på vegetasjon 1100 til 1200 meter over havnivå, er grasfrø av lokal *Festuca ovina* blitt multiplisert. Omkring 3 kg grasfrø ble samlet inn i området ved Hjerkinnskytefeltet i 2002. Frøene ble dyrket for multiplikasjon på vanlig jordbruksland. Ved slutten av 2008 var det produsert totalt 3 tonn frø. Frøene vil ikke gi genetisk forurensning i det sårbare fjellområdet. De er også genetisk og økologisk tilpasset de spesielle naturlige forholdene ved Hjerkinnskytefeltet. Frøprosjektet er et samarbeid mellom Forsvarsbygg og Agrokonsult AS.*

### Målet med prosjektet (kortsiktig og langsiktig)

Hjerkinnskytefeltet er nedlagt og under opprydding og tilbakeføring til sivile formål. Stortinget vedtok i 1999 at arealet skal tilbakeføres som del av en plan for utvidet vern av Dovrefjell. Implisitt i dette ligger at det meste av skytefeltet skal vernes som landskapsvernområde og nasjonalpark. Dette stiller store krav til naturrestaurering, der skyteanlegg, veger og massetak skal fjernes / restaureres tilbake til naturlig landskapsform og revegeteres. Målsetningen med dette delprosjektet var å sikre stedegent grasfrø til revegetering av veger, skyteanlegg og massetak.

### Lokalitetsbeskrivelse

Hjerkinnskytefeltet ligger på Dovrefjell i Oppland, Dovre og Lesja kommuner. Det meste av terrenginngrep ligger 1100-1200 m o. h. Feltet har planstatus som område for Forsvaret i tilbakeføringsperioden. Annen arealbruk er friluftsliv, inkludert jakt og fiske, i tillegg til noe utmarksbeite med sau.

### Forvaltningsregime (eiere, brukere)

Forsvarsbygg har finansiert prosjektet. Det er gjennomført med faglig bistand fra Agrokonsult AS, og praktisk frøavl gjennomført av Bioforsk Øst Landvik og konvensjonelle frøavlere.

Statskog er grunneier i hele Hjerkinnskytefeltet. Dovre- og Lesja fjellstyrene forvalter rettighetene på det meste av arealene etter fjelloven.

### Problemstilling

Da naturvernmålet med prosjektet er svært spesielt og strengt, ble det etter samråd med sivile naturvernmyndigheter enighet om å iverksette et prosjekt for oppformering av lokalt grasfrø. Sauesvingel ble valgt som art etter anbefaling fra innleid vegetasjonsøkolog.



**Figur 1.** Utplantning av småplanter av sauesvingel på Vollebekk, Ås, i 2003 for frøhøsting i 2004. Utplantning i stedet for såing gir langt mindre frøforbruk ved etablering og bedre mulighet for ugraskontroll. - Planting of *Festuca ovina* on agricultural land in 2003. Planting reduced the need for seed, and made it easier to keep control with weeds. Foto/Photo: Helge Oskarsen.



**Figur 2.** Tresking av første generasjon med forsøktresker på Vollebekk i 2004. - Threshing of the first generation in 2004. Foto/Photo: H. Oskarsen.



**Figur 2.** Bruk av plantemateriale som ikke er foredlet sikrer en stor variasjon i plantematerialets egenskaper (tidspunkt for framvekst, farge, voksemåte, toleranse for frost m.m.), noe som er en stor fordel ved bruk i naturområder (i motsetning til når plantematerialet skal brukes i jordbruk, grøntanlegg eller lignende). The grass seed grown directly with seed-material from nature has large variation in genetic characteristics. This is a benefit when the use of seed is for revegetation in nature. Foto/Photo: H. Oskarsen.

## Hvilke tiltak er gjennomført?

Om lag 3 kg stedegent frø av sauesvingel ble samlet inn fra Hjerkinns skytefelt i 2002. Dette ble sådd / plantet ut på to lokaliteter i lavlandet (Ås og Grimstad) i 2003, for første generasjons oppformering. Første frøavling ble høstet i 2004. Andre generasjons oppformering ble dels gjennomført på samme lokaliteter som første generasjons oppformering, med etablering i 2006 og frøhøsting i 2007 og 2008. Størst omfang av andre generasjons oppformering ble imidlertid utført som storskala avl hos tre konvensjonelle frøavlere i Telemark og Buskerud med etablering i 2005 og 2007, og med frøhøsting i 2007 og 2008. Ved rensing av frøet har en brukt samme kvalitetskrav til renhet som ved rensing av sertifisert vare som går til ordinær omsetning.

Prosjektet ble avsluttet i 2008, med totalt om lag 3 tonn grasfrø. Dette frøet er nå klart til bruk på Hjerkinns skytefelt.

## Oppfølging og overvåking

Frøet vil bli brukt til revegeteringsarbeider i Hjerkinns skytefelt fra og med 2010. Bruken av frø vil skje etter råd fra vegetasjonssøkolog (NINA), som også løpende vil overvåke og evaluere videre utvikling.

## Evaluering av prosjektet

Ulike sorter av sauesvingel finnes nå konvensjonelt i handelen. Dette frøet stammer ikke fra Dovrefjell, og det er usikkert hvor egnet det ville vært i området. Tilførsel av sorter fra andre områder kan potensielt føre til genetisk forurensning av lokal flora. Dette delprosjektet sikrer at det ikke tilføres fremmed genmateriale ved restaurering av skytefeltet. Den eneste potensielle forurensningen vil være den lille mengden ugrasfrø som vil være med i et ferdig rensert frøparti, ettersom frøet er dyrket i et annet område.

Norske fagmiljøer knyttet til frøavl og alpin revegetering har fulgt prosjektet, slik at erfaringer kan videreføres.

Bruken av såfrøet vil bli fulgt opp og evaluert som del av helhetlig miljøoppfølging av tilbakeføringsprosjektet for Hjerkinns skytefelt.

## Referanser

Hagen, Dagmar 2003. Tilbakeføring av Hjerkinns skytefelt til sivile formål. Temautredning revegetering. Allforsk, Trondheim.



# Restaurering på artsnivå – bevaring av fjellrev i Fennoskandia

Nina E Eide<sup>1</sup> (nina.eide@nina.no), Rolf A. Ims<sup>2</sup> (rolf.ims@ib.uit.no), Arild Landa<sup>1</sup> (arild.landa@nina.no), Øystein Flagstad<sup>1</sup> (oystein.flagstad@nina.no) og Anders Angerbjörn<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

<sup>2</sup> Universitetet i Tromsø (UiT), 9037 Tromsø

<sup>3</sup> Stockholm universitet (SU), 106 91 Stockholm, Sverige

## Restoration at species level – conservation of the Fennoscandian Arctic fox

*The Fennoscandian Arctic fox is critically endangered. There are less than 50 individuals in Norway and less than 120 totally in Fennoscandia. The Norwegian Action plan (DN 2003, 2010) has released grants for several research initiatives to understand why the Arctic fox is endangered and to evaluate possible actions to save the Arctic fox from extinction. The reason why the arctic fox is critically endangered is due to a complex of changes in the alpine/tundra ecosystem, driven by management of species and landscapes, as well as global warming. The dynamic of rodent/lemming cycles has changed dramatically in Fennoscandia; changed cycle periods, lower peaks, to collapse of cycles in some areas. Today the Arctic fox depend on the peaks in the rodent cycles for reproduction and survival. The competition with the red fox has also been strengthened as the red fox expand to alpine habitats. Small populations risk inbreeding and getting smaller, hence gets further isolated. Several actions to conserve and restore the Fennoscandian Arctic fox population are investigated; both strengthening the population through release of foxes from a captive breeding program, releasing the competition pressure through reducing the red fox population, as well as artificial feeding.*

### Mål

På kort sikt har målet vært å få økt innsikt i hvorfor fjellrevbestanden er kritisk truet, og utvikle og teste ulike tiltak for bevaring av fjellreven. Langsiktig mål er å iverksette tiltak som kan bidra til å heve den Fennoskandiske fjellrevbestanden opp på et nivå som kan gi overlevelse på lang sikt.

### Lokalisering

Fjellområder hvor fjellreven finnes utbredt i Norge, Sverige og Finland

### Finansiering og gjennomføring

Økt fokus på situasjonen til fjellreven og utarbeidelse av en handlingsplan for fjellrev (Direktoratet for naturforvaltning 2003,

2010) utløste midler til flere forskningsinitiativ for å evaluere mulige tiltak for å redde fjellrevbestanden fra utdøing. Forskning på tiltak og gjennomføring av tiltak utføres i samarbeid mellom forskningen (NINA, UiT, SU) og forvaltningen (Direktoratet for naturforvaltning (DN) og Statens naturoppsyn (SNO)).

### Fjellreven er kritisk truet

Fjellreven i Norge er kritisk truet (Norsk Rødliste, Kålås mfl. 2006). Den ble fredet i 1930 i Norge, men har vært i vedvarende tilbakegang siden da. På Dovrefjell og Hardangervidda har fjellreven forsvunnet bare i løpet av de siste 10 åra. Etter IUCN sin kriterievurdering for truethet antas det at er ca. 50 reproduktive fjellrev igjen i Norge og ca. 120 individer totalt i Norge, Sverige og Finland.

## Hvorfor er fjellreven kritisk truet – bakgrunn for tiltak

Årsakene til fjellrevens vedvarende tilbakegang er mange og sammensatte. Menneskelig påvirkning av økosystemer og landskap, bl.a. gjennom arealbruk, aktiv artsforvaltning og global oppvarming er trolig blant de bakenforliggende "drivere" av den endring vi observerer i høyfjellsøkosystemet.

Smågnagerdynamikken har endret seg dramatisk i deler av Fennoskandia. Smågnagerbestandene på slutten av 1880-tallet hadde en svært regulær og tydelig 4-årig syklus som var synkron over store deler av Norge. Etter 1910 har syklusperioden vært mer ustabil og skiftet til en 3- eller 5-års syklus i deler av landet. Disse endringene i syklusperiode de siste 20 årene har blitt etterfulgt av tilfeller med bortfall (kollaps) av bestandsykluser. Smågnagere som mus og lemen utgjør en sentral del av fjellrevens diett. Smågnagerår utgjør en formidabel økning i mattilgangen, som fjellreven responderer på med å øke reproduksjonen gjennom flere og større kull. Grunnlaget for lokale fjellrevbestander reduseres sannsynligvis betraktelig der smågnagerdynamikken flater ut eller kolliderer. På nåværende tidspunkt er det bare midtre og indre deler av Fennoskandia som har en sterk 3-års syklus med markerte toppår. Her er lemen tilstede og utgjør en vesentlig del av toppåret. I Finnmark er smågnagersyklusen framdeles ganske markant, men en 5-årig syklus og med sjeldnere innslag av lemen.

Man antar at fjellrevens sørlige utbredelse er begrenset av rødrevens utbredelse, og at fjellreven kun overlever i de områdene som har så lav produktivitet at rødreven ikke klarer å overleve og reproducere. I de fleste fjellområdene observerer vi imidlertid at fjellreven har trukket opp i høyreliggende og marginale områder, mens rødreven har tatt over lavereliggende og mer produktive fjellområder. Det er mye som tyder på at konkurransen mellom fjellreven og rødreven er forsterket, både gjennom global oppvarming, økte hjorteviltbestander, færre store rovdyr og endret arealbruk i høyfjellet. De er konkurrenter i matveien og rødreven bruker gjerne også hiene til fjellreven. Det er kjent fra flere studier at fjellreven unngår konfrontasjoner med rødreven og at den derfor unngår å etablere seg i områder nær ynglende rødrev. Det er også observert at rødreven kan ta livet av både valper og voksne fjellrev.

Fjellreven i Fennoskandia finnes nå i en såpass liten og fragmentert bestand at den har liten sannsynlighet for å eksistere på lang sikt. Små bestander blir følsomme for tilfeldige (stokastiske) negative utfall både i demografi og i miljøbetingelser, de står

også i fare for å bli innavlet over tid. Den skandinaviske fjellrevbestanden skiller seg fra andre fjellrevbestander cirkumpolart, men er ikke genetisk adskilt fra den Sibirske fjellrevbestanden. Bestanden i Fennoskandia har tapt 25 % av sin genetiske variasjon gjennom de siste 100 år og den er nå atskilt i 5 delbestander, noe som tyder på høy grad av isolasjon og lite utveksling langs den fennoskandiske fjellkjeden. Tross reduksjonen er den genetiske variasjonen i Fennoskandia foreløpig ikke spesielt lav og demografisk stokastisitet (tilfeldige hendelser som medfører dødelighet på dyr som er viktige for bestandene) er trolig en større trussel enn innavlsdepresjon. Landskapsøkologiske analyser demonstrerer den negative betydningen av fragmentering. Fjellrevens utbredelse fragmenteres blant annet gjennom at lokale delbestander blir mindre eller dør ut. Dette fører til at avstanden mellom delbestander øker. I tråd med de økosystemendringer som har skjedd i fjellet (beskrevet ovenfor) er det sannsynlig at denne fragmenteringen forårsaker både at at færre fjellområder har markante lementopper med tilstrekkelig regularitet, og at rødreven nå okkuperer store deler av særlig de lavereliggende delene av fjellet. På denne måten kan det være en negativ samvirkning mellom effekter av økosystemendringer og bestandsbiologiske aspekter knyttet til "litenhet" og isolasjon.

## Restaurering av fjellrevbestanden og gjennomføring av ulike tiltak

### 1) Nasjonalt overvåkingsprogram

Det nasjonale overvåkingsprogrammet på fjellrev gir en årlig status for ulike delbestander; aktivitet ved hi og antall ynglinger. Aktiv bruk av genetikk med hensyn til artsidentifikasjon, individ og slektskapsanalyser er sentralt med tanke på overvåking, planmessig utsetting, samt evaluering av tiltak. Det praktiske arbeidet knyttet til overvåkingen gjennomføres av Statens naturoppsyn og koordineres og kvalitetssikres av NINA. Overvåkingsprogrammet er sentralt i evaluering av de ulike tiltakene som beskrevet under.

### 2) Tiltak som forsterker bestanden direkte – utsetting av fjellrev født i fangenskap

Avlsprogrammet for fjellrev ble etablert i 2005. Programmet har som mål å utvikle et tiltak som kan brukes til å reetablere, styrke og knytte sammen delbestander, samt øke utveksling mellom dem og slik motvirke genetisk og demografisk isolasjon. Avlsprogrammet er i seg selv også en buffer mot tap av genetisk variasjon. Prosjektet omfatter drift og vedlikehold av en avlsstasjon (Sæterfjellet, Oppdal) samt forskning



**Figur 1.** Foto/Photo: H. Eira. SNO.

og utviklingsarbeid knyttet til stasjonen og utsetting av fjellrev. Prosjektet skal finne fram til gode metoder for avl i fangenskap og metoder for utsetting til områder der fjellreven enten er utdødd eller er fåtallig. Prosjektet bygger på innfangede valper fra naturen, med en geografisk spredning som gjenspeiler den genetiske variasjonen i Fennoskandia.

Det er nå 9 avlspar i programmet, og vi har med det fylt opp kapasiteten til avlsstasjonen. Genetisk representerer avlsdyrene i stasjonen hele den gjenværende fennoskandiske fjellrevbestanden. Det er så langt satt ut 85 valper fra avlsprogrammet på fjellrev. En av tre tispevalper satt ut i 2007 fødte ett kull på 5 valper i 2008 i åpent hegn ved avlsstasjonen (myk utsetting). Det vil si at minimum 90 valper er tilbakeført til naturen fra avlsprogrammet. Forløpige resultater tyder på minst 50 % overlevelse første året. Etablering ved utsettingssteder og overlevelse kan tyde på at metodene for utsetting fungerer og at den kan standardiseres for eksperimentell utsetting. Prosjektet er nå i en fase hvor det er mulig å teste effekten av utsetting.

### **3) Ressursforsterkende og konkurranserelaterte tiltak – føring og kontroll av rødvrevbestanden**

Prosjektet SEFALO+ (Saving the Endangered Fennoscandian Alopex), et samarbeidsprosjekt mellom Sverige, Finland og

Norge, drevet av Universitetet i Stockholm, finansiert av EU-LIFE, ble avsluttet i 2008. Arbeidet som er gjort i regi av prosjektet (2003-2008) presenterer et grundig arbeid som dokumenterer positive effekter av iverksatte tiltak; rødvrevkontroll og føring, som har gitt økte bestander av fjellrev i de fjellområder der tiltakene er gjennomført med høy intensitet. Resultatene understreker også med all tydelighet at man oppnår lite eller ingenting med halvgjorte tiltak; skal man føre så skal man gjøre dette gjennom hele året og da særlig i de marginale vintermånedene. Skal man ta ut rødvrev så er det bare systematiske uttak over lengre tid som virker.

Prosjektet "Fjellrev i Finnmark" i regi Universitetet i Tromsø, ble etablert i 2004. Dette prosjektet gjennomfører også forsøk med kontroll av rødvrevbestanden på Varangerhalvøya. I tillegg til å måle responser på fjellreven, evalueres effekter på andre arter i økosystemet. Tiltaket med å redusere tettheten av rødvrev på Varangerhalvøya ser foreløpig ut til å ha den ønskede virkningen; å øke fjellrevbestanden. På Varangerhalvøya har det vært en betydelig nedgang i frekvensen av rødvrev på åtestasjonene og i sporingsløypene, til tross for at man i følge naturlig dynamikk kunne ha forventet mer rødvrev som følge av den markante oppgangen i smågnagerbestanden. Kjønnfordeling i fellingsmaterialet på rødvrev indikerer at uttaket inne på fjellet,



hvor den ekstraordinære fellingen skjer, er såpass massivt at det har blitt et underskudd på rødrevtisper. Det kan se ut som om tiltaket, ved å redusere antall rødrev, har gjort åtselressurser mer tilgjengelig for fjellrev i tiltaksområdet i og med at det har vært en markant økning i utbredelse av fjellrev på åtestasjonene og i sporingsløypene. Det er for tidlig å si noe om tiltaket vil ha en mer langsiktig effekt på bestandsnivået til fjellrev (dvs. en økning av antall ynglende par) eller andre arter i økosystemet.

## Planlegging av framtidig restaurering og mål for bevaring av fjellreven

Historiske data og dagens situasjon tyder på at fjellrevbestandene er for små til å overleve i den skandinaviske fjellkjeden uten tiltak.

Når en skal restaurere bestander av fjellrev er det viktig at innsatsen blir fokusert mot de mest egnede områdene, dvs. hvor man også kan forvente mest effekt av tiltakene. Dette gjelder enten det dreier seg om kontroll av rødrevbestanden, støttefôringstiltak eller utsetting av fjellrev. Områder som fremdeles har en regulær sykklisk gnagerdynamikk, der forekomst av lemen utgjør markerte toppår, vil ha større sannsynlighet for overlevelse på lang sikt. Man må også vurdere hvorvidt rødrevkontroll er mulig, enten gjennom intensivert avskytning eller gjennom andre avbøtende tiltak som kan redusere rødrevbestanden. Slike avbøtende tiltak kan rettes mot faktorer som er med på å opprettholde kunstig store rødrevbestander i fjellet, slik som avfall fra hytteområder, fallvilt i forbindelse med høyspentledninger og høy dødelighet i overtallige reinflokker.

En reetablering og styrking av bestander som ligger relativt nær hverandre i geografisk avstand er viktig med tanke på å etablere naturlig utvandring og økt overlevelse. I Norge er situasjonen den at vi har flere fjellområder der fjellreven har dødd ut, med lang avstand til andre delbestander. Reetablering og styrking av små bestander ved utsetting av dyr fra avlsprogrammet for fjellrev er aktuelle tiltak her. Ulike fjellområder vil ut ifra sin økologiske tilstand kreve ulike tiltak, eller kombinasjoner av tiltak. Videre bearbeiding av det landskapsøkologiske datagrunnlaget, sammen med kunnskap om tilstand i lokale gnagerbestander bør være utgangspunkt for den videre prioriteringen av arbeidet med tiltak for å bevare fjellreven (hvilke tiltak skal gjennomføres hvor og med hvor stor intensitet). En bestandsøkning opp mot 500 voksne individer totalt og naturlig utveksling mellom delbestander vil være en forutsetning for overlevelse av fjellreven i Fennoskandia på lang sikt.

## Betraktninger

De ulike prosjektene som vi har referert til her, har som mål å etablere kunnskap for å forstå fjellrevens tilbakegang og bidra til utvikling av tiltak som kan bidra til å redde en kritisk truet art i Fennoskandia. Fjellreven ansees også som en sentral indikatorart for et intakt fjelløkosystem. Det har vært stor interesse for prosjektene lokalt så vel som nasjonalt, helt opp på regjeringsnivå. Det er gjort en betydelig innsats for å formidle resultater til det allmenne publikum. Resultatene fra prosjektene så langt, understreker behovet for tålmodighet og iherdig innsats. Prosjekter av denne typen må sikres finansiering i et langt tidsperspektiv. Her gir intervallene mellom de gode yngleårene for fjellreven (som følger smågnagersyklusen) en tilnærmet firdobling i tidsperspektivet. Langsiktig tenkning gir resultater, som vi allerede nå begynner å se fruktene av. Godt samarbeid på tvers av institusjoner skal også fremheves som veien til suksess.

## Referanser

Teksten i dette kapitlet refererer til mange vitenskaplige publikasjoner og rapporter. Disse finner du igjen på nettsidene til de ulike prosjektene. Her er bare referert til siste framdriftrapportene fra prosjektene:

Direktoratet for naturforvaltning. 2003. Handlingsplan for fjellrev. Rapport 2003-2, 34s.

Direktoratet for naturforvaltning. 2010. Handlingsplan for fjellrev. Rapport 2010-X. (in prep)

Angerbjörn, A., Henttonen, H., Eide, N.E., Landa, A. & Norén K. 2008. Saving the Endangered Fennoscandian *Alopex lagopus* SEFALO+, Final Report. Stockholm University, Stockholm. 68 s.

Eide, N. E., Flagstad, Ø., Andersen, R. & Landa, A. 2009. Fjellrev i Norge 2009. NINA Rapport 519. 43 s.

Eide, N.E., Landa, A., Flagstad, Ø., Andersen, R., Dijk, J.V., Meås, R., Berntsen, F.E. & Bruteig, I.E. 2009. Bevaringsbiologi fjellrev. Framdriftsrapport 2007-2008 NINA Rapport 390. 57 s

Ims, R., Killengreen, S., Henden, J-A. & Yoccoz, N, 2008. Prosjekt "Fjellrev i Finnmark" – Rapport for perioden 2004-2007. 39 s.

Ims, R., Killengreen, S., Henden, J-A. & Yoccoz, N, 2010. "Fjellrev i Finnmark" – Årsrapport 2009. 14s.

Bevaringsbiologi fjellrev <http://www.nina.no/Temasider/Nidarosrovilt/Fjellrev.aspx>

Fjellrev i Finnmark <http://www.fjellrev-finnmark.uit.no/>

SEFALO+ <http://www.zoologi.su.se/research/alopex/hem.htm>

# Reetablering av en villreinbestand i 2010

Jonathan E. Colman<sup>1,2,3</sup> (j.e.colman@bio.uio.no) og Marte Synnøve Lilleeng<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Biologisk Inst., UiO, Pb 1066 Blindern, 0316 Oslo

<sup>2</sup> Inst. for Naturforvaltning, UMB, Pb 5003, 1432 Ås

<sup>3</sup> Naturrestaurering AS, Oddenveien 13b, 1363 Høvik

## The re-introduction of a wild reindeer population in 2010

*Historical data show that there was a substantial population of reindeer inhabiting the Luster municipality's section of Breihemen national park during the last 1-2000 years and up until the 1990s. Reindeer have not been reported here during winter or spring for over 40 years. Local, national and international interests aim to restore and maintain as many sustainable reindeer populations in Norway as possible. There are existing wild reindeer populations bordering this area to the north and northwest, and semi-domestic reindeer populations bordering the area to the east and south. An unsuccessful attempt to reintroduce reindeer to this area occurred in 1997. There is a large amount of precipitation and winter conditions are dominated by deep snow and limited range availability. There is an increasing number of predator species and individuals in the area the last 10-15 years. Hunting still occurs in the northern part of the area in connection with other reindeer populations. Re-introducing reindeer, a key-stone species, can provide an intact and complete mountain ecosystem for this area. How can we best re-introduce reindeer to these mountains? Is it feasible? Will it last? What measures should be considered to assist in their long-term reestablishment?*

## Bakgrunn og lokalitet

Luster kommune, Fylkesmannen i Sogn og Fjordane og "Luster Reetableringsutvalg" har ytra ønske om å få villrein tilbake til fjellene mellom Sognefjellsveien og Jostedalbreen. Her har det i tidligere tider vært mye rein, men bestanden har hatt markant tilbakegang. I 1997 ble det gjort forsøk på å reetablere stammen, ved utsetting av rein. Dyrene forsvant raskt, sannsynligvis over mot nordøst, og blanda seg med villreinstammen der. Per dags dato er det kun noen få streifende bukker som besøker området på sommeren og høsten.

Motivasjonen for å reetablere en villreinsbestand er flersidig. Opplevelsen av å møte villrein på fjellet, gleden av å vite at det er et intakt fjelløkosystem i Luster-fjellene, jaktmuligheter og tradisjoner betyr mye. Vi er avhengige av å bevare våre økosystemer som intakte også i fremtiden for at de skal fungere dynamisk og kunne tilpasse seg ytre påvirkning. Villrein har vært

en helt naturlig og viktig del av Luster-fjellene enda lengre enn det har vært mennesker i området. Andre brukere av fjellområdene kan se opplevelsesverdier i villrein, eller det kan være en verdi i seg selv bare å vite at det finnes villrein på fjellet, uten at man selv nødvendigvis ser reinen. Villreinen fungerer som en paraplyart. Det betyr at man ved reetablering og optimal forvaltning av villreinens leveområder må ta vare på store arealer og dermed er med på å restaurere hele økosystemet.

## Mål

Mange endringer, inkludert antall rovdyr og klima som påvirker luftingsplasser og beiteforhold, utbygginger, tamreindrift, osv., har foregått i dette økosystemet de siste 30 årene og siden den gang det var en bærekraftig villreinsbestand i Luster-fjellene. Resultatet av disse endringene, samt dagens og fremtidens situasjon vil ha all betydning for mulighetene for suksess ved et eventuelt reetableringsforsøk for villrein i dette området.

Prosjektet setter søkelys på områdets forutsetninger for en stabil villreinstamme, herunder naturgrunnlag, sesongavhengig beitegrunnlag, klima, nærliggende bestander av både vill- og tamrein og deres spredningsmekanismer, husdyr, rovdyr, menneskelige aktiviteter, turisme og inngrep/utbygginger i området, forvaltning og jakt. Målet er å gjøre rede for, vurdere og rangere aktuelle metoder for reintroduksjon, slik at sjansen for et vellykket resultat blir størst mulig dersom reetablering settes i gang (Tabell 1 og 2).

**Tabell 1. Vurdering av kombinasjoner av reintroduksjonsmetoder og tiltak. Dette er vurdert som første handling. Det vil være nødvendig med flere stadier, minst tre, i utviklingen av dette prosjektet. Kombinasjonene vurderes etter en skala fra 0-5, der 5 er den best egnede løsning.**

	Tiltak			Bedømming (0-5, der 5 er mest egnet og 0 uaktuelt)
	Inn-gjerding	Fôring	Gjeting	
Naturlig spredning	Nei	Nei	Nei	3
Naturlig spredning	Nei	Nei	Ja	1
Naturlig spredning	Nei	Ja	Ja	2
Naturlig spredning	Nei	Ja	Nei	4
Naturlig spredning	Ja	Nei	Nei	0
Naturlig spredning	Ja	Ja	Nei	0
Naturlig spredning	Ja	Ja	Ja	2
Naturlig spredning	Ja	Nei	Ja	0
Aktivt driv	Nei	Nei	Nei	1
Aktivt driv	Nei	Nei	Ja	2
Aktivt driv	Nei	Ja	Ja	3
Aktivt driv	Nei	Ja	Nei	2
Aktivt driv	Ja	Nei	Nei	0
Aktivt driv	Ja	Ja	Nei	2
Aktivt driv	Ja	Ja	Ja	3
Aktivt driv	Ja	Nei	Ja	2
Utsetting	Nei	Nei	Nei	0
Utsetting	Nei	Nei	Ja	2
Utsetting	Nei	Ja	Ja	3
Utsetting	Nei	Ja	Nei	1
Utsetting	Ja	Nei	Nei	2
Utsetting	Ja	Ja	Nei	4
Utsetting	Ja	Ja	Ja	5
Utsetting	Ja	Nei	Ja	4

## Diskusjon

Vi har sett mange eksempler på gjennomførte reintroduksjoner og innføringer av arter. For å oppnå det ønskede resultat er man avhengig av mange ulike faktorer. Det første man bør spørre seg er derfor: **Hvorfor forsvant arten i utgangspunktet?** Finn årsaken, ikke symptomene. Har forholdene som eventuelt forårsaket utryddingen av arten blitt endret slik at et reintroduksjonsforsøk har gode sjanser for å lykkes? Er økosystemet hvor de forsvunne artene en gang hørte hjemme fortsatt åpent for naturlig rekolonisering? Har forholdene endret seg eller er det sannsynlig at de vil endre seg i en retning som er ideell for den fremtidige overlevelsen til arten? Dersom ikke svaret på disse spørsmålene er et definitivt ja bør man kanskje bruke penger og tid på noe annet. Ved utrydding av en nøkkelart kan økosystemet ha blitt så radikalt endret at en reintroduksjon vanskelig lar seg gjennomføre.

## De viktige faktorene:

- Området må ha stor nok bæreevne og variasjon for at den reintroduserte populasjonen skal være levedyktig over tid.
- Det er ofte nødvendig å restaurere habitatet før man gjør en reintroduksjon av arten.
- Naturlig rekolonisering fra nærliggende populasjoner vil være den minst kontroversielle formen for restaurering av arter siden denne formen for reetablering ofte er lettere å få til rent økologisk og lettere å akseptere for menneskene i området. Suksessen av naturlig rekolonisering avhenger av mange faktorer. Størrelsen på kildepopulasjonen og avstanden til denne, samt demografiske parametre, spredningsrate og spredningsdistanser setter begrensninger for artens evne til å rekolonisere nærliggende områder.
- For å øke sannsynligheten for en suksessfull reintroduksjon bør individene bare settes ut i habitat og landskap som tilfredsstillert artens spesielle krav. Grundige undersøkelser av habitatets egnethet bør gjennomføres for å finne de beste områdene for reintroduksjon, samt å unngå å bruke ressurser på reintroduksjoner som er dømt til å mislykkes.
- Kildepopulasjonen, hvor individene skal hentes fra bør velges med omhu. Ideelt sett bør kildepopulasjonen være av samme underart og så nært genetisk beslektet som mulig opp til den populasjonen man vil restaurere. Når det gjelder reinsdyr så vil vi påstå at atferdsmønster er det viktigste utvalgsriteriet. Kildepopulasjonen må være stor nok til at uttaket av noen dyr ikke påvirker levedyktigheten til kildepopulasjonen.
- Antallet individer som settes ut i reintroduksjonsforsøk er som regel lavt. Dette gjør at disse grunnleggerindividene



er sårbare for de samme utryddingstruslene som naturlig små populasjoner: miljøendringer, demografisk stokastisitet, innavl, predasjon og for høyt jaktuttak fra mennesker. For å minimere perioden hvor den introduserte populasjonen er utsatt for disse risikofaktorene bør det primære målet være å maksimere den første populasjonsveksten. Dette kan oppnås ved å sette ut mange individer i høykvalitetshabitat. Vekstraten økes også ved å sette ut individer i den mest reproduktive alderen. Sammensetningen av kjønn blant utsatte individer er viktig. For haremdannende arter som reinsdyr bør kjønnsratioen forskyves sterkt i retning av simledominans for å få en så høy vekstrate som mulig.

- Tap av genetisk variasjon som følge av genetisk drift og innavl er ofte et problem når grunnleggergruppa er liten. Dette er vist også hos arter med livshistorietrekk som i utgangspunktet skulle minimere tap av genetisk variasjon. For reinsdyr er dette ikke et sannsynlig problem, men man bør likevel være problemet bevisst.
- Reintroduserte dyr bør overvåkes og/eller undersøkes av veterinær for å unngå at smittsomme sykdommer spres inn til nye områder.
- Vi må ikke glemme det sosioøkonomiske aspektet og bekymringer som assosieres med reintroduksjoner! Når det er nødvendig, og dette gjelder nesten alltid, bør man gjøre sosioøkonomiske

studier for å sette søkelyset på betydning, kostnader og fordeler av reintroduksjonsprogrammet for lokalsamfunnet. Hva er viktigst for samfunnet? Hvordan skal forvaltningen forholde seg til de nye artene? Hvilken effekt vil restaureringen ha på økosystemet, inkludert reduksjon av andre arter, interaksjoner med beitende husdyr, predasjon og økonomiske fordeler? Dersom restaureringen eller reintroduksjonen av arter ikke støttes av lokalsamfunnet vil man sannsynligvis ikke ende opp med et positivt resultat av prosjektet.

### Oppsummering

Vi mener at gjenoppretting gjennom en reintroduksjon absolutt kan gi vellykkede resultater i dette området. Vi tror at man både bør sette ut rein i Luster-fjellene og satse på en økning av nabostammen Ottadalen Sør. Det bør legges ut fôr på strategiske plasser Innhegninger og aktiv gjeting de første årene bør også vurderes. Det viktigste "passive" tiltaket vi kan gjennomføre er å stoppe jaktuttaket av rein i grenseområdene til Luster kommune, noe som er meget viktig uansett.

### Referanser

Dette er hentet fra: Colman, J.E. & M.S. Lilleeng. Under bearbeidelse. Reetablering av villrein i Luster kommune. Naturrestaurering AS Rapport. 34 sider.

**Tabell 2.** Hvordan kan de best egnede kombinasjonene av metode og tiltak igjen kombineres med hverandre for å oppnå det best tenkelige resultat? Vurderes etter en skala fra 0-5, der 5 er den best egnede løsning.

Kombinasjoner			Bedømming
Alternativ 1	Utsetting med gjerdning, foring og gjeting	Naturlig spredning uten tiltak	4
Alternativ 2	Utsetting med gjerdning, foring og gjeting	Naturlig spredning uten tiltak	Aktivt driv med gjerdning foring og gjeting 1
Alternativ 3	Utsetting med gjerdning, foring og gjeting	Naturlig spredning med foring	5
Alternativ 4	Utsetting med gjerdning, foring og gjeting	Naturlig spredning med foring	Aktivt driv med gjerdning foring og gjeting 3
Alternativ 5		Naturlig spredning uten tiltak	2
Alternativ 6		Naturlig spredning uten tiltak	Aktivt driv med gjerdning foring og gjeting 0
Alternativ 7		Naturlig spredning med foring	2
Alternativ 8		Naturlig spredning med foring	Aktivt driv med gjerdning foring og gjeting 1
Alternativ 9			Aktivt driv med gjerdning foring og gjeting 1
Alternativ 10	Utsetting med gjerdning, foring og gjeting		Aktivt driv med gjerdning foring og gjeting 1
Alternativ 11	Utsetting med gjerdning, foring og gjeting		4

# Forsøk med reetablering av elvemusling ved utsetting av ørret infisert med muslinglarver

Bjørn Mejdell Larsen (bjorn.larsen@nina.no)

Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

## Re-establishment of freshwater pearl mussel from released brown trout infected with mussel larvae

*When a freshwater pearl mussel population is very weak, it may be appropriate to try to strengthen the population. When the time for mussel larvae to be released from the mussels are known, a simple system can be set up in the field. In Brook Hammerbekken just outside Trondheim (Sør-Trøndelag County, Norway), a method was developed to artificially infect brown trout with mussel larvae. The mussel population in the brook is critically threatened; less than 30 individuals remain. 1 250 one summer old brown trout (age 0+) of a local strain were placed in a fish rearing tank at the end of July 2008. Gravid mussels were placed in plastic baskets together with the brown trout. The fish became infected during August/September and at the beginning of October 2008 the fish were released to the brook. 66% of the fish were still infected the following spring; on average each infected fish carried 113 mussel larvae. It was estimated that more than 15 000 mussel larvae settled in the river bottom. Assuming that 5% will survive until they reach the age of 5-8 years, it can theoretically give origin to 750 mussels. The plan is to repeat this process for two more years.*

## Problemstilling og mål

Det er antatt at bestanden av elvemusling er redusert med 95 % i Mellom-Europa siden begynnelsen av 1900-tallet. I mange av de gjenværende populasjonene har rekrutteringen stanset opp, og elvemusling er sterkt truet i de fleste europeiske land i dag. Selv om elvemuslingen har forsvunnet fra mange lokaliteter også i Norge, har vi fortsatt om lag 380 lokaliteter med levende elvemusling fordelt over hele landet (Larsen manuskript). Men den har en svært usikker framtid i en tredel av disse lokalitetene (Larsen 2005).

Elvemuslingen er karakterisert som sårbar på den norske rødlisten (Kålås mfl. 2006). I 2006 ble det derfor utarbeidet en egen handlingsplan for elvemusling i Norge for nettopp å sikre arten i et mer langsiktig perspektiv (Direktoratet for naturforvaltning 2006). Handlingsplanen har en klar målsetting om at det skal finnes elvemusling i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle

nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. For å oppnå dette ble det foreslått en rekke tiltak: kartlegging (for å bedre kunnskapen om utbredelsen), overvåking, utarbeiding av informasjonsmateriell og forbedring av forvaltningsrutinene i offentlig saksbehandling. I tillegg er det et stort behov for habitatforbedring, restaurering av leveområdene og gjennomføring av tiltak som skal styrke rekrutteringen (etablering av kantsoner, sanering av grøfter, hindre erosjon og tilførsel av næringsstoff, kalking, tilbakeføring av blokk og stein som kan være fjernet i forbindelse med tømmerfløting eller kanalisering og utlegging av grus for å gi gode oppvekstområder for unge muslinger; se Degerman mfl. 2009). Slike tiltak må samtidig sees i sammenheng med fisken som lever sammen med muslingene. Elvemuslingens livssyklus omfatter et obligatorisk larvestadium på gjellene til laks eller ørret, og utvikler seg normalt bare på disse to fiskeartene. Styrking av de stedege bestandene av laksefisk vil derfor på lang sikt også sikre rekrutteringen hos elvemusling.



**Figur 1.** Elvemuslingen står nedgravd i substratet med bare den bakre delen av dyret synlig. - The freshwater pearl mussel in the typical position in the substratum, with only the posterior part of the animal visible. Foto/Photo: B. M. Larsen.

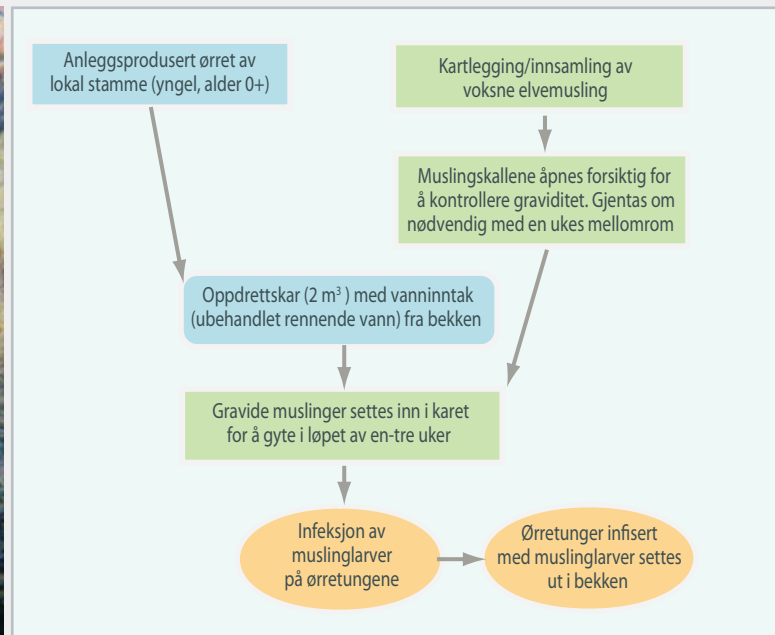
I elver med svake muslingpopulasjoner kan tiltak som er rettet direkte mot en forsterking av populasjonene være velegnet. Dette har vært lite anvendt i Skandinavia, men er benyttet i større utstrekning ellers i Europa. Det er spesielt to metoder som er benyttet: 1) Utsetting av ørretunger som er infisert med muslinglarver og 2) Oppdrett av muslinger i anlegg for utsetting. Den første metoden er forsøkt i det restaureringsprosjektet beskrevet her. Resultatet fra prosjektet skal gi erfaring og øke kunnskapen om utsetting av ørretunger infisert med muslinglarver kan være en egnet metode for å reetablere og styrke bestander av elvemusling i Norge.

### Lokalitet

I Trondheim kommune, Sør-Trøndelag var elvemusling (**Figur 1**) kjent fra fem lokaliteter tidligere (Larsen 2007). I dag finner vi levende muslinger bare på en lokalitet: Hammerbekken (ca. 14 km sørøst for Trondheim). Bestanden er sterkt truet og har mindre enn 30 individer. Bevaring av biologisk mangfold har høy prioritet i Trondheim kommune, og i tråd med handlingsplanen for elvemusling tok kommunen et initiativ til å starte et restaureringsprosjekt for elvemusling i Hammerbekken.

### Prosjektbeskrivelse

Vannkvalitet, tetthet av ørret og en nøyaktig beskrivelse av



**Figur 1.** Skjematisk fremstilling av forsøksoppsettet og arbeidets gang i forbindelse med utsetting av ørret som infiseres med muslinglarver før utsetting. - Schematic outline of the experimental set up and methodology when brown trout are artificially infected with mussel larvae and released to the brook.

bestandsstatus for elvemuslingen i Hammerbekken ble undersøkt i forkant av selve prosjektet (Larsen 2009).

For å styrke bestanden av ørret og musling i nedre del av Hammerbekken, ble det utarbeidet et forslag om å sette ut ørretunger som på forhånd var infisert med muslinglarver (**Figur 2**). Om lag 1250 anleggsproduserte ørret av lokal stamme (yngel, alder 0+) ble i slutten av juli 2008 overført til et oppdrettskar (størrelse 2 m<sup>3</sup>) som var rigget opp like ved Hammerbekken (**Figur 3**).

Gravide muslinger (med umodne muslinglarver i gjellene) ble i midten av august satt inn i oppdrettskaret (**Figur 4**). Etter gyting (i løpet av september) ble muslingene satt tilbake i bekken. Ørretungene ble jevnlig undersøkt for å kontrollere hvor stor andel av ørretungene som ble infisert, og hvor mange muslinglarver som hadde festet seg på gjellene til ørreten.

Ørretungene ble satt ut i Hammerbekken i begynnelsen av oktober 2008. Ørretungelen ble fordelt tilsvarende en tetthet på ca. 50 individ pr. 100 m<sup>2</sup> langs en strekning på noe over en kilometer i den nedre delen av Hammerbekken. Et kontrollfiske ble foretatt i mai 2009 for å se på overlevelsen til settefiske, og estimere antall modne muslinglarver som potensielt ville slippe seg av fisken og etablere seg i elvegrusen.





**Figur 3.** Plassering av oppdrettskar med ørret og muslinger ved Hammerbekken. - A fish rearing tank is placed next to the Brook Hammerbekken containing brown trout and mussels. Foto/Photo: B. M. Larsen.

## Resultater

Selv om det var en reduksjon i prevalens fra 93 % ved utsetting av ørretungene i oktober 2008 til 66 % i mai 2009, var antall muslinglarver på den infiserte fisken stabilt (infeksjonsintensitet på 113 muslinglarver i gjennomsnitt i mai 2009). Det ble gjenfanget 22 % av ørretungene som ble satt ut i Hammerbekken sju måneder etter utsetting. Med utgangspunkt i en beregnet tetthet på 11 settefisk pr. 100 m<sup>2</sup> i mai 2009 ble det beregnet at noe over 15 000 muslinglarver var produsert ved forsøket i Hammerbekken i 2008/2009. Dette var i overkant av det man kunne ha forhåpninger om, og resultatet var oppløftende. Muslinglarvene slapp seg av fiskens gjeller i løpet av andre halvdel av juni, og etablerte seg forhåpentligvis jevnt fordelt langs en kilometer av Hammerbekkens nedre del. Med en antatt overlevelse på 5 % fram til 5-8 års alder (Young & Williams 1984) kan dette tilsvare et teoretisk bidrag på 750 muslinger i Hammerbekken. Dette tilsvarer allerede en mangedobling av bestanden av elvemusling i Hammerbekken.

## Prosjektets varighet

Det er planlagt å følge opp dette tiltaket med tilsvarende kontrollerte infeksjoner av ørretunger i minst to år til (avsluttes i 2011). Om tiltaket fører til en vellykket og varig reetablering av muslinger i Hammerbekken er det for tidlig å si. En endelig evaluering av prosjektet vil vi ikke få før de første muslingene har kommet opp av grusen der de lever nedgravd i de første leveårene. Avhengig av vekstforholdene i bekken kan dette ta 5-10 år eller den tiden det tar til muslingene har nådd en lengde



**Figur 4.** Ensomrige ørret i oppdrettskaret sammen med gytemodne elve-musling. Etter gyting ble muslingene satt tilbake til bekken der de kom fra. - One summer old (age 0+) brown trout and gravid mussels were placed in the fish rearing tank. The mussels were released into the river again after spawning. Foto/Photo: B. M. Larsen.

på 10-30 mm. Å redde den fascinerende, men truede elvemuslingen krever systematisk og tålmodig arbeid i mange år før man får den endelige bekreftelsen på om tiltaket har vært vellykket.

## Referanser

- Degerman, E., Alexanderson, S., Bergengren, J., Henrikson, L., Johansson, B.-E., Larsen, B.M. & Söderberg, H. 2009. Restaurering av flodpärlmusselvatten. – WWF Sweden, Solna. 62 s.
- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Handlingsplan for elvemusling, *Margaritifera margaritifera*. – DN-Rapport 2006-3: 1-24.
- Kålås, J.A., Viken, Å. & Bakken, T. (red.) 2006. Norsk Rødliste 2006. – Artsdatabanken. 415 s.
- Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. – NINA Rapport 122. 33 s.
- Larsen, B.M. 2007. Elvemusling i Trondheim kommune. Statusrapport 2005-2007. – Trondheim kommune, Miljøenheten. Rapport TM 2007/06. 37 s.
- Larsen, B.M. 2009. Forsøk med reetablering av elvemusling ved utsetting av ørret infisert med muslinglarver. - NINA Rapport 510. 18 s.
- Larsen, B.M. Distribution and status of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) in Norway. Manuskript.
- Young, M. & Williams, J. 1984. The reproductive biology of the freshwater mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. I. Field studies. – Arch. Hydrobiol. 99: 405-422.

# Restaurering av gytehabitat for sjørret

Ingeborg Palm Helland<sup>1</sup> (ingeborg.helland@nina.no) og Jon Museth<sup>2</sup> (jon.museth@nina.no)

<sup>1</sup> Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

<sup>2</sup> Norsk institutt for naturforskning (NINA), Fakkeldgården, 2624 Lillehammer

## Restoring spawning habitats for sea trout

Sea trout is selective when choosing spawning ground and the eggs survive only under certain conditions. Hydropower regulation, channelization and other physical impacts in rivers may reduce water levels and displace substrate in spawning areas. Increased deposition of sand and silt can cause oxygen depletion and reduced egg survival. One method to improve spawning habitats for trout is addition of spawning gravel. Monitoring of gravel deposition sites (by registration of spawning sites, proportion of surviving eggs in nests, electric fishing of juveniles and counting of down-stream migration) has showed that the method is successful and juvenile density increases. Already the first year fish spawn at the added gravel. It is important, however, to choose gravel of right sizes and find suitable locations. Fish of different sizes prefer differently sized spawning gravel. Gravel deposition must be repeated after a few years, due to removal caused by water movements. If gravel is added in unsuitable areas the fish may lay eggs in areas that will be washed out by flooding. Many populations of sea trout in Norway are threatened due to human activities and facilitation of trout reproduction is therefore important.

## Målet med prosjektet

Målet er å forbedre gyte- og oppvekstmulighetene for sjørret i elver og bekker der fysiske inngrep har forringet de naturlige gytehabitatene. Økt gytesuksess vil i mange tilfeller være en betingelse for å opprettholde bærekraftige bestander av sjørret og vil dessuten kunne bidra til økt avkastning for fritidsfiskere.

## Lokalitetsbeskrivelse

Ulike habitatforbedrende tiltak for fisk har blitt utført i mange elver, bekker og innsjøer i Norge. Fokuset i dette kapitlet vil være på utlegging av gytegrus som metode for å øke gytesuksess til sjørret og eksempler på lokaliteter der oppfølgingsundersøkelser er gjennomført er listet under.

- Gråelva, Nord-Trøndelag (se Berger mfl. 2001)
- Modalsvassdraget, Hordaland (se Barlaup mfl. 2006)
- Matraelva, Hordaland (se Barlaup mfl. 2006)
- Daleelva, Hordaland (se Barlaup mfl. 2006)

## Forvaltning og finansiering

Habitatforbedrende tiltak er ofte gjort i forbindelse med krav som stilles ved vassdragsregulering og andre fysiske inngrep og finansieres derfor ofte av utbygger.

## Problemstilling

Ørret er selektiv i valg av gyteområde og spesielle betingelser må være oppfylt for at gyting og klekking av yngel skal være vellykket (**Figur 1**). Viktige faktorer er blant annet vannkemi, substratsammensetning, vannhastighet og vanddyb. Økt menneskelig aktivitet og forskjellige fysiske inngrep er en av de største truslene mot sjørretbestandene i Norge, fordi viktige gyte- og oppvekstområder i små kystvassdrag har mistet mye av sitt opprinnelige preg. I følge Direktoratet for naturforvaltning (2009) har 28 selvreproduserende sjørretbestander i Norge gått tapt på grunn av ulike menneskeskapte påvirkninger. I tillegg er 18 truet, 68 sårbare og nær tålegrensen og 238 har redusert fiskeproduksjon. Ytterligere 18 vassdrag er sårbare, men bestandene blir opprettholdt gjennom ulike tiltak.



**Figur 1.** Egg lagt i gytegrus. Eggs on spawning gravel. Foto/ Photo: S. Einum.

Det er knapphet på arealer med egnet gytehabitat i flere norske elver og det er derfor viktig å ta vare på de gyteområdene som finnes. Tilgjengelighet av egnet gytegrus avhenger av hydrologiske forhold i elvene og påvirkes derfor av endringer i vannføringen, for eksempel ved vassdragsreguleringer, kanalisering, fjerning av kantvegetasjon, rørlegging og andre fysiske inngrep. Gyteområder kan da bli tørrlagt eller for grunne, eller mengden av sand og leire kan øke. Hvis partiklene er for fine kan eggene i gytegrupene dø av oksygenmangel.

### Gjennomføring av tiltak

Habitatforbedringer gjøres ofte som avbøtende tiltak etter utbygginger. Utlegging av gytegrus og stein er derfor ofte gjort i sammenheng med andre tiltak, som kalking, fjerning av vandringshindre, rensking av gyteområder, bygging av kulper og terskler, fisketrapper, stabilisering av bekkkanter og planting av kantvegetasjon (Direktoratet for naturforvaltning 2009).

### Oppfølging og overvåking

Oppfølgende undersøkelser har bestått av registrering av gytegrøper, andel levende egg i reir, tetthet av ungfisk og undersøkelse av smoltutvandring (Einum mfl. 2005, Barlaup mfl. 2006, 2008). Det vil ofte være behov for å legge ut gytegrus med noen års mellomrom fordi utspyling av grus forekommer i løpet av få år (Barlaup mfl. 2006).

### Evaluering av prosjektet

Flere internasjonale studier av gytesuksess har vist at utlegging av gytegrus og stein kan være en vellykket metode som fører til økt tilgjengelighet av gyteplasser for både sjørret og andre laksefisk (Palm mfl. 2007, Pedersen mfl. 2009). Også de norske undersøkelsene har dokumentert positive resultater og økt ungfisktetthet (Barlaup mfl. 2008, Einum mfl. 2005). Fisken gyter på den utlagte grusen allerede den første sesongen gytegrusen er tilgjengelig (Barlaup mfl. 2006).



Generelt velger fisken å gyte i en grustype tilpasset størrelsen på fisken, og stor fisk gyter normalt i grovere grus enn mindre fisk. Ved utlegging av grus må en derfor velge en kornfordeling som er tilpasset størrelsen på fisken en forventer skal gyte på området. For å redusere problemet med utspyling av den utlagte grusen er det nødvendig med god kjennskap til fiskens valg av gyteplass i forhold til vannhastighet, vanddyp og bunnforhold (dvs. kornfordelingen av grus), slik at lokaliteter med stor sannsynlighet for å mislykkes ikke velges. I verste fall kan utlegging av gytegrus på steder med stor sannsynlighet for utspyling medføre at fisken "lures" til å gyte på uegnete steder (Barlaup mfl. 2006).

I Direktoratet for naturforvaltning (DN) sitt forslag til forvaltningstiltak for sjørørret (Direktoratet for naturforvaltning 2009) er det poengtert at på grunn av den økte interessen for å restaurere og forbedre gyteforholdene er det behov for en god veileder i habitatforbedrende tiltak. Vassdragsinngrep og forurensning har vært og vil også i framtiden være viktige faktorer som påvirker sjørørreten og derfor bør det satses på å utvikle mer kompetanse på habitatvern og habitatforbedrende tiltak i Norge. I Sverige har Naturvårdsverket og Fiskeriverket utarbeidet en slik veileder i økologisk restaurering av vassdrag der også detaljerte instruksjoner for fremgangsmåte ved utbedring av gytehabitat er inkludert (Anonym 2008).

### Samfunnmessige fordeler

Bedre ørretbestander er positivt for fritidsfiske og restaureringsprosjektene har som regel stor støtte i nærmiljøet og mye lokalt engasjement. De siste fem årene er fangsten av sjørørret nær halvert på Vestlandet og i Midt-Norge, og det er antatt at denne nedgangen hovedsakelig skyldes forhold i sjøen. Direktoratet for naturforvaltning har foreslått restaurering av gytehabitat som en av flere problemrettede tiltak i forvaltningen av sjørørret (Direktoratet for naturforvaltning 2009).

### Referanser

- Anonym 2008. Økologisk restaurering av vattendrag, Redaktør: Degerman, E. Fiskeriverket och Naturvårdsverket. 216 sider.
- Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E., Skoglund, H. og Wiers, T. 2008. Addition of spawning gravel – A means to restore spawning habitat of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and anadromous and resident brown trout (*Salmo trutta* L.) in regulated rivers. River Research and Applications. 24: 543-550
- Barlaup, B. T., Gabrielsen, S.E., Skoglund, H. og Wiers, T. 2006. Utlegging av gytegrus i tilknytning til terskler som habitatforbedrende tiltak for aure og laks. Rapport Miljøbasert vannføring. NVE 6-2006. 30 sider.

Berger, H. M., Lamberg, A., Fleming, I. A., Hindar, K. og Fjelstad, H. P. 2001. Etablering av gyteområder for sjørørret og laks i Gråelva i Stjørdal i Nord-Trøndelag 1999-2000. NINA Oppdragsmelding 678. 27 sider.

Direktoratet for naturforvaltning. 2009. Bestandsutvikling hos sjørørret og forslag til forvaltningstiltak. DN Notat 2009-I. 28 sider.

Einum, S., Berger, H.M. og Kvingedal, E. 2005. Etablering av gyteområder for sjørørret og laks i Gråelva i Stjørdal, Nord-Trøndelag – Effekter på fisketetthet seks år etter. NINA Minirapport 139. 17 sider.

Palm, D., Brännäs, E., Lepori, F., Nilsson, K. og Stridsman, S. 2007. The influence of spawning habitat restoration on juvenile brown trout (*Salmo trutta*) density. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 64: 509-515

Pedersen, M. L., Kristensen, E. A., Kronvang, B. og Thodsen, H. 2009. Ecological effects of re-introduction of salmonid spawning gravel in lowland Danish streams. River Research and Applications. 25. 626-638

# Gjenoppretting av laksebestander gjennom kalking av forsurede elver på Sørlandet

Ingeborg Palm Helland ([ingeborg.helland@nina.no](mailto:ingeborg.helland@nina.no)), Bjørn Mejdell Larsen ([bjorn.larsen@nina.no](mailto:bjorn.larsen@nina.no)) og Trygve Hesthagen ([trygve.hesthagen@nina.no](mailto:trygve.hesthagen@nina.no))

Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

## Restoring populations of Atlantic salmon by liming of acidified rivers in southern part of Norway

*Atlantic salmon is one of the species with highest conservation priority in Norway and many stocks are lost or reduced. Acidification has been one of the major threats, because salmon is extremely sensitive to low pH and high concentrations of inorganic aluminum. About 50 salmon populations have been exterminated or strongly reduced in southern Norway because of acidification. Since the mid-eighties the Directorate for Nature Management has systematically performed liming with limestone powder in 22 salmon rivers (Figure 1). The goal is to achieve natural population densities, and by ensuring good water quality for fish reproduction, the habitat quality for most other native species is simultaneously improved. The liming is usually performed by installing automatic lime dosers (Figure 2) at the river or lakes in the watershed. The projects are organized locally in each municipality, supported with governmental funding. Annual monitoring of salmon juveniles by electric fishing has showed a steadily increase in juvenile densities both in formerly lost and reduced stocks (Figure 3). Furthermore, angling possibilities has increased, which is central to the local economy. Liming thus makes an important contribution to the restoration of salmon in formerly acidified rivers.*

### Målet med prosjektet

Målet er å gjenopprette utryddede eller svært reduserte laksebestander i elver hvor vannkvaliteten har blitt forringet på grunn av forsurening. Dette skal oppnås ved å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elvene. Samtidig vil dette sikre livsmiljøet for de fleste andre forsurningsfølsomme vannorganismer. Et langsiktig mål er at fiskebestandene skal opp på et nivå som er naturlig for vassdragene uten forurensing.

### Lokalitetsbeskrivelse

Kalking har blitt utført i 22 lakseelver på Sørlandet og Vestlandet (Figur 1).

### Forvaltning og finansiering

Siden tidlig på 1980-tallet har kalking foregått med offentlig støtte. Den første handlingsplanen for kalking ble vedtatt av Direktoratet for naturforvaltning i 1984. Tilskuddene til kalkingstiltak økte fra 1 mill. kr. i 1983 til om lag 110 mill. kr. i 1996, men senere har bevilgningene til kalking blitt redusert slik at beløpet i 2007 var 88 mill. kr. I 2004 ble det i tillegg til lakseelvene også kalket om lag 3000 innsjø- og bekkelokaliteter (Larsen og Hesthagen 2004). I løpet av de siste årene har det vært en betydelig nedtrapping i antall kalkede lokaliteter.

### Problemstilling

Mange laksebestander i Norge er utryddet, truet eller sårbare, og den totale bestanden av laks i Norge er forholdsvis liten sam-

menlignet med på 1960- og 1970-tallet. Forsuring på grunn av sur nedbør er en viktig årsak til dette. Laks er ekstremt sensitiv til lav pH og høye konsentrasjoner av uorganisk aluminium, og på grunn av forsuring har omtrent 50 laksebestander på Sørlandet og Sørvestlandet forsvunnet eller blitt betydelig redusert.

## Gjennomføring av tiltak

Det første storskala kalkingsprosjektet av lakseelver i Norge startet i Audna (Vest-Agder) i 1985. Senere fulgte Vikedal (1987) og Soknedalselva (1989), og det ble satt i gang kalking i ytterligere 19 elver på 1990-tallet. I større vassdrag har det ofte blitt brukt ett eller flere automatiske kalkingsanlegg (doserere, **Figur 2**). Kalkmengden kan variere fra noen hundre tonn til mer enn 5000 tonn pr. år i de store elveprosjektene (Direktoratet for naturforvaltning 2003). I en del tilfeller skjer kalking av lakseførende strekning også indirekte, ved at innsjøer i nedbørsfeltet kalkes. Det er kommunene som står for den praktiske gjennomføringen.

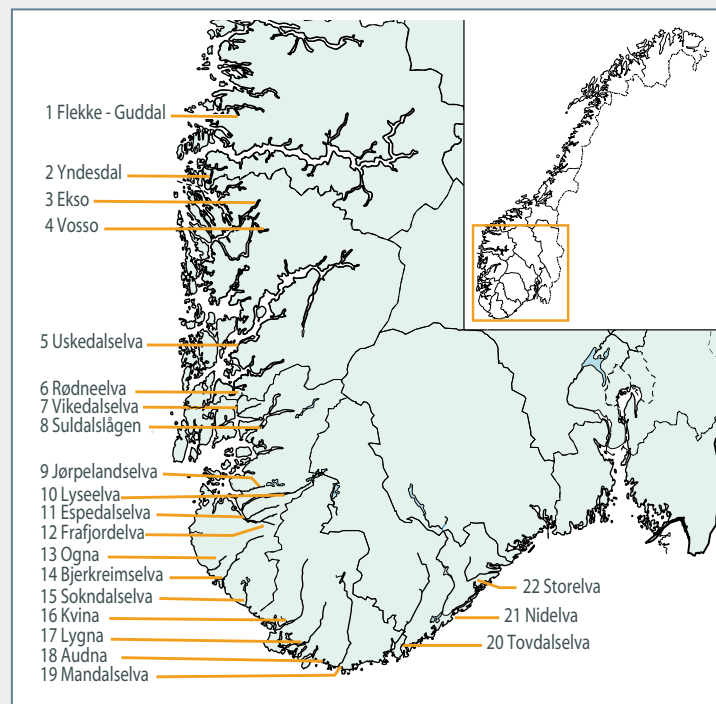
## Oppfølging og overvåking

Direktoratet for naturforvaltning gjennomfører effektkontroll av alle de store kalkingsprosjektene i lakseførende vassdrag. Det gjennomføres en årlig overvåking av ungfiskbestanden av laks og ørret (ved elektrofiske) for å følge rekrutteringen og reetableringen av ungfisk. I tillegg har fangststatistikk fra sportsfiskere blitt benyttet som indikator på mengden voksen laks. For en del av lokalitetene har også omfattende ferskvannsbioologiske undersøkelser, inkludert vannkvalitet, blitt gjennomført. (For detaljert beskrivelse av enkeltvassdrag, se Direktoratet for naturforvaltning 2006.)

## Evaluering av prosjektet

Metoden er vellykket og laksen kommer tilbake både i elver der bestanden var tapt og der den var betydelig redusert (Larsen og Hesthagen 2004). Antall fisk er lavere i de tapte bestandene, men prosessen går likevel like raskt. Etter 12 år er det fortsatt en økning i ungfisktetthet (**Figur 3**). Bestandene har ikke nådd bæreevnen ennå, og det forventes en fortsatt økning i ungfisktetthet i de kommende årene hvis kalkingen fortsetter. I elver der lakseutsettinger har blitt brukt i tillegg til kalking har effekten vært noe motstridende. For bestander som var helt borte hadde utsettinger en positiv effekt, mens for de bestandene som var redusert førte utsettinger til at effekten av restaureringsprosessen med kalking var dårligere enn der hvor ingen fisk ble satt ut (Hesthagen & Larsen, 2003).

Det er eksempler på at enkeltarter kan påvirkes negativt av kalking. Dette gjelder særlig arter som i utgangspunktet har



**Figur 1.** Kartet viser de 22 lakseelvene som er kalket i Norge. - *Map of the 22 limed salmon rivers in Norway.*

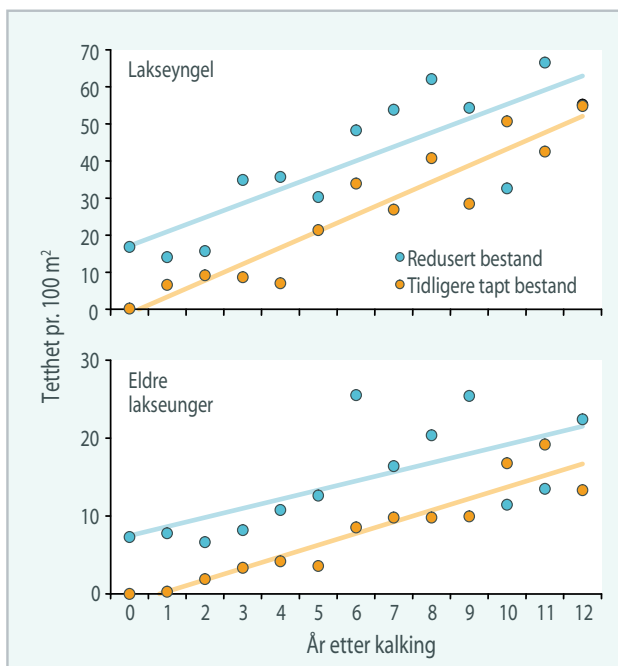
høy toleranse for forsuring og dermed har hatt fremgang når andre arter fikk problemer. Ofte fører kalking til oppblomstring av vannplanter. I en utredning av skadevirkninger av kalking (Direktoratet for naturforvaltning 2003) konkluderes det likevel med at de negative effektene av kalking er ubetydelige sett i forhold til de positive effektene som oppnås. Mange av endringene som skjer under kalking vurderes ikke som negative fordi kalking totalt sett fører til at økosystemet nærmer seg naturtilstanden slik den antas å ha vært før forsuringsproblemet.

## Samfunnsmessige fordeler

Reetablering av laksebestandene har hatt en positiv effekt også for sportsfiskerier og er en viktig inntektskilde for lokalmiljøet. Dette er blant annet dokumentert fra samfunnsøkonomiske konsekvensanalyser (Larsen og Hesthagen 2004). Kalkingsprosjektene har ikke bare hatt stor lokal betydning, men bidrar også til å opprettholde bærekraftige bestander av Atlanterhavslaksen i Norge, som er en av de høyest prioriterte artene i norsk naturforvaltning. Videre bidrar kalking av vassdrag til økt biomangfold ved å bedre forholdene for en rekke arter, fra elvemusling til fiskespisende fugler (Direktoratet for naturforvaltning 2003).



**Figur 2.** Eksempler på kalkingsanlegg i norske vassdrag. I Espedalselva (til venstre) ble kalkingen på utløpet av Espedalsvatnet startet i 1996. Som ved de fleste nyere kalkingsanlegg ble det benyttet en liggende kalkdoserer som er bygget inn i en driftsbygning. I Ogna (til høyre) ble kalkingen startet allerede i 1991, da stående kalkdoserere var det mest vanlige. - Examples of liming facilities in Norwegian rivers. In River Espedalselva (left) liming started at the outflow of Lake Espedalsvatnet in 1996. As for most modern liming facilities a built-in horizontal dispenser was used. In River Ogna (right) the liming started already in 1991, when standing dispensers were most common. Foto/Photo: B. M. Larsen.



**Figur 3.** Årlig gjennomsnittlig tetthet av lakseyngel (0+) og eldre lakseunger ( $\geq 1+$ ) etter antall år med kalking i elver som tidligere hadde reduserte (●) eller tapte (●) laksebestander. Etter figur fra Hesthagen og Larsen, manuskript. - Annual mean densities of salmon fry (0+, upper panel) and older juveniles ( $\geq 1+$ , lower panel) in limed rivers with formerly reduced (●) and lost (●) Atlantic salmon stocks, one year prior to liming and 12 years after liming.

## Referanser

- Direktoratet for naturforvaltning. 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN Notat 2006-1, 460 sider.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2003. Mulige skadevirkninger av vassdragskalking på biologisk mangfold, Utredning 2003-3, 30 sider.
- Hesthagen, T. & Larsen, B.M. Successful restoration of Atlantic salmon populations in acidified Norwegian rivers, manuskript.
- Hesthagen, T. & Larsen, B.M. 2003. Recovery and re-establishment of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in limed Norwegian rivers. Fish. Mgmt. Ecol. 10: 87-95.
- Larsen, B.M. & Hesthagen, T. 2004. Laks i kalkede vassdrag i Norge. Status og forventninger. NINA Fagrapport 81, 25 sider.



# Restaurering av Bognelva, Langfjordbotn

Jonathan E. Colman<sup>1,2,3</sup> (j.e.colman@bio.uio.no), Knut Aune Hoseth<sup>4</sup> og Bjørn O. Dønnum<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Biologisk inst., UiO, Pb 1066 Blindern, 0316 Oslo

<sup>2</sup> Inst. for naturforvaltning, UMB, Pb 5003, 1432 Ås

<sup>3</sup> Naturrestaurering AS, Oddenveien 13b, 1363 Høvik

<sup>4</sup> NVE Region Nord, Pb 394, 8505 Narvik

<sup>5</sup> Sweco Norge AS, Pb 400, 1327 Lysaker (NJFF-Akershus frem til 2007)

## Restoration of the Bogn river, Langfjordbotn

*Before massive reconstruction of the lower 3,5 km of the Bogn river, including canalization and structural modifications to the main river and side channels, Bogn river supported a dynamic and rich valley with high biodiversity and productive populations of anadromous fish. The disappearance of fish led to local interests among fishermen, farmers and landowners to restore the river. Since 2003 and using historical aerial photographs, local knowledge and “pre-disturbance” landscape details, numerous restoration measures were planned and implemented. The main aims was to restore the natural dynamics and diversity of the river system and its interactions with the surrounding valley; restore natural, ecological process and function for the entire river; improve local use and enjoyment of the river system; improve biodiversity within the river valley; and improve the production of life in and along the river in general, including increasing the production of anadromous fish. Since 2005, side channels and tributaries have been re-opened and re-established, habitat improvements such as pools and channels have been re-created, and scientific studies have been initiated for investigating the before and after situation for fish populations and biodiversity. Importantly, a strong and active local engagement has secured the success of this project.*

## Bakgrunn og lokalitet

Bognelva har vassdragsnummer 211.8Z og starter like ved fylkesgrensen mellom Troms og Finnmark. Vassdraget har utløp innerst i Langfjorden vest i Alta kommune. Vassdraget ble vernet i verneplan II i 1980. Nedbørfeltet til vassdraget er på 88,5 km<sup>2</sup>. Langs de nederste 4 km av Bognelvdalen, der elva og dalen flater, ut er det spredt bebyggelse og stor jordbruksaktivitet. Fra slutten av 1930-tallet og frem til begynnelsen av 1950-tallet ble det gjennomført i alt 10 parseller med erosjonssikring langs elvas eroderende yttersvinger. I løpet av siste halvdel av 1900-tallet har de nederste delene av elva blitt kanalisert gjennom forbygninger for å kontrollere flomvannstanden og øke jordbruksarealene i bygda. **Figur 1 og 2** illustrerer den nedre delen av Bognelva før og etter en del tiltak og kanaliseringen

ble gjennomført. Bognelva beskrives som en elv med brukbare forekomster av både sjørørret, sjørøye og laks før kanaliseringarbeidet, og det er fortsatt bestander av alle disse fiskeslagene i elva. Lakseførende strekning i hovedelva er totalt ca. 6,5 km, hvorav 3,5 km (55 %) er kanalisert. Før ble elven dominert av naturlige elveprosesser, etter kanaliseringen mistet elven mange av disse naturlige prosessene og det meste av gode ørret-, laks- og røye-habitater. Før 2005 var de aller fleste sidebekkene uten funksjon som gyte- og oppvekstområder (flere var fysisk “koblet vekk” fra hovedløpet), og de mange meandersvingene og uregelmessigheten som kartene fra 1940-tallet viser var borte (**Figur 1 og 2**). I tillegg til de fysiske inngrepene var vannkvaliteten negativt påvirket av landbruksavrenning (gjødsling, utslipp fra silo) og utslipp fra private kloakksystemer.



**Figur 1.** The lower section of the Bogn river in 1946 before the structural damage and canalization was undertaken.



**Figur 2.** The same lower section of the Bogn river in 1972 after structural changes and canalization occurred.

## Mål

Det finnes mange gode grunner til å restaurere ødelagte natur-systemer som en elv som har blitt forstyrret eller ødelagt av mennesker. I forbindelse med Bognelva var det først og fremst anadrom fisk som undertegnede og flere andre ønsket å få tilbake i dette systemet, men også grunnvannnivået i elvedalen kunne forbedres for landbruket sin del og biodiversiteten i området ville få et betydelig løft med en restaurert vassdragsøkologi. Det siste årets kartlegging av biologisk mangfold og verneverdier langs vassdrag dokumenterer at det er betydelige verneverdier langs den kanaliserte strekningen av vassdraget. Restaureringsarbeidet i Bognaelva ville ha effekt på mer enn kun fiskebestandene.

Hovedmålet var å gjenskape mye av den fysiske variasjonen i vassdraget samt å rehabilitere sidebekker og sideløp slik at forholdene blir mer gunstige for biologisk mangfold og anadrom fisk, samt ivareta flomsikkerheten. Tiltakene vil også føre til at vassdraget blir mer attraktivt både for allmennheten og lokalbefolkningen.

## Prosjektutvikling

NVE mottok de første henvendelser fra Langfjordbotn og omegn Jeger- og Fiskerforening om at forholdene for laksefisk

var kraftig forringet av kanaliseringsarbeidet i 1972. Det ble i 1998/99 søkt om å bygge en terskel i nedre del av vassdraget og Universitetet i Oslo utarbeidet i 1999 en rapport med fiskeundersøkelser fra den lakseførende strekningen av vassdraget. Den foreslåtte plasseringen egnet seg lite for denne type tiltak og tiltaket ble ikke gjennomført. Langfjordbotn Jeger- og Fiskerforening tok i 2002 nytt initiativ til gjennomføring av tiltak for å bedre vassdragsmiljøet langs den kanaliserte delen av Bognelva. I oktober 2003 gjennomførte vi en befaring av elva sammen med grunneiere for å få en oversikt med tanke på mulige tiltak for å rette opp skadene som flomforbyggingen og kanaliseringen har påført vassdraget. Vårt "Notat 2004" førte til at Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) tok ansvar for å planlegge biotopjusterende tiltak i vassdraget, og en ny befaring med deltakelse fra NVE, Fylkesmannen i Finnmark og Langfjordbotn Jeger- og Fiskerforening (NJFF) blir tatt i juni 2004. Nye fiskeundersøkelser og oppmålings- samt registreringsarbeid langs vassdraget ble gjennomført høsten 2004. I tillegg ble flommarksbiotopene kartlagt langs nedre del av Bognelva i 2004, og det konkluderes med at denne flommarksbiotopen er en av de mest vitale og verdifulle i landsdelen. NVE utarbeidet i samarbeid med NJFF-Akershus, Langfjordbotn JFF, Universitetet i Oslo og institutt for naturforvaltning/UMB i 2005 helhetlig plan nr 10224 for miljøtiltak i Bognelva. Planen



**Figur 3.** Bognelva rett oppstrøms gammel bru. - Closer picture of the Bogn river above the old bridge seen in the right hand section of both pictures above.



**Figur 4.** Bildet viser strekningen fra ca. 150 oppstrøms gamlebrua og opp mot gnr/bnr 7/23. Som vi ser er strekningen fullstendig kanalisert. - Another picture of the Bogn river above the old bridge seen in the right hand section of both pictures above illustrating the amount of canalization achieved.

beskrev vassdraget, inngrep, virkninger av disse og mulige utbedringstiltak. Det praktiske restaureringsarbeidet i vassdraget ble satt i gang høsten 2006 og fortsetter i dag.

### Restaureringstiltak i praksis

I planen var det foretatt en prioritering av tiltak utfra: 1) de verdier som er beskyttet av, eller interesser som er avhengig av, vassdragsinngrepene, 2) tiltakenes virkning på vassdragsmiljøet og de biotopene langs vassdraget som er avhengig av elvas naturlige dynamikk, 3) jordbruksdriften langs vassdraget, og 4) bruken av vassdraget og de elvenære arealene.

Restaureringstiltakene var delt opp i flere utbygningstrinn. Opprinnelig var det foreslått åtte restaureringstiltak i elven. Etter 2009 er de fleste av disse delvis eller helt gjennomført. De to som ble gjennomført først, nummer tre og fem, ble satt i gang høsten 2006. Tiltak nummer tre gikk ut på å åpne opp og grave ut to sideløp, nummer fem var å fjerne en flomsikring og la elven få erodere og legge til rette for naturlige prosesser på elvebredden. I tillegg ble et sideløp åpnet ved tiltak fem. De neste utførte tiltakene, nummer fire og seks, ble gjennomført 2007 og 2008. Tiltak fire gikk ut på å åpne en liten sidebekk slik at den rant uhindret ut i elva. Denne bekken var/er et potensielt viktig gyte- og oppvekstsområde for ørret og røye. Tiltak seks

gikk ut på å forbedre og flytte flomsikringene for å skape et mer naturlig elveløp. Samtidig ble større stein og steingrupper plassert i elva for å skape en mer variert vannstrøm. I 2008 og 2009 har de siste tiltakene blitt satt i gang, samtidig som noen av de første ble fulgt opp med nødvendig oppfølging og etterarbeid. Utlegging av steingrupper, bygging av terskler av ulike form og funksjon, bygging av strømvisere/buner, graving av nye eller utvidelse av eksisterende kulper, og restaurering av kantsonerforhold foregikk samtidig med de fleste tiltakene. Det siste og mest omfattende tiltak (nummer sju) ble gjennomført høsten 2009. Se [http://www.elbe.no/Andre\\_napp/Bognelv\\_prosjektet](http://www.elbe.no/Andre_napp/Bognelv_prosjektet) for alle dokumentene med kart og detaljbeskrivelser.

### Finansiering og gjennomføring av prosjektet

Prosjektet er et samarbeid mellom NVE Region Nord, INA/UMB, Biologisk inst./UiO, Elbe Normark AS og Rapala, Naturrestaurering AS og sist men ikke minst Langfjordbotn JFF. Foreningen tar storparten av arbeidet langs elva, ledet av Oddvar Rødmyr, Kåre Rapp og Ivar Mikalsen.

NVE helhetlig plan for Bognelva beskrev de 8 opprinnelige deltiltak med et samlet budsjett på kr. 800 000. Detaljplan 10224A for tiltak nummer tre og fem utgjorde første utbygningfase, var utført høsten 2006 og hadde et samlet budsjett på kr. 200 000.







Detaljplan 10224B inkluderte tiltak fire og seks samt utlegging av steingrupper langs den kanaliserte strekningen nedenfor tiltak seks og ble gjennomført 2007 og 2008 med et budsjett på kr. 250 000. Høsten 2008 ble det også gjennomført etterarbeider på foregående tiltak. Sommeren 2009 ble det gjennomført en befaring med deltakelse fra Langfjordbotn JFF og NVE. På denne befarings ble det foretatt en vurdering av aktuelle tiltak i den avsluttende tiltaksplanen, inklusiv nødvendige etterarbeider på tidligere utførte tiltak.

## Videre arbeid

Bognelva er på riktig vei mot en fullkommen naturrestaurering. Vi har gjenskapt mye av den naturlige variasjonen i elven som det opprinnelige økosystemet en gang hadde, men som ble fjernet med alle sikrings- og forebyggingstiltakene. Økt habitatvariasjon har gitt flere skjuleplasser for yngel både ved lav og høy vannføring. Det er blitt flere gyteplasser fordelt over et større areal i elva, og sidebekker som tidligere var viktige refugier og gyte- og oppvekstområder er åpnet og tilgjengelig for fisk. Vi har satt i gang et vitenskapelig studie hvor vi bl.a. skal teste våre fisketetthetstall fra 2008 (og flere år i fremtiden) med prøver tatt i 2004 og 1999. Resultater fra dette studiet inngår i en mastergradsoppgave i Naturforvaltning på INA, UMB. Studiet går ut på å ikke bare dokumentere at det blir (eller ikke blir) mer fisk i elven, men registrere hvilke fiskearter som finnes, og antall og alder på disse, samt fordeling på habitater. Samtidig med alle fiskedata, registreres flere fysiske variabler i elven. Med denne informasjonen tester vi både om restaureringstiltakene som ble gjennomført førte til bedre leve- og oppvekstvilkår og økt antall småfisk (yngel og ungfisk under 15 cm), og forsøker også å forklare om dette faktisk fungerer og hvordan. Vurderingene er ikke ferdigstilt, men foreløpige resultat viser at utførte tiltak har gitt positive resultat for anadrom fisk i vassdraget.

NINA gjennomførte vurderinger av flommarksbiotoper langs Bognelva sommeren 2008 (Strann & Frivoll 2009). Det ble under NINAs befaring i 2008 vurdert å være for tidlig og registrere større effekter så kort tid etter tiltaket, men det ble allerede observert økt aktivitet av arter som fossekall og strandsnipe. Hele flommarksbiotopen vurderes å ha betydelige biologiske kvaliteter med et høyt artsmangfold for fugl. Det ble bl.a. påvist gamle reirhull etter den rødlistede arten dvergspett i dette området. NINA vurderer at utført tiltak bidrar positivt til Bognelvas samlede naturverdier ved at terrestre arter får velegnede lommer regelmessig langs vassdraget. Det beskrives også at økt vanngjennomstrømning ved flere tiltak totalt sett vil ha stor positiv virkning for elvemiljøet.

## Referanser

[http://www.elbe.no/Andre\\_napp/Bognelv\\_prosjektet](http://www.elbe.no/Andre_napp/Bognelv_prosjektet)

Strann, K.B. & Frivoll, V. 2009. Naturfaglige undersøkelser i utvalgte områder i Altaelva, Bognelva og Reisaelva - NINA Minirapport 254, 22 s.

Saltveit, S.J. & Å. Brabrand. 1999. Vurdering av behov for lakseteterskel i Bognelva, Finnmark. Notat.Lab.Ferskv.Økol. Innlandsfiske,Oslo, Notat 1-1999, 7 s.

# Restaurering av vandringsystemer i regulerte elver

Jon Museth<sup>1</sup> (jon.museth@nina.no), Morten Kraabøl<sup>1</sup> (morten.kraabol@nina.no) og Odd Terje Sandlund<sup>2</sup> (odd.t.sandlund@nina.no)

<sup>1</sup> Norsk institutt for naturforskning (NINA), Fakkeltgården, NO-2624 Lillehammer

<sup>2</sup> Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

## Restoration of fish migrations in regulated rivers

*Hydroelectric dams and weirs often represent barriers for a wide range of migratory fish species and may cause population fragmentation. In the river Glomma, the largest river system in Norway, 13 hydroelectric dams have been constructed. Fishways are constructed at all dam sites. Brown trout and grayling exhibit partial migration systems with both resident and migrant life histories in this river system. Both species may spawn several times during their life span. Hence, they perform repeat migrations between habitats, and the opportunity to pass the dam sites both upstream and downstream is of equal importance for conserving and restoring the migration systems. In this project, 10 hydroelectric dams in the Glomma river system were evaluated as regards conditions for upstream and downstream migrations. The conditions for upstream migrations were acceptable, but could be significantly improved by altered spillway manipulation at most dams. However, the conditions for regular downstream migration were almost absent. Downstream migration of hydroelectric dams depend on release of surface spillwater, which occurred regularly at only three (of ten) dams. This survey revealed that comprehensive upgrading of hydroelectric dams in the river system is necessary to improve the conditions for both upstream and downstream migrations. The potential to restore the migratory system in the river system is still doubtful because the hydropower development in the river probably has changed the driving forces for fish migrations. This include changed water discharge, increased cost and reduced benefits for migrations caused by mortality, delays and selection from several reservoirs, dams, fishways and turbines.*

## Problemstilling og mål

Kraftverksdammer som er bygd i forbindelse med elvekraftverk, eller dammer bygd som inntaksmagasin for overføringstunneler, er inngrep som kan gi store økologiske effekter både på lokal og regional skala (Museth mfl. 2006; Kraabøl et al. 2009). En lokal effekt kan være endringen i fiskesamfunnet som oppstår fordi deler av den strømmende elvestrekningen oppstrøms dammen blir en kunstig innsjø. En regional konsekvens kan være at langtvandrende individer i fiskebestander blir hindret i sine vandringene. Kraftverksdemninger og terskler kan utgjøre både fullstendige barrierer som stopper vandringene, og hindringer som forsinker vandringene eller reduserer antall fisk som klarer å passere (Jungwirth 1998, Luca og Baras 2001). Derfor er det bygd fisketrapper ved de

fleste demninger for å bevare og restaurere vandringsystemer. Vandringssystemene kan være relativt komplekse og knyttet til både reproduksjon (gytevandring), næringssøk (næringsvandring) og tilgang til gunstige habitater i ulike livsfaser (f.eks. overvintringsvandring m.m.). De mest klassiske og kjente fiskevandringene er gytevandringene, der den kjønnsmodne fisken foretar vandring til egnede gyteområder. Som oftest innebærer gytevandring oppstrøms forflytning i vassdraget, men den kan også skje nedstrøms. Inngrep som hindrer tilgang til gyteområder kan få fatale konsekvenser for bestandene.

For enkelte fiskearter, som for eksempel stillehavslaks, avsluttes både vandringene og livssyklusen på gyteplassene. Disse artene



**Figur 1.** Tapping av overflatevann, ikke bunnvann via segmentluker, er en forutsetning for å sikre nedvandring av fisk forbi kraftverksdemninger (to ørret som slipper seg ned er vist med hvit pil). - Surface spillwater release is necessary to secure downstream passage of hydroelectric dams.

gyter kun én gang. De aller fleste av våre norske fiskearter i ferskvann gyter imidlertid flere ganger gjennom livet. De må derfor kunne passere en eventuell kraftverksdemning både opp og ned flere ganger. Hensynet til nedvandringmuligheter forbi kraftverksdemninger har historisk sett i liten eller ingen grad blitt vektlagt i norsk fiskeforvaltning (Fisketrapputvalget 1989). Forsøk på å restaurere komplekse vandringsystemer, slik vi blant annet finner hos harr og ørret i innlandsvassdrag, må derfor ta hensyn til både opp- og nedvandring.

Implementering av EUs vannrammedirektiv (i Norge "Vannforvaltningsforskriften"), som blant annet vektlegger betydningen av å bevare eller restaurere konnektiviteten i vassdrag, flere konkrete planer om ytterligere kraftutbygging i store vassdrag (bl.a. i Glomma og Gudbrandsdalslågen) og økt fokus på bevaringsbiologiske aspekter i fiskeforvaltningen har ført til behov for å se på mulighetene for å bevare fiskens vandringsystemer (ved nye utbyggingsprosjekter), eller restaurere ødelagte vandringsystemer (ved gamle prosjekter) i regulerte elver.

Glomma er Norges lengste elv og har 13 kraftverks-/inntaksdemninger i hovedløpet, samt i mange av sidevassdragene. Fiskefaunaen er kompleks og antall fiskearter øker nedover i vassdraget. I de øvre deler av vassdraget er det spesielt harr og ørret som foretar lange vandring. Før utbygging er det beskrevet relativt komplekse vandringsystemer (Svarte 1983). Harr- og ørretbestandene bestod sannsynligvis av både langt-vandrende og mer stasjonære fisk (partielle vandringsystemer).

Til tross for omfattende kraftutbygging og fragmentering av vassdraget er Glomma fortsatt kjent for et godt fiske etter harr og ørret. Årsaken til at høstbare bestander av harr og ørret er opprettholdt er trolig at det selv etter regulering fantes tilgjengelige gyteområder og andre viktige habitater mellom de fleste kraftverksdemningene. Det er likevel stort fokus på å restaurere fiskevandring i systemet, både fra fiskere, kraftbransjen og forvaltningen. Dette er begrunnet i ønske om å restaurere opprinnelige livshistorievariasjon og konnektivitet i vassdraget.

### Prosjektet

Samtlige kraftverksdammer i Glomma og Rena har en eller flere fisketrapp med enveis funksjonalitet (dvs. fisken kan gå opp; Kraabøl & Museth 2007). Disse fisketrappene ble bygd enten samtidig med konstruksjon av demningene eller opptil 40 år etter. Formålet har derfor vært både å bevare, men også restaurere vandringsystemer. Fiskeoppgangen i disse trappene består hovedsakelig av harr og ørret. Omfanget av vandringer er registrert i et utvalg trapper gjennom de siste 25 årene (Qvenild 2008). Omfanget av fiskevandring, målt som antall fisk som passerer fisketrappene, er i dag relativt beskjedent (Qvenild 2008).

I 2007 finansierte kraftbransjen en befaring av fisketrappene i Glomma, Rena og Søre Osa i Hedmark fylke (Kraabøl & Museth 2007). Formålet var å avdekke flaskehals for vandringer ved hver enkelt demning, samt vurdere potensialet for å restaurere vandringsystemene. I alt ti demninger ble evaluert.



## Resultater

Forhold for oppvandring: Lokaliseringen av fisketrappmunningen i forhold til strømningsforholdene i elva er en sentral faktor for fisketrappers funksjonalitet. Fisk på vandring søker oftest hovedvannstrømmen i elva. I ni av ti undersøkte fisketrapper var trappemunningen fornuftig plassert med tanke på atferd ved vandring og flomlukenes plassering, og i åtte av ti undersøkte fisketrapper var fiskeinngangen fleksibel, bl.a. med tanke på å opprettholde god funksjonalitet ved ulike vannføring. Undersøkelsen avdekket imidlertid at potensialet for å optimalisere forholdene for oppvandring ikke ble benyttet. Ved samtlige demninger var det mulig å forbedre forholdene for oppvandring ved å benytte flomluker som er plassert på samme side som fisketrappa. På denne måten vil oppvandrende fisk ledes mot trappemunningen, og dermed øke sjansene for at den finner veien opp i trappa. Men denne muligheten ble kun benyttet ved tre av ti demninger. Ombygging/ rekonstruksjon av fisketrapp eller demning ble vurdert som nødvendig for å optimalisere forholdene for oppvandring i seks av ti fisketrapper / demninger.

Forhold for nedvandring: Nyere undersøkelser, bl.a. av storørret i Gudbrandsdalslågen, har vist at tapping av overflatevann er nødvendig for at fisk skal slippe seg på en sikker måte ned forbi kraftverksdemninger (Arnekleiv et al. 2007; Kraabøl et al. 2008). Alternativet er å passere gjennom turbinene, men dette påfører bestanden betydelig dødelighet (Coutant & Whitney 2000). Nedvandring via bunnvann, for eksempel ved tapping av vann fra segmentluker, har vist seg i svært liten grad å bli benyttet som vandringsrute, og er dessuten også forbundet med stor risiko for skade og dødelighet ved passasje (Arnekleiv et al. 2007). Undersøkelsen av demningene i Glommavassdraget viste at overflatetapping av vann var mulig ved ni av ti demninger, men at dette forekom regulært ved kun tre demninger. Tidligere, blant annet i perioder med tømmerfløting, var såkalte tømmerluker vanlig i bruk. En annen faktor som er viktig for nedvandring er at inntaket av vann til turbiner er lokalisert i nærheten av overflateluker. En slik samlokalisering medfører at nedvandrende fisk som følger hovedstrømmen av vann gjennom reguleringsdammen får økte muligheter for å velge overflateluke fremfor turbininntaket som nedvandringrute. Slik samlokalisering var mulig ved kun fire demninger.

Forutsetninger og drivkrefter for vandringer: Studier av vandringer i regulerte vassdrag har i stor grad konsentrert seg om forhold knyttet til fisketrapper. I flerartssamfunn som i

Glomma er det derimot en rekke andre faktorer som spiller inn. Fiskesamfunnet på oversiden av demningene endrer seg på grunn av at det etableres kunstige innsjøer. Dette fører bl.a. til at bestanden av arter som gjedde og abbor øker. Dette er rovfisk som kan påføre den vandrende fraksjonen av bestandene økt dødelighet (Museth et al. 2006). Nedvandring gjennom turbiner vil også påføre vandrende individer økt dødelighet. Resultatet etter passasjeproblemer ved flere kraftverk og dammer kan bli at fordelene fisken har ved å vandre blir redusert, og at fisk med slik atferd og livshistorie mer eller mindre forsvinner fra bestanden. Vassdragsreguleringer kan også fundamentalt endre drivkreftene for fiskevandring. Etablering av minstevannstrekningslinjer, overføringer av vann fra ett elvesystem til et annet og endrede temperaturforhold med påfølgende endringer i næringsforhold kan medføre at de opprinnelige drivkreftene for fiskevandring blir forandret.

## Anvendelse

Undersøkelsen avdekket en rekke flaskehals for vandrende fisk i Glommavassdraget. En del av disse kan elimineres ved å utarbeide rutiner for lukemanøvrering som sørger for at vandrende fisk søker mot trappemunninger og luker som tapper overflatevann. Ved mange demninger vil det derimot være nødvendig med omfattende og kostbare ombygginger av fisketrapper og demninger.

Det er med andre ord et stort potensial for å forbedre forholdene for vandringer forbi demninger, men det er fortsatt et åpent spørsmål hvorvidt slike småskala utbedringer vil medføre økt omfang på fiskevandringene. Endrede forhold på regional skala, bl.a. vannføring, temperatur og predasjonsrisiko kan ha ført til fundamentale endringer i habitatkvalitet og derved også drivkreftene for vandringer mellom berørte habitater (Museth mfl. 2006). Den største motivasjonen for å restaurere fiskevandring syns å være knyttet til bevaringsbiologiske forhold. Vandring som livshistorietrekk sikrer genflyt i vassdraget, og krever at det legges til rette for sikker opp- og nedvandring forbi kraftverksinstallasjoner. Vannforvaltningsforskriften legger helt klare føringer for at konnektiviteten i vassdrag er et viktig kriterium for å oppnå "godt økologisk potensial", og det er derfor viktig å skille mellom "produksjonsbiologi" og "bevaringsbiologi" i så måte. Dette vil kreve investeringer på flere titalls millioner fra kraftbransjen, og storskala tilnæringer med hensyn til tiltak er absolutt påkrevet dersom man skal lykkes med å restaurere opprinnelige vandringsystemer i store regulerte vassdrag.

## Publikasjoner

- Arnekleiv, J. V., Kraabøl, M. & Museth, J. 2007. Efforts to aid downstream migrating brown trout (*Salmo trutta* L.) kelts and smolts passing a hydroelectric dam and a spillway. *Hydrobiologia* 582, 5-15.
- Coutant C.C. & Whitney R.R. 2000. Fish behaviour in relation to passage through hydropower turbines: a review. *Transactions of the American Fisheries Society* 129, 351–380.
- Fiskerapportvalget 1989. Fisketrapper; funksjoner og virkemåte. Innstilling fra fiskerapportvalget. Direktoratet for Naturforvaltning og Vassdragsregulantenenes Forening. Rapport, 76 sider + vedlegg.
- Jungwirth M. 1998. River continuum and fish migration –going beyond the longitudinal river corridor in understanding ecological integrity. I: M. Jungwirth, S. Schmutz & S. Weiss (eds). *Fish Migrations and Bypasses*. Oxford: Oxford Fishing News Books, 438 pp.
- Kraabøl, M., Arnekleiv, J. V. & Museth, J. 2008. Emigration patterns among brown trout (*Salmo trutta* L.) kelt and smolt passing through spillways in a hydroelectric dam. *Fisheries Management and Ecology* 15, 417-423.
- Kraabøl, M., Johnsen, S. I., Museth, J. & Sandlund, O. T. 2009. Conserving iteroparous fish stocks in regulated rivers: the need for a broader perspective! *Fisheries Management and Ecology* 16, 337-340.
- Kraabøl, M. & Museth, J. 2007. Fisketrapper i Glomma og Søndre Rena mellom Bingsfoss og Storsjøen. Funksjonalitet, problemsøk og tiltak. NINA Rapport 307, 32 pp.
- Lucas M.C. & Baras E. 2001. *Migration of Freshwater Fishes*. Oxford: Blackwell Science, 420 pp.
- Museth, J., Sandlund, O. T., Brandrud, T. E., Hindar, K., Johansen, S. W., Jonsson, B., Jonsson, N. Kjellberg, G., Løvik, J. E., Reitan, O., Taugbøl, T. & Aanes, K. J. 2006. Effekter av reguleringsdammer i store elver. I: Sandlund, O.T., Hovik, S., Selvik, J. R., Øygarden, L. & Jonsson, B. 2006 (red.) 2006. *Nedbørfeltorientert forvaltning av store vassdrag*. – NINA Temahefte 35: 34-46.
- Qvenild, T. 2008. Fisken i Glommavassraget. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen. Rapport nr. 2-2008, 136 s.
- Svarte, Y. 1983. Oversikt over ferskvannsbiologiske undersøkelser i Glommavassdraget ovenfor Øyeren fram til 1983. Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk, fiskekontoret. Rapport nr. 2, 89 s.

# Restaurering av Rimbareid tjørna naturreservat, Hordaland

Stein Byrkjeland<sup>1</sup> (stein.byrkjeland@fmho.no), Magnus johan Steinsvåg (mjs@fmho.no) og Liv S. Nilsen<sup>2</sup> (liv.nilsen@dirnat.no)

<sup>1</sup> Fylkesmannen i Hordaland, 5020 Bergen

<sup>2</sup> Direktoratet for naturforvaltning/Statens naturoppsyn, Postboks. 5672 Sluppen, 7485 Trondheim

## Restoration of Rimbareid tjørna Wetland Nature Reserve, Hordaland

*Rimbareid tjørna is a bird nature reserve (40 m a.s.l.) in Hordaland, Western Norway. The lake is surrounded by agricultural areas, which causes an increased nutrient level in the lake. In addition, the water level has been decreased several times. This has led to higher plant production and an overgrown water surface. This is a serious threat for many bird species. To increase the open water surface an "amphibian machine" was used. The costs of this project has been approximately 700 000 NOK.*

### Mål

Målet med restaureringa av Rimareid tjørna var å åpne vannspeilet og å åpne tilførsels- og utløpskanal. Dette ble gjort fordi fuglelivet (som er det viktige elementet i verneformålet) hadde endret seg på grunn av gjengroinga.

### Lokalitetsbeskrivelse

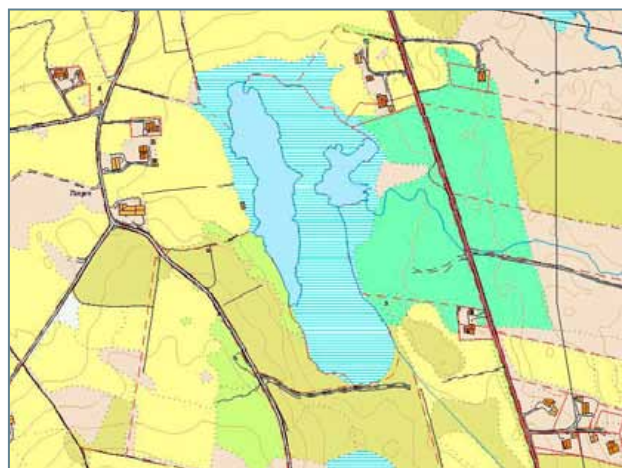
Rimareid tjørna ligger midt i et jordbrukslandskap i Fitjar kommune, Hordaland fylke (Figur 1). Tjørna ligger ca. 40 m oh og innenfor boreonemoral vegetasjonssone og sterkt oseanisk seksjon. Klimaet er oseanisk med høg nedbør, milde vintre og relativt kjølige somre. Årsnedbøren for Fitjar er på 1760 mm, og temperaturnormalene for januar og juli er henholdsvis 1,5 °C og 13,5 °C. Årsnormalen er på 7,2 °C.

Våtmarksområdet ble verna i 1995 for å ivareta et særs produktivt trekk- og hekkeområde for våtmarksfugl. Til sammen 88 fuglearter er registrert, og mange er sjeldne og sårbare. Totalarealet er på 89,3 daa. Her er det store utfordringer i forhold til gjengroing på grunn av tidligere senkinger av vannivået og tilførsel av organisk materiale fra det omkringliggende jordbruket. Det er totalt 14 grunneiere i Rimbareid tjørna naturreservat, av disse inngår også Fitjar kommune. Grunneierne fikk erstatning vurdert ut i fra restriksjonene vernet ga til framtidig bruk av området. Selve tjørna og omkringliggende sumpmark er sameie og resten av arealet er eid av ulike grunneiere.

### Finansiering og gjennomføring av prosjektet

Figur 2 viser Tjørna før og etter rydding (førbilde er manipulert). Arealet med åpent vann er betydelig større etter restaureringa.

Fylkesmannen i Hordaland har hatt ansvaret for og ledet prosjektet. Amfibie Sevice AS fra Arendal har stått for det praktiske arbeidet med graving, mudring og transport av masser til land (Figur 3).



Figur 1. Rimareid tjørna i Fitjar kommune, Hordaland.  
Rimbareid tjørna in Fitjar municipality, Hordaland county.





**Figur 2.** Rimbareid tjørna før og etter restaurering høsten 2009. Før bildet er manipulert. - Rimbareid tjørna before and after the restoration autumn 2009. Picture taken before has been manipulated. Foto/Photo: S. Byrkjeland.



**Figur 3.** Amfibiegravemaskin ble brukt i restaureringstiltaket for å få fjernet biomasse. An amphibian machine was used in the restoration project to remove biomass. Foto/Photo: M. J. Steinsvåg.

Tiltaket ble gjennomført på den tiden vannføringen var forventet å være minst (slutten av august). Dette på grunn av sjørøret i vassdraget og hensynet til et settfiskanlegg som har vanninntak like nedenfor.

På det meste har det blitt gravd to meter ned. Minimum 2000 m<sup>3</sup> masse har blitt håndtert. Massene på land har blitt tatt hånd om av den ene grunneieren. Restaureringsarbeidet er finansiert av SNO/DN og har så langt kostet i underkant av 700 000 kr.

### Oppfølging og overvåking

I følge forvaltningsplanen (<http://www.fylkesmannen.no/hoved.aspx?m=1166&amid=2808214>) er det viktigste målet for framtidig forvaltning av Rimbareid tjørna at gjengroing ikke skal komme så langt at det reduserer området funksjon for våtmarksfugl. Særlig viktig vil det være å hindre gjengroing av den åpne vannoverflata. Oppfølging og overvåkingen vil følge de planer som skisseres i forvaltningsplanen;

- uttak av fremmede arter i området, ansvar: FMHO, SNO
- fjerning av trær på myr- og sumpmark, ansvar: FMHO, SNO
- kartlegging av fugl og evertebrater, ansvar: FMHO
- overvåking av tilstand jamfør utarbeidete bevaringsmål, ansvar: FMHO
- oppsetting av fugletårn, ansvar: FMHO, SNO
- oppsetting av infotavle, ansvar: FMHO, SNO, Fitjar kommune
- oppretting av infoside på Miljøstatus i Hordaland

### Evaluering av tiltaket

Sirkulasjonen i tjernet er gjenåpnet i betydelig grad og framtidig gjengroing vil dermed gå langt seinere. Bruken av amfibiemaskin er en skånsom måte å fjerne biomasse fra slike tjern. At grunneier i tillegg har vært interessert i å ta i mot biomassen som ble fjernet, var svært positivt. Massene benyttes nå utenfor nedbørsfeltet til tjønna! Både Amfibie Service og Fylkesmannen har tilegnet seg verdifull erfaring som har overføringsverdi til hele landet.

Dette har vært et kostnadskrevenende prosjekt. Men hadde mer midler vært tilgjengelig ville mer masse blitt fjernet fra tjønna.

### Andre lignende prosjekt

Skottvatnet, Oppland, planlegges høsten 2009  
Måsdammen, Nord-Trøndelag, gjennomført høsten 2009

### Referanser

Amfibie Sevice AS i Arendal: <http://www.amfibie-service.no/>  
Fitjarposten 25.09.2009. Lite område med store kvaliteter. <http://www.fitjarposten.no/?snr=33&articleid=4240&votete=100>  
Steinsvåg, M. J. 2009. Forvaltningsplan for Rimbareid tjørna naturreservat: Naturkvalitetar, bevaringsmål og forvaltningstiltak. Fylkesmannen i Hordaland, MVA-rapport 6/2009. <http://www.fylkesmannen.no/hoved.aspx?m=1166&amid=2808214>

# Restaurering av 150 dammer i kulturlandskapet på Hedmarken

Odd-Erik Martinsen ([odd.erik.martinsen@forsvarsbygg.no](mailto:odd.erik.martinsen@forsvarsbygg.no)) og Trond Vidar Vedum ([trond.vedum@hihm.no](mailto:trond.vedum@hihm.no))

Norsk ornitologisk forening avd. Hedmark, Våtmarksgruppa

## Restoration of 150 ponds in the cultural landscape at Hedmarken

*After the Second World War, a lot of wetlands and ponds in the cultural landscape of agriculture are damaged or removed. The result is reduced diversity of biotopes and species in the landscape. Since 1990 approximately 150 ponds for biological diversity are established or restored at Hedmarken, four municipalities in the south-east of Norway. Most of the projects are financed by public subsidies managed by the County Governor of Hedmark. The projects are supported by technical and biological assistance from the Wetland Group in the Norwegian Ornithological Society of Hedmark.*

### Målet med prosjektet

Målet med damprosjektene har vært å gjenskape dammer i kulturlandskapet, primært som viktige våtmarkselementer for biologisk mangfold.

Landbruks- og miljøforvaltningen hos Fylkesmannen i Hedmark og kommunene Stange, Hamar, Løten og Ringsaker har hatt myndighetsansvaret for prosjektene. Prosjektene er initiert gjennom Våtmarksgruppa i Norsk ornitologisk forening (NOF), avd. Hedmark. Denne gruppa ble dannet i 1990 og består av NOF-medlemmer med tilknytning til Hamar-regionen. Medlemmene har spesiell interesse for dammer og våtmarker i kulturlandskapet. Formålet med gruppas arbeid er formulert slik:

- Bistå myndigheter og grunneiere med råd om restaurerings- og forvaltningstiltak for dammer og våtmark.
- Være pådrivere for å få tiltakene gjennomført.
- Følge opp dam- og våtmarkslokaliteter med registrering av dyre- og planteliv.

### Lokalitetsbeskrivelse

Dammene (i alt om lag 150 stk. pr. januar 2010) som er restaurert eller nygravd ligger i Stange, Hamar, Løten og Ringsaker kommuner i Hedmark fylke. De fleste av dammene ligger i eller

i nær tilknytning til det typiske jordbrukets kulturlandskap på Hedmarken.

### Forvaltningsregime (eiere, brukere)

I de fleste tilfellene er damprosjektene gjennomført i regi av grunneier, med egen finansiering og offentlig tilskudd til spesielle tiltak i landbrukets kulturlandskap. Noen av prosjektene er også gjennomført av Våtmarksgruppa i NOF avd Hedmark, etter tillatelse fra grunneier. Dette gjelder særlig prosjektet på Starene i Romedal. Her har ulike fond og private bidrag vært finansieringskilder.

### Problemstilling

Fra 1950-tallet og fram til i dag har mange verdifulle våtmarker i kulturlandskapet gått tapt. Nedbyggingen til bolig-, industri- og vegformål, drenering og oppdyrking, utfylling, kanalisering og forurensing er eksempler på trusler mot våtmarker.

For det biologiske mangfoldet har utviklingen i jordbrukslandskapet de siste tiårene vært uheldig. Bekkedrag og våtmarker er drenert og dyrket opp, skogholt og andre rester av naturlige biotoper er blitt borte. Mange av de gamle vannspeilene i landskapet er fylt igjen. Å ta vare på restbiotopene i jordbrukslandskapet, eventuelt restaurere eller gjenskape disse, er derfor en viktig utfordring.



Illustrasjon/ Illustration: H. Aaseth.



Figur 1. Nygravd dam i jordbrukets kulturlandskap. Foto: Våtmarksgruppa i NOF avd. Hedmark.- New pond in the cultural landscape of agriculture. Photo: The Wetland Group, Norwegian Ornithological Society of Hedmark.

### Hvilke tiltak er gjennomført?

I perioden fra 1990 og fram til i dag har Våtmarksgruppa tatt initiativ til og/eller bistått med råd ved nyetablering og restaurering av 150 dammer fordelt på Hedmarken.

Hovedtyper av dammer er:

- Åkerdammer
- Beitedammer
- Gårdsdammer
- Skogsdammer

De fleste av damprosjektene er utført av maskinentreprenører som Våtmarksgruppa har etablert samarbeid med. Disse entreprenørene har etter hvert opparbeidet spesiell kompetanse på restaurering av dammer og våtmark for biologisk mangfold.

På grunnlag av erfaringene med damprosjektene, utarbeidet Våtmarksgruppa og Fylkesmannen i Hedmark i 2004 en egen veileder for miljøtiltak knyttet til dammer i kulturlandskapet.

### Oppfølging, overvåking og evaluering

Medlemmene i Våtmarksgruppa følger opp damprosjektene gjennom registrering av fugl, planter og vannlevende dyr. Enkelte av prosjektene er også fulgt opp av studenter og vitenskapelige institusjoner. Det hadde imidlertid vært ønskelig med en mer systematisk og helhetlig dokumentasjon av utviklingen i dyre og planteliv knyttet til de mange lokalitetene.

Det har etter hver blitt stor oppmerksomhet knyttet til de mange damprosjektene på Hedmarken. Grunneiere og lokalbefolkning har latt seg begeistre av dammene, både som flotte landskapselementer og som levested for et stort antall arter av planter og dyr. Den positive gevinsten kommer i tillegg til den rent biologiske effekten av prosjektene.

### Referanser

- Elvsvebakken, Emil mfl. 2007. Starene i Romedal – en dokumentasjon av naturverdiene i området. Studentoppgave, Høgskolen i Hedmark.
- Fylkesmannen i Hedmark og Norsk Ornitologisk Forening, avd. Hedmark 2004. Dammer i kulturlandskapet – til glede og nytte for alle. Veileder for miljøtiltak.
- Norsk Ornitologisk Forening, avd. Hedmark 2008. Starene på Hedmarken. Kulturlandskap – jordbruk- fugler. Informasjonsbrosjyre. <http://www.dammer.no>



# Miljøsanering av Forsvarets skyte- og øvingsfelt

Pål Skovli Henriksen (pal.henriksen@skifte.no), Magne Bolstad og Line S. Selvaag  
Forsvarsbygg Skifte Eiendom, Pb 405 Sentrum, 0103 Oslo

## Remediation of military shooting fields

The Norwegian Defence Estate Agency (Forsvarsbygg) is remediating shooting fields that are taken out of military use. The consequences and costs of disposal in regard to the state of the environment are severe, and heavy metal pollution in recreation areas create challenges related to mass transport and general vehicle movement. Many shooting fields are also established on march-lands, which creates a waste without common methods for waste disposal. Several study projects considering leach control, sorbent adding and alternative mass handling have been established, and while traditional shooting ranges are successfully remediated, one of the main goals in the project is to find answers to these challenges, so that the disposal of shooting fields in Norway can be done without creating new disturbed sites in nature.

## Problemstilling

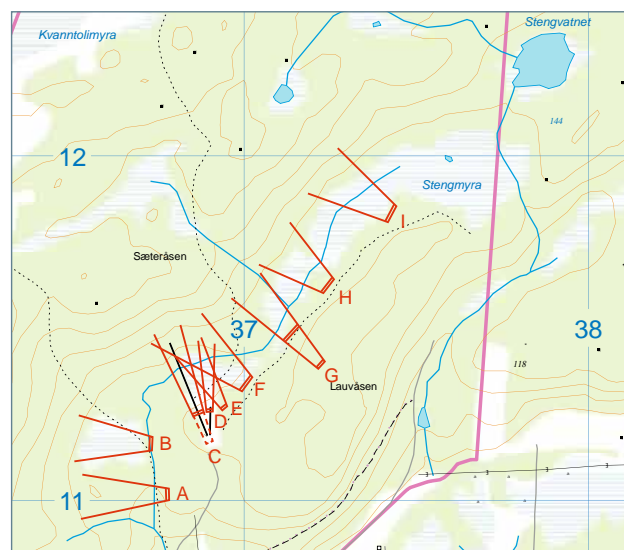
Forsvarsbygg fikk i 2009 i oppdrag av Forsvarsdepartementet å avhende 13 utrangerte skyte- og øvingsfelt (SØF). Feltene er geografisk spredt i hele Norge, og er av varierende størrelser, ulik eierstruktur og av svært ulik kompleksitet. Det tilkommer også flere skytefelt og miljøerfaringene forsøkes forent med forvaltningen av aktive skytefelt. De største utfordringene knytter seg til forurensning. Felles for disse feltene er at det kun er øvd med håndvåpenammunisjon, og forurensningen dreier seg i all hovedsak om tungmetaller. Med ulik geografisk plassering varierer naturforholdene mye, men en fellesnevner er at de fleste feltene har forurensede myrområder. Da det foreligger lite erfaring med håndtering av forurensning i myr er det derfor etablert et FoU-prosjekt som skal forsøke å finne gode tiltaksløsninger for tungmetallforurensning i myr og alternativ håndtering av forurenset myrjord.

## Målsetninger

Hovedformålet med prosjektet er å miljøsanere utrangerte SØF som Forsvaret ikke lenger har behov for ift dagens struktur og øvingsvirksomhet. Foreløpig utredning av 13 utrangerte SØF har påvist over 11 500 m<sup>3</sup> sterkt forurenset jord der det er en potensiell risiko for spredning til omgivelsene og påvirkning på

planter, dyr og mennesker. Overordnet målsetning er derfor:

- Utføre tiltak for å stanse avrenning av forurensning ut av SØF, samt sikre at områdene Forsvaret forlater ikke medfører uakseptabel helse- og miljørisiko for omgivelsene.



Figur 1. Eksempel på skytebaner anlagt på myr i Melbu/Haugtuva SØF. - Example of shooting range on march-lands in Melbu/Haugtuva.



**Figur 2.** Syningen SØF. Miljøsanering av et fjellområde der erfaringene med bruk av lastebærende beltemaskin har vært gode. Så sant underlaget bærer, forårsaker kjøretøyene kun grunne kjørespor i topplaget. Remediating in a mountain area with good experiences from the use of belt trucks. These vehicles leave only shallow tracks. Foto/Photo: Forsvarsbygg/ The Norwegian Defence Estate Agency.



**Figur 3.** Ørskogfjellet SØF. Typisk lokalitet med oppskutte arealer der tungmetallinnhold i jord og vann er høyt, men der tilkomst og tradisjonelle tiltak kan forårsake store naturinngrep. - Typical harrowed site with high levels of heavy metals in soil and water. Limited access and traditional methods of remediation will cause large damage on vegetation and landscape. Foto/Photo: Forsvarets Forskningsinstitutt/Norwegian Defence Research Establishment.

Som en del av problemstillingen med skånsom rydding i sårbare naturområder, er det iverksatt en del forskningsprosjekter der det bl.a. gjøres forsøk med å begrense spredning av forurensning med revegetering, kjemisk stabilisering i jord, og andre metoder for å begrense utlekking og spredning. Tungmetallforurenset organisk jord er dessuten et avfall det ikke er etablert gode mottaksordninger for. Hovedmålsetningene til FoU-prosjekt knyttet til masser med høyt organisk innhold (myr) er følgende:

- Finne egnede metoder for å redusere erosjon/avrenning av tungmetaller fra skadet myr
- Finne kostnadseffektive metoder for miljøriktig håndtering av forurensete jordmasser med høyt innhold av organisk materiale
- Metodisk tilnærming til arbeid i terreng med liten bæreevne

## Diskusjon

Ammunisjon fra håndvåpen inneholder tungmetaller som bly, kobber, sink og antimon som ved eksponering kan forårsake negative effekter på mennesker og dyr. Forurensningsgrad og utbredelse av forurensning varierer ut fra hvilken type øving som har foregått på det enkelte området og hvilken ammunisjon som er brukt. Korrosjon og spredning styres bl.a. av faktorer som jordas kjemiske og fysiske forhold, hydrologi, jordsmonn, nedbørsmengde m.m. Videre er myrer ofte benyttet som skytebaner fordi de er ansett som lite produktive arealer og det har vært få problemer med gjenvækst av trær. De er også forbundet med liten rikosjett- og brannfare. Dette har ført til mange forurensete lokaliteter, hvor flere av lokalitetene har en omfattende utlekking og spredning av tungmetaller. Når arealer nå skal miljøsaneres og avhendes, vil en normal tiltaksmetode bestå av fjerning av jord der konsentrasjonen av forurensning





**Figur 4.** Før og etter tiltak og revegetering/tilbakeføring i Gimlemoen SØF. Before and after remediation and restoration of vegetation in Gimlemoen. Foto/Photo: Forsvarsbygg/ The Norwegian Defence Estate Agency.

overskrider de stedsspesifikke akseptkriteriene mht. direkte eksponering av mennesker og dyr (alternativt iht. tilstandsklasser i ny veileder for forurenset grunn), samt en risikovurdering mht. fare for spredning til nærliggende resipienter.

I mange SØF skaper en slik tradisjonell håndtering av forurensete lokaliteter særlig to utfordringer. Det første er sanering av skytebaner lagt på myr. Graving i myr medfører stor fare for spredning av forurensning. Videre er det ikke etablert mottaksordninger for forurensete masser med høyt organisk innhold, hvilket gjør jorden til et problemavfall i forhold til en kost-nyttvurdering. Den andre faktoren som særlig påvirker tiltaksmetodene, er hensynet til skånsom ferdsel i naturområdet.

Tiltaksgjennomføring og motorisert ferdsel kan i visse tilfeller forårsake større naturskader enn det den stedlige forurensningen utgjør, slik at naturområder kan forringes estetisk og som funksjonelle biotoper. Det er således nødvendig å avveie forurensningssituasjonen i hvert enkelt tilfelle mot naturinngrep som skal gjennomføres.

Basert på utfordringene knyttet til forurensning i sårbare naturområder, har Forsvarsbygg i samarbeid med Forsvarets Forskningsinstitutt iverksatt studier relatert til forurenset myrjord. Studiene er tiltenkt gjennomført i 2-4 skytefelt, fortrinnsvis

med ulikheter i bl.a. myrtyper, beliggenhet, klimasoner og vegetasjon. Prosjektet startet opp høsten 2009, med lokalisering av første studielokalitet og detaljplanlegging av de første forsøkene. Det gjennomføres nå en teoretisk evaluering av metoder for erosjonssikring av myr, som skal sammenfattes med Forsvarets erfaringer mht. erosjonsreducerende tiltak i forbindelse med kjøretøyspor på myr. Den første hovedhensikten er uansett ikke bare revegetering, men å redusere transport av tungmetaller bundet til partikler og løste tungmetaller. Slik uønsket spredning skjer i første rekke som følge av erosjon i skadet myroverflate, ubalanse i myras hydrologi og kjemiske endringer som bryter ned organisk materiale og frigjør tungmetaller. Forsøkene vil fokusere på stabilisering av myroverflaten og revegetering. Reversering av tekniske inngrep slik som grøfting, drenering og endring av vannballanse vil vurderes. I enkelte situasjoner er det også aktuelt å redusere utlekkingen av tungmetaller ved å redusere gjennomstrømmingen av vann. Det er også tiltenkt forsøk med så- og planteteknikker, for bl.a. å studere i hvilken grad monokultur eller polykultur gir best resultat på gjenvekst av en vegetasjonsoverflate på skadet myr. Det vil gjennomføres avrenningskontroll for å vurdere måloppnåelse samtidig som gjenveksthastigheten måles. Det antas at forskjellige faktorer, slik som bl.a. forurensningsgrad og type myr, vil være avgjørende for gjenveksthastigheten og resultatet. Gjenvekst skal også sees i sammenheng med arters



stedegenhet og de økologiske forholdene på stedet. Gjødsling, med mengdekontroll av gjødseilsetting for optimal effekt for å fremskynde plantevekst, kan også bli aktuelt.

Videre skal det gjennomføres forsøk på alternativ behandling av myrjord. Forsøket skal gjennomføres med uttak av myr med høyt innhold av prosjektiler. Uttaket skal gjennomføres i mindre skala, men på en realistisk måte. Myrmassene skal tørkes på en energieffektiv, men relativt tidkrevende metode, der de lagres slik at vann "renner av" massene og/eller fordampes under kontrollerte forhold. Dette gir volum og vektreduksjon og dermed mindre transportarbeid. Dernest skal prosjektilene separeres fra myrmassene i størst mulig grad, og restene skal forsøkes forbrent eller komposteres. Hovedhensikten med forsøkene er å fjerne og gjenvinne mest mulig metall og samtidig finne en fornuftig sluttbehandling som for eksempel energigjenvinning, for det organiske avfallet. Forsøkene omfatter:

- Avvanningsmetodikk: Praktisk gjennomføring av uttak og avvanning av torv
- Metoder for å separere prosjektiler fra tørket torv: Oppmaling, luftseparasjon, sikting
- Testbrenning av tørket torv: avgasskontroll, energiutbytte, analyse av restprodukt fra forbrenning
- Andre behandlingsmetoder: kompostering, våtvasking

Prosjektet vil også evaluere transport av masser mot alternative behandlingsmetoder i et miljøregnskap, med fokus på CO<sub>2</sub>-utslipp, samfunnskostnader, forurensning ved graving og transport, deponeringsløsninger m.m.

## Oppsummering

Forsvarsbygg skal i løpet av prosjektperioden (2009-2013) miljøsanere og avhende 13 SØF, med et samlet areal på ca. 32 kvadratkilometer. Prosjektet har en budsjettamme bevilget av Regjeringen på ca. 94 millioner kroner, og har som hovedhensikt å sanere forurensede områder som sikrer trygge betingelser for etterbruk. Problemstillinger knyttet til motorisert ferdsel i sårbare naturområder og tungmetallforurenset masse med høyt organisk innhold vil bli forsøkt løst gjennom ulike studier i prosjektet. I begge de to forholdene vil prinsipper ift økologisk restaurering, som god planlegging og presise delmål med inngrepsbeskrivelse og avbøtende tiltak, være sentralt.

Forsvarsbygg er forpliktet til å kunne gjennomføre miljøtiltakene på en akseptabel måte som ikke medfører:

- erosjon og spredning av forurensning i under og i etterkant av tiltak,
- unødige inngrep i myrområder,
- at valgte metoder for sikring av forurensning ikke gir økt utlekking over tid og
- at alt avfall går til ressursgjenvinning (metall og energi)

# Holdninger til restaurering av natur i by

## — eksempel fra Alnaelva i Oslo

Dagmar Hagen<sup>1</sup> (dagmar.hagen@nina.no), Jon Museth<sup>2</sup> (jon.museth@nina.no) og Olve Krange<sup>3</sup> (olve.krangle@nina.no)

<sup>1</sup> Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

<sup>2</sup> Norsk institutt for naturforskning (NINA), Fakkeltgården, 2624 Lillehammer

<sup>3</sup> Norsk institutt for naturforskning (NINA), Gaustadalléen 21, 0349 OSLO

### Public reactions to urban river restoration — example from Alna river in Oslo

*Urban river restoration is a commonly known activity in densely populated areas in Europe, and has recently been introduced in Norway. River restoration projects are often multi-dimensional with a variety of approaches and goal formulations and a number of involved actors and attitudes.*

*A previously piped section of the polluted river Alna in Oslo, Norway, was reopened in autumn 2004. Biodiversity protection, public use and improved water quality are all project goals. A telephone survey about the project and public reactions has been carried out. The respondents seemed to be involved in the project, both about the water quality and new vegetation establishment. The early reactions to the reopened river section can be useful for planning the next parts of the projects — reopening of the entire Alna river.*

### Problemstilling og mål

Restaurering og rehabilitering av elver i byer og tett befolkede områder er et miljøløstiltak som blir stadig vanligere i mange europeiske land. Også i Norge ser vi nå interesse og politisk vilje til å restaurere elver og bekker som tidligere har vært lagt i rør, kanalisert eller på andre måter påvirket av menneskelige inngrep i tettbygde strøk (f.eks. Hamarsland et al. 2003, Nordeide 2005, Wormdal & Tørud 2005). Målet med prosjektene er gjerne å tilbakeføre opprinnelige elementer i vassdragsnaturen, gjenskape grønne lunger og rekreasjonsområder, bevare og styrke fiskebestander eller forbedring av vannkvalitet. Hvert prosjekt kan ha mange ulike mål og involverer oftest en rekke ulike aktører og interessegrupper.

Oslo kommune gjennomfører et stort byutviklingsprosjekt i Groruddalen. En sentral del av prosjektet er gjenåpningen av Alnaelva som har ligget i rør gjennom industriområder. I løpet av perioden 2004-2020 skal den 15 km lange elva gjenåpnes og områdene langs elva skal restaureres til ulike formål. Prosjektet kan brukes som et eksempel for å illustrere den nye trenden med gjenskaping av natur og vannveger i norske og europeiske byer og de utfordringer som ligger i både gjennomføring, måloppnåelse og formidling av innhold og forventninger til lokale brukere.

### Prosjektet

I 2004 startet gjenåpningen av Alnaelva i en liten strekning ved Høllaløkkka, omgitt av industri, næringsbygg og vei, men også et mindre skogområde med opprinnelig edellauvskog. Det restaurerte området inneholder den nyåpna bekken, rester av den opprinnelige skogen, en mer parkpreget del med innplanta urter og vannplanter, plen og en dam med overgang til en rensepark og et våtmarksområde med innplanta urter og busker (**Figur 1**). Lokaliteten ligger i et tett befolka område, men har tidligere ikke vært tilgjengelig for folk, både fordi deler av området var fysisk avsperrert og fordi det ikke har vært kvaliteter eller opplevelser å oppsøke her. Tilrettelegging for lokalbefolkningens bruk har vært et sentralt mål med prosjektet, og kommunen har hatt fokus på å involvere både befolkning og private aktører i tidlig fase.

NINA var involvert i første del av dette prosjektet, gjenåpning av elva og etablering av park og naturområde ved Høllaløkkka (Museth et al. 2008, Nordeide 2005). Det var mange og dels motsetningsfylte målsettinger med tiltaket; både bevaring av biologisk mangfold, tilrettelegging for friluftsliv og bedret vannkvalitet.

For å få mer kunnskap om folks holdninger til tiltaket og hvor godt kommunen sin involvering har fungert ble det gjennomført



**Figur 1.** Det rehabiliterte området i Hølaløkka, ved Alnaelva i Oslo. Øverste venstre bilde: Den opprinnelige skogen, med tilplantet område til venstre. Øverst høyre: Den kunstige dammen med skogen til venstre og trapp og brygge til høyre. Nederst venstre: Dammen, brygga og industribyggene. Nederst til høyre: Granittdam i overgangen mellom dammen og den nyetablerte våtmarka ut mot renseparken. - The rehabilitated site "Hølaløkka" along the river Alna, city of Oslo. Top left: Original forest on the right and newly established vegetation to the left. Top right: The artificial pond with original forest to the left and steps and jetty in the front. Bottom left: The pond, jetty and industry buildings. Bottom right: Dam dividing the pond and the established wetland. Foto/Photo: J. Museth.

to spørreundersøkelser per telefon av et profesjonelt markedsundersøkelsesfirma (NORSTAT) i oktober 2005 og oktober 2007. Ved begge målinger deltok 500 personer, som fikk spørsmål om sin kjennskap til prosjektet og sin bruk av området, hva de synes om det restaurerte området, hva de mener om tilretteleggingstiltakene og om de har forslag til forbedringer, samt om de har tanker om det videre arbeidet med restaurering av Alnaelva.

## Resultater

Til tross for at området tidligere har vært utilgjengelig kjenner folk til området, mange går tur eller passerer gjennom og de fleste er generelt fornøyd med at det gjøres slike tiltak i deres nærområde. Men flere synes også at dette er et merkelig prosjekt å bruke penger på, når det er så mange andre (større?) miljøproblemer i bydelen.

Elveåpningen har ført det forurensa vannet fra Alnaelva opp i dagen (i dobbel betydning) og folk har dermed fått et forhold til forurensingen. Det har nok vært vanskelig for kommunen

å kommunisere at vannet ikke kan forventes å ha badekvalitet ennå på lang tid, samtidig som anleggene i parken inviterer til bading. Dette har ført til en del misnøye og forvirring blant lokalbefolkningen og også ført til kritiske oppslag i lokalpressen.

Folk er mer fornøyd med vegetasjonen i området enn med vannkvaliteten, men det er et svært stort spekter av holdninger. Mens noen ønsker seg en velskjøttet park i nærområdet ønsker andre seg et område med mest mulig naturlig vegetasjon og intakt natur. Området er nå en blanding av dette. En økende andel av de spurte oppfatter området som ustelt og vanskjøttet, og henviser blant annet til døde trær som ligger veltet inne i skogen. Et økende krav til skjøtsel av området kan naturligvis komme i konflikt med målet om å ta vare på biologisk mangfold og å la økologiske prosesser styre utviklingen i anlegget. Denne motsetningen kan forventes å bli mer tydelig etterhvert som tiden går og busker og beplantninger vokser opp.

Undersøkelsene viste at meningene om både vannkvaliteten og vegetasjonen i Hølaløkka er mange og delte, og dette skyldes



nok at folk har hatt ulike forventninger til prosjektet, ulike preferanser og ulik kjennskap til målene med prosjektet. I tillegg har prosjektet et mangfold av mål (både rekreasjon, forbedret vannkvalitet og biologisk mangfold), som kan virke forvirrende og der forholdet mellom disse vektlegges på forskjellige måter av ulike aktører og involverte.

Gjennom å åpne elva er problemene langs Alnaelva synliggjort, og behovet for å gjøre noe med vannkvaliteten framstår som åpenbar. Dette kan øke befolkningens aksept for planene om å gjennomføre ytterligere tiltak for forbedre vannkvaliteten i Alna. I det videre arbeidet bør nok kommunene vurdere om informasjon og formidling fra prosjektet kan bedres ytterligere, for eksempel gjennom infotiltak på stedet.

Målsettingene knyttet til bevaring av biologisk mangfold ser ut til å være vanskelige å kommunisere. Vegetasjonsutviklinga både i den opprinnelige skogen, i enga og i beplantningene vil følges opp de kommende årene, og her vil også behovet for skjøtselsrutiner for å opprettholde mangfoldet inngå.

## Anvendelse

Forhåpentligvis vil kunnskap om folks holdninger til prosjektet i Hølaløkka i en tidlig fase kunne gi viktige innspill til Oslo kommune når målsetninger og planer for den videre utviklingen av Alnaelva og nye prosjekter skal formuleres og formidles. Disse erfaringene bør også kunne komme til nytte ved andre tilsvarende prosjekter, både i Norge og i andre land. Samfunnsperspektivet i restaureringsprosjekter er viktig å synliggjøre og resultatene fra dette prosjektet er i ferd med å publiseres internasjonalt (Museth et al., upublisert).

Det har i liten grad vært tradisjon for å involvere brukere og inkludere deres oppfatninger og innspill ved utforming av elve-restaureringsprosjekter, også i land nedover Europa med stor erfaring fra slike tiltak. Spesielt i restaureringsprosjekter i tettbefolkte områder vil forholdet til samfunnet og brukerne være relevant for å finne gode løsninger.

## Publikasjoner

- Hamarsland, A. T., Høseth, K. A. & L'Abée-Lund, J. H. 2003. Program for miljøtiltak i vassdrag Dokument II. 34 s. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.
- Museth, J., Hagen, D., Krange, O. & Bendiksen, E. 2008. Folks kjennskap og holdninger til Hølaløkka. Et pilotprosjekt i restaureringen av Alnaelva, Oslo kommune NINA Rapport 361. 32 s., Lillehammer.

Museth, J., Hagen, D., Krange, O. & Bjerke, T. Urban river rehabilitation: Public expectations vs. expert intentions. - Landscape and Urban Greening: submitted.

Nordeide, T. 2005. ALNA - Restoring and Developing an Urban River in Oslo. The International Conference on Urban River Restoration URRR 05. IOER, Dresden, Germany.

Wormdal, M. & Tørud, G. 2005. Åpning av Ilabekken - et tverrfaglig prosjekt. Kommunal teknikk. - S 8-II.

# Restaurering av kulturlandskap

Ann Norderhaug ([ann.norderhaug@bioforsk.no](mailto:ann.norderhaug@bioforsk.no))

Bioforsk Midt-Norge Kvithamar, 7500 Stjørdal

## Restoration of semi-natural vegetation

*Farming has shaped a variety of semi-natural vegetation types of high importance for our biodiversity. However, due to land use changes especially during the last part of the 20<sup>th</sup> century many habitats and species are now threatened. To maintain the semi-natural biodiversity it is therefore necessary to restore and manage valuable habitats. The Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research (Bioforsk) contributes to the development of better "restoration knowledge" by several research projects regarding restoration of species-poor grasslands and abandoned coastal heath-lands as well as restoration of valuable grazed forests (how to thin or clear). Furthermore we study restoration effects on species like *Alnus incana*, *Populus tremula*, *Anthriscus sylvestris* and *Rosa rugosa* which can cause problems when valuable habitats are restored. In addition we prepare restoration and management plans and impart restoration knowledge by popular science publications and courses.*

## Problemstilling

Videst definert er "kulturlandskap" alt landskap som er påvirket av mennesket dvs. at både byer, industriområder og jordbruksarealer kan betegnes som kulturlandskap. I Norge i dag brukes imidlertid begrepet "kulturlandskap" vanligvis om jordbrukets kulturlandskap dvs. det landskap som er formet av jordbruksdrift gjennom tusener av år. Dyrka mark utgjør bare en liten del av det totale landarealet i Norge (i dag ca. 3 %). I eldre tider ble åkeren først og fremst brukt til matproduksjon, mens slått, beite og annen førsanking hovedsakelig foregikk i utmarka. Jordbruket har derfor påvirket en meget stor del av landskapet, og jordbrukets kulturlandskap omfatter mye mer enn de fleste i dag er klar over.

Slått og beite påvirker vegetasjonen slik at det over tid utvikler seg semi-naturlige grasmarker. De semi-naturlige grasmarkene er ikke oppdyrket og oftest heller ikke gjødslet. De har derfor vanligvis lavt fosfor- og nitrogeninnhold og lav produksjon, men er til gjengjeld gjerne artsrike. De kan være åpne eller inneholde trær og busker. Vegetasjonssammensetningen viser stor variasjon beroende på forskjeller i klimatiske og økologiske forhold samt forskjeller i driftsformer.

Utviklingen i jordbruket på slutten av 1800-tallet gjorde det mulig å intensivere jordbruket og konsentrere produksjonen til dyrka innmark. Behovet for de gamle, semi-naturlige grasmar-

kene minket, men flere steder i landet var store arealer likevel i bruk helt fram til 1950-tallet. I dag viser imidlertid en akselererende gjengroing at stadig færre semi-naturlige arealer blir brukt til slått eller beite. I tillegg er beitetrykket i områder som fortsatt beites ofte for lavt, og semi-naturlige innmarksnære arealer som fortsatt er i bruk, har ofte blitt trivialisert av intensivering eller oppgjødsling. Denne utviklingen truer mange arter, ikke bare planter, men også andre organismer som fugler, insekter og sopp.

Norge har forpliktet seg internasjonalt til å ivareta sitt biologiske mangfold. Det er derfor et meget stort behov for skjøtsel av verdifulle kulturlandskapslokaliteter. Mange slike lokaliteter er imidlertid degradert på grunn av gjengroing eller annen negativ påvirkning og må restaureres (dvs. tilbakeføres til den tilstand de var i da de ble tradisjonelt drevet) før de egentlige skjøtselstiltakene kan settes inn. Restaurering krever god kunnskap hvis den skal bli vellykket og ikke forårsake langvarige problemer for den som siden skal gjennomføre skjøtselen. God kunnskap om områdets kvaliteter og om den tradisjonelle driften er en forutsetning. Man må videre ha en klar målsetting med restaureringen og skjøtselen og planlegge tiltakene godt i forhold til den. Det er også viktig å være klar over at man ikke bør starte en restaurering hvis man ikke kan følge opp med skjøtsel umiddelbart. Forholdene i skjøtelsesområdet vil ellers fort forverres. Eksisterende kunnskap om restaurering og skjøtsel ble i 1999



**Figur 1.** Ved restaurering bør man først begynne med de områdene som er minst gjengrodde. - Restoration of semi-natural habitats should start in less overgrown areas. Foto/Photo: B. Bele /Bioforsk.



**Figur 2.** Restaureringsområder som fremdeles har innslag av den tradisjonelle kulturmarksfloraen, har et godt restaureringspotensial. - Still existing fragments of semi-natural vegetation make habitats easier to restore. Foto/Photo: B. Bele/Bioforsk.

sammenstilt i "Skjøtselsboka for kulturlandskap og gamle norske kulturmarker" (Norderhaug et al. 1999) som man nå kan finne på Direktoratet for naturforvaltnings hjemmesider. Kulturlandskapskjøtsel har imidlertid ikke noen lang tradisjon i Norge og det er fortsatt et stort behov for bedre kunnskap om effekten av ulike restaurerings- og skjøtseltiltak. I Bioforsk jobber vi med flere forskningsprosjekter innenfor dette området i tillegg til at vi utarbeider restaurerings- og forvaltningsplaner for verdifulle områder, overvåker slike områder når tiltakene kommer i gang, samt formidler kunnskap om restaurering og skjøtsel på mange forskjellige måter. Nedenfor gis det eksempler på noe av denne virksomheten.

### Hogst og rydding

Restaurering av områder som har begynt å gro igjen betyr ofte hogst og rydding. Her er det mange hensyn som må tas bl.a. når det gjelder tidspunkt, omfang og metodikk. Forsøk som vi har gjort i fjellbjørkeskog i seterområder i Valdres understreker hvor viktig det er at hogst og rydding følges opp med tilstrekkelig beitetrykk og at ryddemetode og størrelse på ryddet areal må tilpasses beitebehovet. Når beitetrykket er lavt bør en benytte "moderate" ryddemetoder dvs. at tynning kan gi bedre resultat enn fjerning av alle trær. Hogst frigjør mye næring som feltsjiktet kan tilgodegjøre seg, men hvis beitetrykket ikke er tilstrekkelig

i forhold til "beiteproduksjonen", vil ikke feltsjiktet utvikle seg på en god måte over tid. Forsøkene viser også at det er viktig at man ved restaurering tar hensyn til dyrenes beitevaner og rydder i områder som man vet blir brukt, ellers vil tiltakene ha liten hensikt og restaurerte arealer raskt gro igjen på nytt. Restaurering av områder der gjengroingen ikke har gått så langt, men feltsjiktet fortsatt er gras- og urterikt, gir fort godt resultat, men det er viktig at kvist og hogstavfall blir fjernet fordi feltsjiktet utvikler seg langsommere og beitedyrene vil ikke så gjerne beite der det ligger mye hogstavfall (Hansen et al. 2002 a).

Det har blitt stadig vanligere å bruke beitepusser for å rydde einer- og vierkratt og forbedre utmarksbeite. Forsøk med krattkusing i Valdres ga best resultat i områder med einer der det fortsatt fantes et sjikt av gras og urter under buskene. Vier vokste i fuktigere områder og fjerning av vierkratt ga ikke like attraktiv beitevegetasjon. Det samme gjelder fjerning av dvergbjørk som først og fremst vokste i mer næringsfattige områder. Forsøkene viste også at tidspunktet for restaurering har stor betydning for resultatet. Feltsjiktet blir lett skadet av maskinen hvis en gjennomfører restaureringstiltak for eksempel i regnperioder. Ved planlegging av krattkusing må man også ta hensyn til landskapsbildet og forekomst av kulturminner (Hansen et al. 2002 b).





**Figur 3.** Sauebeiting er fordelaktig like etter restaurering, fordi sauene gjerne beiter både problemarter og lauvtreoppslag. - Sheep may prevent problems with nitrogen favored species after restoration. Foto/Photo: B. Bele/Bioforsk.

### Problemarter

Ved restaurering av områder med osp og or, kan man få problemer med rotskudd etter hogst selv om man følger opp med godt beitetrykk. Forsøk som vi har gjort i Trøndelag viser at ringbarking kan være en metode som kan supplere beite ved slike problemer. Etter ringbarking må trærne stå i ca. 3 år før de fjernes.

Det er mange andre arter som også kan skape problemer ved restaurering. I Bioforsk har vi gjort forsøk med bekjempelse av bl.a. hundekjeks, bjørnkjeks, tinnved og rynkerose (Rosef & Bele 2007, Bele et al. 2008, Bele & Nilsen 2009, Fløistad et al. 2009). Forsøkene viser at det ofte er både arbeids- og tidskrevende å bekjempe disse artene mekanisk og at det kan trenge minst fire nedkappinger per sesong for at bekjempelsen skal få effekt. Hvis beitedyr kan supplere restaureringstiltakene, kan det være til god hjelp (med det forutsetter riktig valg av beitedyr).

### Restaurering av grasmarker og kystlynghei

Det er også gjennomført restaureringsforsøk med beite og slått i artsfattige grasmarker i Bioforsks regi. I et doktorgradsprosjekt ble restaureringseffektene av ulike beiteregimer på artsfattige sølvbunke-*Deschampsia cespitosa*-enger i Orkdal og Gaular sammenlignet (rotasjonsbeite og kontinuerlig beite, saubeite og storfebeite). Resultatene viser at det er vanskelig å restaurere



*I fjellet finnes mange gjengroende, men fortsatt artsrike utslåtter som lar seg restaurere. - In the Norwegian mountains it is still possible to restore abandoned, species-rich hay meadows. Foto/Photo: B. Bele/Bioforsk.*

slike gjengroende, artsfattige enger som har vært oppdyrket, og å oppnå en artssammensetning som er typisk for tilsvarende semi-naturlig eng. Både jordsmonnsforhold og mangel på frø fra frøbank og omgivelser kan være forklaringer på dette (Rosef 2004). Prosjektet er videreført i Gaular, men konklusjonen etter 10 år synes å være den samme (Thorvaldsen 2009). Sau er muligens noe mer effektiv ved bekjempelse av sølvbunke enn storfe.

Også forsøk med å gjenskape artsrike kantsoner i et intensivt dyrka jordbrukslandskap i Stjørdal, Nord-Trøndelag, viste seg å være vanskelig (Hovd 2006). Nyskapt kantsoner som ble slått hvert år ble kolonisert av flere nye plantearter, men de fleste artene var generalister eller trær. Innsåing av gras og urter som er typiske for semi-naturlig grasmark økte biomangfoldet i nye kantsoner, men på slik næringsrik jord som i undersøkelsesområdet, vil sannsynligvis disse konkurransesvake artene bli utkonkurrert igjen selv om restaureringsfasen følges opp av årlig skjøtsel.

I Bioforsk har vi etter hvert også erfaring og kunnskap om strølagets betydning ved restaurering. Et tykt strølag virker nega-

tivt på spiring (Hovstad 2007, Hovstad & Ohlson 2008). Det kan derfor være nødvendig å fjerne (rake bort) strølaget ved restaurering. Et tynt strølag vil imidlertid kunne ha positiv effekt fordi det reduserer vanntapet i spiresonen i tørre perioder. Ved restaurering av semi-naturlig grasmark kan derfor et tynt lag av frørikt høy fra artsrik grasmark være en god måte å "så" frø på i restaureringsmark.

Kystlynghei er en flere tusen år gammel kulturmark som har utviklet seg langs kysten gjennom helårsbeiting, lyngslått og brenning. Kystlynghei har stor betydning for vårt biologiske mangfold, men er i dag ansett som sterkt truet først og fremst på grunn av gjengroing. I et pågående forskningsprosjekt ser vi bl.a. på regenerering etter brenning langs en geografisk gradient (NFR-prosjekt 178209/110).

## Restaurerings- og skjøtselsplaner

I Bioforsk har vi utarbeidet mange restaurerings- og skjøtselsplaner for en rekke ulike kulturmarkstyper i ulike deler av landet (Bele et al. 2005, Bele & Norderhaug 2006, Bele 2009, Bär & Carlsen 2009, Svalheim 2007a, Svalheim 2009, Thorvaldsen 2008). Gjennom oppfølging av dem har vi fått mye samlet erfaring og kunnskap om effektene av ulike restaurerings- og skjøtselstiltak. Denne kunnskapen brukes videre bl.a. i større forvaltningsprosjekter som Arvesølvprosjektet (Svalheim 2007b) og handlingsplan for slåttemark (Norderhaug & Svalheim 2009). Arvesølvprosjektet setter fokus på behovet for faglig fundert, aktiv og målbevisst restaurering og skjøtsel av de mest verdifulle kulturmarkslokalitetene (A- og B-lokaliteter, dvs. lokaliteter med nasjonal og internasjonal verdi) som er registrert i Naturbase ([www.naturbase.no](http://www.naturbase.no)). Arbeidet skjer i nært samarbeid med grunneier samt lokal og regional forvaltning. Det pågår nå i fem fylker: Rogaland, Hordaland, Telemark og Agder-fylkene.

## Referanser

Bele, B. 2009. Oppfølging av restaurering og skjøtsel i Gaulosen naturreservat, Melhus, Sør-Trøndelag - Vegetasjonsanalyser og skjøtselsvurderinger 2003 og 2009. Bioforsk Rapport Vol. 4 Nr. 154.

Bele, B., Norderhaug, A., & Thingstad, P.G. 2005. Registrering av biologiske verdier på Rinnleiret og utkast til skjøtselsplan for Rinnleiret naturreservat, Levanger og Verdal kommuner, Nord-Trøndelag. Grønn kunnskap 9(120).

Bele, B. & Norderhaug, A. 2006. Effekter av restaureringstiltak i Rinnleiret naturreservat og videre anbefalinger. Bioforsk Rapport Vol. 1 Nr. 142.

Bele, B., Rosef, L., Sjørnsen, H. & Nilsen, L.S. 2008. Bjørnekjeks

- problematiske arter i kulturlandskapet. *Naturen* 5 (2008): 228-236.

Bele, B. & Nilsen, S. 2009. Slått av næringsrik veikant - effekter av ulike skjøtselstiltak på Fosen, Sør-Trøndelag. Sluttrapport. Bioforsk Rapport Vol. 4 Nr. 171.

Bär, A. & Carlsen, T. 2009. Skjøtselsplan for Tverrvassgården, Rana kommune. Bioforsk Rapport Vol. 4 Nr. 170.

Fløistad, I.S. & Nilsen, L.S. 2009. Bekjempelse av rynkerose (*Rosa rugosa*) - resultater fra 2009. Uprøving av metodikk (mekanisk og kjemisk) i Rinnleiret naturreservat og Ørin naturreservat i Levanger og Verdal, Nord-Trøndelag. Bioforsk Rapport Vol. 4 Nr. 144.

Hansen, S., Norderhaug, A. & Sickel, H. 2002a. Beitet i fjellbjørkeskogen. – *Buskap* 54(2): 18-20.

Hansen, S., Norderhaug, A. & Sickel, H. 2002b. Risknusing – et positivt tiltak i seterlandskapet? – *Buskap* 54(1):50-53.

Hovd, H. 2006. Field margins in central Norway – creation, management and flora. Dr. scient. thesis, University of Bergen.

Hovstad K.A. 2007. Seed dispersal and seedling establishment in semi-natural grasslands. PhD thesis, Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway.

Hovstad K.A. & Ohlson M. 2008. Physical and chemical effects of litter on seedling establishment in semi-natural grasslands. *Plant Ecology* 196: 251-260.

NFR-prosjekt 178209/110: Feral sheep in coastal heaths - developing a sustainable local industry in vulnerable cultural landscapes.

Rosef, L. 2004. Restoration of species poor grasslands – effects of different grazing regimes upon biodiversity and landscape diversity. Dr. scient. thesis. Grønn kunnskap 8(8): 1–43.

Rosef, L. & Bele, B. 2007. Hundekjeks - en problemart i kulturlandskapet. *Naturen* 2 (2007): 69-75.

Svalheim, E. 2007a. Skjøtselsplan for kulturavhengig biomangfold, Søm-Rauakerkilen naturreservat, Grimstad kommune, Aust-Agder. Bioforsk rapport, Vol. 2 Nr. 112.

Svalheim, E. 2007b. Biomangfold i kulturlandskapet - Arvesølvet på Agder. Rapport fra et forprosjekt. Bioforsk rapport Vol. 3 Nr. 47.

Svalheim, E. 2009. Skjøtselsplan for Bykle kyrkjebygd i Bykle kommune, Aust-Agder. Skjøtselsplan for kulturavhengig biomangfold med spesiell vekt på de verdifulle slåtteeengene. Bioforsk rapport Vol. 4 Nr. 75.

Thorvaldsen, P. 2008. Kulturlandskapet på hyllegarden Skageflå i Geiranger i Stranda kommune. Del I: Skjøtselsplan for tildelbare inmarksareal. Bioforsk Rapport 3(153).

Thorvaldsen, P. 2009. Landskapspleie med beitedyr. Restaurering av artsfattig kulturmark ved bruk av rotasjonsbeiting kontra kontinuerlig beiting av sau og storfe på Skilbrei i Gaular kommune, Sogn og Fjordane.

# Galdane i Lærdal kommune.

## Metodeopplegg for istandsetting og skjøtsel av kulturlandskapet

Ingvild Austad (ingvild.austad@hisf.no) og Leif Hauge

Høgskulen i Sogn og Fjordane, Seksjon for landskapsøkologi, Boks 133, 6851 Sogndal

### Galdane in Lærdal municipality. Methods for restoration and management of a cultural landscape

*Galdane is an old abandoned cotter's farm in Lærdal municipality. The farm was abandoned in 1947, and the cultural landscape was strongly threatened by disuse. The restoration also included restoration of different specialized buildings at the farm.*

*The area represents an old cultural landscape with a wide variety of man-made vegetation types. Managed vegetation types in combination with characteristic landscape elements such as terraces, stone walls, paths and ditches reflect a dynamic landscape with a wide range of variation. A detailed restoration and management plan was drawn up for the long term conservation of the cultural landscape. The objective for the plan was to preserve an example of the old pastoral landscape that was common in the inner fjord districts of Norway at the beginning of the last century. Another aim was to obtain general knowledge of the relationships between different types of management, characteristic landscape features and vegetation types. In addition, the restoration and management work gave practical experience with regard to useful techniques for the maintenance of valuable old cultural landscapes and man dependent vegetation types.*

*The restoration mostly included restoration of old hay meadows, pastures and pollarded trees (mostly elms). The results of the restoration work were as anticipated. On the hay meadows and previously tilled field, the nitrophilic species, in particular *Rubus idaeus* and *Urtica dioica*, have decreased. The areas have developed into grassdominated pastures. Both the old restored, and the young pollarded trees have developed satisfactorily.*

### Problemstilling og mål

Husmannsplassen Galdane var eit av dei fyrste kulturmiljøa som vart restaurert. Målet var å restaurere både bygningsmasse og kulturlandskap. Det vart utarbeidd to separate planar, men restaureringsprosjekta vart gjennomførte samstundes. Restaureringsarbeidet føregjekk kring 1985-87.

Målet var å restaurere kulturlandskapet på kulturhistorisk grunnlag, dvs. å nytte tradisjonelle driftsformer for å attende-

føre landskapet. Siktemålet var å oppretthalde, og auke mangfaldet i vegetasjonstypar og biotopar. Området skulle bli visuelt attraktivt og ha stor bereevne, dvs. tåle bruk. Kulturlandskapet skulle også oppretthaldast med minst moglege skjøtselstiltak.

Eit viktig mål var også å innhente erfaringar frå restaurering og skjøtsel av tilsvarande kulturlandskap.



**Figur. 1.** Husmannsplassen Galdane i Lærdal kommune, eit av dei aller fyrste områda i landet med restaurering av både kulturlandskap og bygningsmiljø. Dette er også eit prioritert område i den nasjonale registreringa av verdifulle kulturlandskap i frå 1994 (inngår i "midtre Lærdal"). - The cotter's farm at Galdane some years after restoration. This area was one of the first where both restoration of the buildings and the cultural landscape were carried out at the same time. Foto/Photo: L. Hauge.



### Kort prosjektbeskriving, lokalitet, hovudtilnærming, type data

Husmannsplassen Galdane ligg i Lærdal kommune. Den er skildra i historisk kjeldemateriale frå slutten av 1600-talet, men ein trur plassen er ein god del eldre. Fleire hundre års utnytting av naturgrunnlaget har resultert i kulturmarkstypar med lang kontinuitet. Plassen vart fråflytta i 1947.

Kulturhistoria til plassen var viktig grunnlagsmateriale for utarbeiding av restaurerings- og skjøtselsplan. I tillegg var også gamle fotografi, skisser og måleri viktig for restaurering av delområde.

Gjennom restaurering tok ein sikte på å attskape eit landskapsbilette frå ca. 1920. Dominerande artskombinasjonar danna utgangspunkt for inndeling av 10 ulike delområde. For kvart område vart vegetasjonen kartlagt. Faste prøveruter vart merka opp og detaljkartlagt for å kunne føre kontroll med dei påfølgjande endringane i vegetasjonen etter restaurering og skjøtsel. Det er ikkje gjennomført moderne numeriske analysar av datamaterialet.

### Prosjekt lengde

Registreringa og utarbeiding av planen vart gjennomført som eit Økoforsk-prosjekt frå 1984-1987. Restaureringa vart i hovudsak gjennomført i perioden 1985-1989. Etter dette har Lærdal kommune hatt ansvar for forvaltninga og har stort sett stelt området årleg sidan.

### Oppsummering av resultat

Restaureringstiltaka vart gjennomført i tråd med planframlegga. Nitrofil vegetasjon på enger, vesentleg dominert av bringebær (*Rubus idaeus*) og nesle (*Urtica dioica*) vart fjerna og etter kvart erstatta med engartar gjennom naturleg suksesjon. Suksesjonen gjekk gjennom ulike fasar over fleire år. Dei fyrste åra vart det stort innslag frå frøbanken av krusetistel (*Carduus crispus*) og så vegtistel (*Cirsium vulgare*). Etter kvart vart grasdominansen større, fyrst med kveke (*Elytrigia repens*), så hundegras (*Dactylis glomerata*) før dei tradisjonelle engartane inntok den tidlegare slåttemarka.

Tilbakeskjering av gamle almetre var vellukka. Trea vart attendeskorne til gamle styvingsspor og skaut med ein gong nytt greinverk. Styvingstre vart også forma av unge almar som hadde vakse opp i området. Dei fleste av desse utvikla seg som forventa, medan eit par døydde og turka ut etter få år.

På lenger sikt (20 år) har området på ny fått ein lysopen struktur med dominans av engvegetasjon. I perioden har sentrale område både blitt slått og beita, og styvingstrea har vore attendeskorne minst ei gong. Framtidig struktur er avhengig av framhald i innsatsen, utan skjøtsel ser ein at attgroinga på ny er eit trugsmål.

## Nytte

Restaureringa av Galdane var eit av dei fyrste kombinerte restaurerings- og skjøtelsesprosjekta i landet. Det har gitt ei rad erfaringar, i fyrste rekkje på resultat av manuelle (og økologiske) skjøtelsesmetodar. Erfaringar herifrå har vore nytta i fleire andre tilsvarande restaureringsprosjekt. Viktig har også erfaringane med etterbruk vore. Galdane har fått ein spesiell stilling i Lærdal kommune, og er mykje nytta både i kulturelle samanhengar og i friluftss- og reiselivssamheng.

Kvalitetane til Galdane har også vore sentrale i utvalet av kulturlandskap i Norge. Galdane inngår som eit sentralt område i "Midtre Lærdal" og er eitt av seks prioriterte kulturlandskap i Sogn og Fjordane i Nasjonal registrering av verdifulle kulturlandskap. Midtre Lærdal var også høgt prioritert i samband med utvalte kulturlandskap i 2009.

## Andre liknande prosjekt

Forfattarane har og gjennomført fleire andre tilsvarande prosjekt der skjøtsel av kulturlandskapet har stått i fokus. Det gjeld "Restaurering og skjøtsel av bjørkehage på Halabrekka, Lærdal kommune" (Austad et al. 1993, Hauge 1998a, b, Hauge & Austad 1988, 2008) og prosjekta "Kulturpåvirkete edelaluvskoger. Utprøving av et metodeopplegg for istandsetting og skjøtsel" (Austad et al. 1985, Austad & Skogen 1990), "Restaurering og skjøtsel av lauvenger" (Austad & Losvik 1998, Austad et al. 2003) og "Anvendelse av overskuddsmasse ved restaurering og skjøtsel av kulturmarker" (Austad et al. 2003, Braanaas 2009a, b) alle leia av Ingvild Austad.

## Publikasjonar

Austad, I., Braanaas, A. & Haltvik, M. (red.). 2003. Lauv som ressurs. Ny bruk av gammel kunnskap. Høgskulen i Sogn og Fjordane og Fylkesmannen i Sogn og Fjordane. HSF rapport nr. 4/03. s.1- 126.

Austad, I. & Hamre, L.N., Rydgren, K. & Norderhaug, A. 2003. Production in wooded hay meadows. Pp. 1091 – 1101 i: Tiezzi, E., Brebbia, C. A. & Usò, J.L. (red.): Ecosystems and sustainable development. Volume 2. Advances in Ecological Sciences 19. Wit Press.

Austad, I. & Hauge, L. 1987. Galdane i Lærdal kommune. Metodeopplegg for istandsetting og skjøtsel av kulturlandskapet. Økoforsk utredning 1987:4; 1-64.

Austad, I. & Hauge, L. 1989. Restoration and management of historical cultural landscapes - an important aspect of landscape ecology. Results from a cotter's farm in Lærdal, Western Norway. - *Landscape und Stadt* 21 (4), 148-157.

Austad, I., Hauge, L. & Helle, T. 1993. Kulturlandskap i Sogn og Fjordane. Bruk og vern. Sluttrapport. - Avd. for landskapsøkologi, Sogn og Fjordane DH. 54s.

Austad, I., Lea, B.O. & Skogen, A. 1985. Kulturpåvirkete edelaluvskoger. Utprøving av et metodeopplegg for istandsetting og skjøtsel. Økoforsk rapport 1985:01. s.1-56.

Austad, I. & Losvik, M. 1998. Changes in species composition following field and tree layer restoration and management in a wooded hay meadow. *Nord. J. Bot.* 18:641-662.

Austad, I. & Skogen, A. 1990. Restoration of a deciduous woodland in Western Norway formerly used for fodder production: effects on tree canopy and field layer. *Vegetatio* 88:1-20.

Braanaas, A. 2009a. Tradisjonsrik alm i full prakt.s. 16-17 i *Økologisk landbruk*, nr. 3.

Braanaas, A. 2009b. Nye metodar gir lauvet auka verdi. s. 18 i *Økologisk landbruk*, nr. 3.

Direktoratet for naturforvaltning 1994. Verdifulle kulturlandskap i Norge. Meir enn bare landskap. Del 4. Sluttrapport frå det sentrale utvalget.

Hauge, L. 1988. Galdane, Western Norway. Management and restoration of the cultural landscape. In Birks, H., Birks, H.J., Kalande, P.E., and Moe, D. (Eds): *The cultural landscape, past, present and future.* Cambridge Univ. Press. 31-45.

Hauge, L. 1998a. Restoration and management of a birch grove in inner Sogn formerly used for fodder production. - *Norsk geogr. Tidsskr.* Vol. 52, 65-78.

Hauge, L. 1998b. Kulturhistoriske undersøkelser på Halabrekka, Øvrevoll i Lærdal kommune. HSF Rapport NR 3/98. Avdeling for Naturfag. 49s.

Hauge, L. & Austad, I. 1988. Modellområde for grunneigarsamarbeid. Kulturlandskap i Sogn og Fjordane, bruk og vern. Rapport 1. -Sogn og Fjordane DH Skr. 1988:4. 99s.

Hauge, L. & Austad, I. 1989. Kulturlandskap og kulturmarkstypar i Lærdal kommune. Rapport 4. -Sogn og Fjordane DH Skr. 1989:5. 136s.

Hauge, L & Austad, I. 1991. Vegetasjon og kulturmarkstypar ved Borgund stavkyrkje. Registrering, vurdering av verneverdi og framlegg til skjøtselstiltak. Avd. for landskapsøkologi, Sogn og Fjordane DH. 23 s. Upubl.

Hauge, L. & Austad, I. 2008. Supplerande kartlegging av biologisk mangfald i jordbrukets kulturlandskap, inn- og utmark, i Sogn og Fjordane. DN-utredning 2008-6.





## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

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

### **NINA Temahefte**

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

### **NINA Fakta**

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

### **Annen publisering**

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



ISSN: 0804-421X  
ISBN: 978-82-426-2137-5

## Norsk institutt for naturforskning NINA

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: 9500 37 687

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

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger