

# Hjerkinn PRO

## Overvåking av pilotområder for tilbakeføring av terrenginngrep

Dagmar Hagen





Norsk institutt for naturforskning

Hjerkinn PRO

Overvåking av pilotområder for tilbakeføring av  
terrenginngrep

Dagmar Hagen

## NINA publikasjoner

### NINA utgir følgende faste publikasjoner:

#### NINA Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

#### NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utrednings-prosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, års-rapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

#### NINA Project Report

Serien presenterer resultater fra instituttets prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

#### NINA Temahefte

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

#### NINA Fakta

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINAs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

I tillegg publiserer NINA-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Referanse inn her:

Hagen, D. 2004. Hjerkin PRO. Overvåking av pilotområder for tilbakeføring av terrenginngrep. - NINA Oppdragsmelding 864. 26 s.

Trondheim, februar 2005

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1548-9

Rettighetshaver ©:

Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Ansvarlig kvalitetssikrer:

Inga E. Bruteig

Forskningsjef, NINA

Opplag: elektronisk

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

N-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefax: 73 80 14 01

<http://www.nina.no>

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 1688000

Ansvarlig signatur:

Inga E. Bruteig

Forskningsjef

Oppdragsgiver:

Forsvarsbygg

## Referat

Hjerkinn skytefelt på Dovrefjell skal legges ned og Stortinget har vedtatt at området skal tilbakeføres på en måte som gir betydelig miljøgevinst. Det ble i 2002 gjennomført et pilotprosjekt på tilbakeføring der 1,3 km veg ble fjernet og ulike metoder for vegetasjonsetablering ble gjennomført. Det er satt i gang overvåking av landskap, vegetasjon og jord i pilotområdene. Denne rapporten beskriver hvordan overvåking er etablert, status etter første datainnsamling og plan for videre overvåking i pilotområdene. Framtidig overvåkingsprogram for storskala tilbakeføring er kort omtalt.

Jordprøvene fra pilotområdene har svært lavt innhold av organisk materiale og tilgjengelig nitrogen. Dyrking av frøbankprøver samlet i pilotområdene i forbindelse med anleggsfasen, ga kun to spirende frøplanter. Det var delvis kraftig mosevekst i frøbankprøvene.

Det ble etablert 65 fastmerka ruter (0,25m<sup>2</sup>) for overvåking av vegetasjonsetablering i pilotområdene. Det er registrert 38 karplantearter i fastrutene i 2004. Mange arter finnes kun som enkeltindivider i et lite antall ruter. Kun 10 arter er registrert i mer enn 10 ruter, og den aller vanligste arten er sauesvingel (*Festuca ovina*). Høgste antall arter per rute er 11, men de fleste rutene har 2-3 arter. I fire av rutene er det ingen vegetasjon. De fleste rutene har liten % vegetasjonsdekning, og oftest dekker enkeltarter ≤1% av rutearealet. Eneste art som oppnår >50% dekning er tilsådd rødsvingel (*F. rubra*) som ble brukt som behandling i noen av rutene.

Ruter der det kun er foretatt jordbearbeiding, og kombinasjon med gjødsling, har flest arter per rute. Ruter der det er sådd ut rødsvingel har svært høy dekning, men få arter.

Flere ruter er fullstendig uten vegetasjon to år etter at vegene ble fjerna, og dette gjelder særlig ruter der overflategrusen ikke ble fjernet, men blanda inn i den nye overflata. Vegetasjonstuer som ble flyttet fra omkringliggende områder var i svært varierende kondisjon året etter flytting, men har etter to år tydelig bedret kondisjon. Overlevelsen av tuene er god, og mange av plantene er i vekst.

Allerede umiddelbart etter fjerning av vegene var det er merkbart redusert visuelt inntrykk av inngrepene. Den visuelle forbedringen har fortsatt i de to påfølgende årene, spesielt har fargeforskjellene på inngrep og omkringliggende vegetasjon minket.

### Emneord:

frøbank, Hjerkinn PRO, jord, landskap, overvåking, restaurering, vegetasjonsetablering

Dagmar Hagen

Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim

E-post: Dagmar.Hagen@nina.no

## Abstract

Hjerkinn Firing Range on Dovre Mountain will be closed down, and there are political instructions to restore the area in a way that entails considerable profit for the nature. In 2002 a Pilot study was conducted, and 1.3 km of road were restored and different methods for revegetation were tested. A monitoring programme including soil, vegetation and landscape has been established. This report describes the actual establishment of the monitoring programme, status at the first registration and plan for further monitoring. A future programme for the large scale restoration is discussed in brief.

Soil samples from the study sites have very low organic content and available nitrogen. Only two seedlings emerged from the soil seed bank samples, however most samples got a vigorous bryophyte cover during the greenhouse period.

In total 65 permanent plots (0.25m<sup>2</sup>) for monitoring of vegetation development was established. 38 vascular plant species were recorded in the permanent plots in 2004. Most species only occur as single individuals in a small number of plots. Only ten species were observed in more than 10 plots, and the most common species is *Festuca rubra*. Highest number of species in one plot is 11, however most plots have two or three species. Four plots have no vegetation at all. Most plots have low vegetation cover, and in most cases a single species cover less than 1% of the plot area. Only the seeded *F. rubra* have more than 50% cover in any plot. Most species are reported in plots that received only surface treatment, or surface treatment in combination with fertilizer. Plots seeded with commercial *F. rubra* have high % coverage but very few species. All plots with no vegetation have got the same treatment; original road gravel mixed into the new surface.

Transplanted vegetation mats were used to improve landscape and vegetation qualities. The transplants were in bad condition during the first summer season, but their condition had clearly improved the second year.

Technical restoration carried out in 2002 fulfilled the aesthetical goals expressed for the area. An immediate effect was observed the first summer, and during the two following year the differences in colour between the restored areas and the surroundings have further dwindled.

### Key-words:

Hjerkinn PRO, landscape, monitoring, restoration, soil seed bank, vegetation establishment

Dagmar Hagen

Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, 7485 Trondheim

E-mail: Dagmar.Hagen @nina.no

## Forord

I forbindelse med tilbakeføring av Hjerkinns skytefelt til sivile formål (HjerkinnsPRO) ble det gjennomført Pilotprosjekt med tilbakeføring av 1,3 km veg i 2002. Denne rapporten beskriver etablering av overvåking for vegetasjon, jord og landskap i disse pilotområdene.

Innsamling av frøbankprøver ble gjort i forbindelse med gjennomføringen av selve Pilotprosjektet sommeren 2002. Frøbankprøvene ble dyrket i veksthuset ved Ringve botaniske hage, Vitenskapsmuseet, NTNU. Dyrking av frøbank ble gjennomført som egeninnsats mens Hagen var ansatt ved NTNU i 2003-2004. Jordprøvene ble samlet i forbindelse med annet feltarbeid på Hjerkinns sommeren 2003, og ble analysert av Nordnorsk kompetansesenter, Holt.

Etablering og analyse av fastruter ble gjennomført i juli og august 2004, innenfor rammen av NINA-prosjektet "Pilotovervåking - HjerkinnsPRO". Oppdragsgiver har vært Forsvarsbygg, med prosjektleder Odd-Erik Martinsen som kontaktperson. Alt feltarbeid, bearbeiding av data og rapportering er gjort av Dagmar Hagen. Bodil Wilmann har lagt alle vegetasjonsdata inn i Access database.

Trondheim, februar 2005

Dagmar Hagen

# INNHold

Referat.....	3
Abstract .....	4
Forord .....	5
<b>1. INNLEDNING .....</b>	<b>7</b>
1.1 Tilbakeføring av Hjerkinnskytefelt og Pilotprosjektet .....	7
1.2 Overvåking av tilbakeføringen i Hjerkinnskytefelt .....	7
1.3 Overvåking i Pilotområdene .....	8
<b>2 METODE .....</b>	<b>9</b>
2.1 Pilotområdene .....	9
2.2 Restaureringstiltak .....	10
2.3 Jordprøveanalyser .....	11
2.4 Spiring av frøbank .....	12
2.5 Vegetasjonsetablering .....	13
2.6 Landskapsvurderinger .....	14
2.7 Statistisk bearbeiding og nomenklatur .....	14
<b>3 RESULTAT .....</b>	<b>15</b>
3.1 Jord .....	15
3.2 Frøbank .....	16
3.3 Vegetasjon .....	17
3.4 Landskap .....	20
<b>4 DISKUSJON .....</b>	<b>21</b>
4.1 Status i pilotområdene etter to vekstsesonger .....	21
4.2 Feilkilder og mangler .....	23
4.3 Videre overvåking av pilotområdene .....	23
<b>5 OVERVÅKINGSPROGRAM FOR STORSKALA TILBAKEFØRING I Hjerkinnskytefeltet .....</b>	<b>25</b>
<b>6 LITTERATUR .....</b>	<b>26</b>



# 1. INNLEDNING

## 1.1 Tilbakeføring av Hjerkinnskytefelt og Pilotprosjektet

Hjerkinnskytefelt på Dovrefjell skal avvikles i løpet av perioden 2005-2008, som del av Stortingets vedtak om etablering av et nytt skytefelt på Østlandet (Anon 1998-99). Tilbakeføring av skytefeltet til sivile formål skal gjennomføres på en slik måte at man får en betydelig naturverngvinst, og de arealene som skal innlemmes i framtidige verneområder skal tilbakeføres til en mest mulig opprinnelig naturtilstand. Hjerkinnskytefeltet er betegnelsen på prosjektet i Forsvarsbygg som har ansvar for å ta seg av nødvendig arbeid med tilbakeføring av Hjerkinnskytefeltet til sivile formål, i henhold til Stortingetsvedtaket.

Målet med restaureringstiltakene i inngrepene i skytefeltet er å tilrettelegge for naturlig gjenvekst. Ulike inngrep og ulike områder krever individuell vurdering av tiltak for at gjenveksten skal bli optimal. Tidsaspektet ved restaureringstiltakene skal vurderes, men ikke være styrende for valg av tiltak eller metode.

Det ble i 2002 etablert et pilotprosjekt i Hjerkinnskytefeltet for spesielt å se på tilbakeføring og restaurering av veger (Kjos et al. 2003). Dette er en svært omfattende inngrepstype i skytefeltet, og det finnes lite erfaring med tilbakeføring av akkurat denne type inngrep fra tidligere forskningsaktivitet i området (jfr. vurderinger i Hagen (2003)). Målet med pilotprosjektet var å skape et mest mulig realistisk bilde av hvordan storskala tilbakeføring av veger kan gjennomføres etter avviklinga av skytefeltet fra 2005. Erfaringene og resultatene fra Pilotprosjektet skulle gjøre det enklere å konkretisere og eksemplifisere framtidige muligheter og begrensninger ved tilbakeføring og restaurering av vegnett.

Pilotprosjektet besto i å fjerne tre vegstrekninger på totalt 1,3 km. Alle vegene var i lågalpin vegetasjonsregion (Moen 1998), på flatt terreng og med intakt vegetasjon langs begge sider. Vegstrekningene ble plukket ut i samarbeid med Skytefeltadministrasjonen på Hjerkinnskytefeltet. De utvalgte vegstrekningene representerer ikke den verste type veg med tanke på tilbakeføring, men er typisk for denne delen av skytefeltet. Tekniske, sikkerhetsmessige, økonomiske, biologiske og landskapsmessige vurderinger var sentrale i planlegging, gjennomføring og evaluering av pilotprosjektet.

## 1.2 Overvåking av tilbakeføringen i Hjerkinnskytefeltet

Tap av naturområder og trusler mot biologisk mangfold er det tradisjonelle utgangspunktet for norske overvåkingsprosjekter. Det eksisterer et nasjonalt overvåkingsprogram, Terrestrisk naturovervåking (TOV) som har som formål å avdekke endringer i biologisk mangfold og om mulig si noe om årsakene til disse endringene (Direktoratet for naturforvaltning 1997).

Overvåkinga av tilbakeføring av Hjerkinnskytefeltet vil delvis ha motsatt innfallsvinkel ettersom det her etterstrebes endringer i natur. Metodikk og kunnskap fra eksisterende overvåkingsprogrammer (som Bakkestuen 2000, Framstad et al. 2003) vil like fullt være det naturlige utgangspunktet. Valg av indikatorer og parametre for overvåking gjøres med utgangspunkt i målet for tilbakeføringa.

Det unike med et overvåkingsprogram for tilbakeføring av Hjerkinnskytefeltet er at det starter på et 0-nivå (= stans i militær bruk), og følger området og økosystemet gjennom en periode med omstilling og tilbakeføring mot vedtatt nivå. Både av hensyn til framdrift og måloppnåelse i prosjektet, men også av rent faglige årsaker, er det vesentlig at det blir etablert et overvåkingsprogram som er på plass når den storskala tilbakeføringa tar til.

Et overvåkingsprogram på Hjerkinnskytefeltet må ha som formål å fange opp:

- effekter av restaureringstiltak
- endringer som kommer som resultat av endret bruk

### 1.3 Overvåking i Pilotområdene

Etablering av system og rutiner for overvåking i Pilotprosjektet vil være første steg i utvikling av et overvåkingsprogram i hele Hjerkinns PRO. Flere av temaforeningene som er gjennomført i Hjerkinns PRO skisserer framtidige overvåkingsprogram, og overvåkingen i pilotområdene tar utgangspunkt i det som omtales her (Hagen 2003a, Reitan et al. 2003).

Målet med overvåking av pilotområdene:

1. Evaluere kortsiktig og langsiktig effekt av de ulike restaureringstiltakene.
2. Utvikle metodikk som kan utnyttes videre i overvåking etter den storskala tilbakeføringa.
3. Framskaffe data og kompetanse som kan komme til nytte ved tilsvarende storskala restaureringsprosjekter i framtida (nasjonalt og internasjonalt).

Det må velges et opplegg for overvåking som sikrer et representativt mål på endringer, samtidig som det er så detaljert at alle viktige endringer blir oppdaget. Overvåkingen bør derfor inkludere både en ekstensiv del (som dekker større areal, dvs. hele områdene i pilotprosjektet) og en intensiv del (flere parametre i færre områder, dvs. fastruter og punktprøver innen utvalgte forsøksfelt i pilotprosjektet).

Denne rapporten beskriver etablering av et system og rutiner for overvåking i pilotområdene, samt status i de tilbakeførte områdene etter to vekstsesonger. I tillegg skisseres opplegg for storskala overvåkingsprogram.

## 2 METODE

### 2.1 Pilotområdene

Vegene som ble valgt ut for tilbakeføring i pilotprosjektet ligger stort sett i terrenget, dvs. de var bygd ved at vegmasse ble lagt direkte oppå opprinnelig overflate. Det var dermed mulig å grave seg ned til den opprinnelige overflata, der det fremdeles kunne være noe organisk materiale til stede. Alderen på vegene var litt usikker, men de var trolig +/- 20 år.

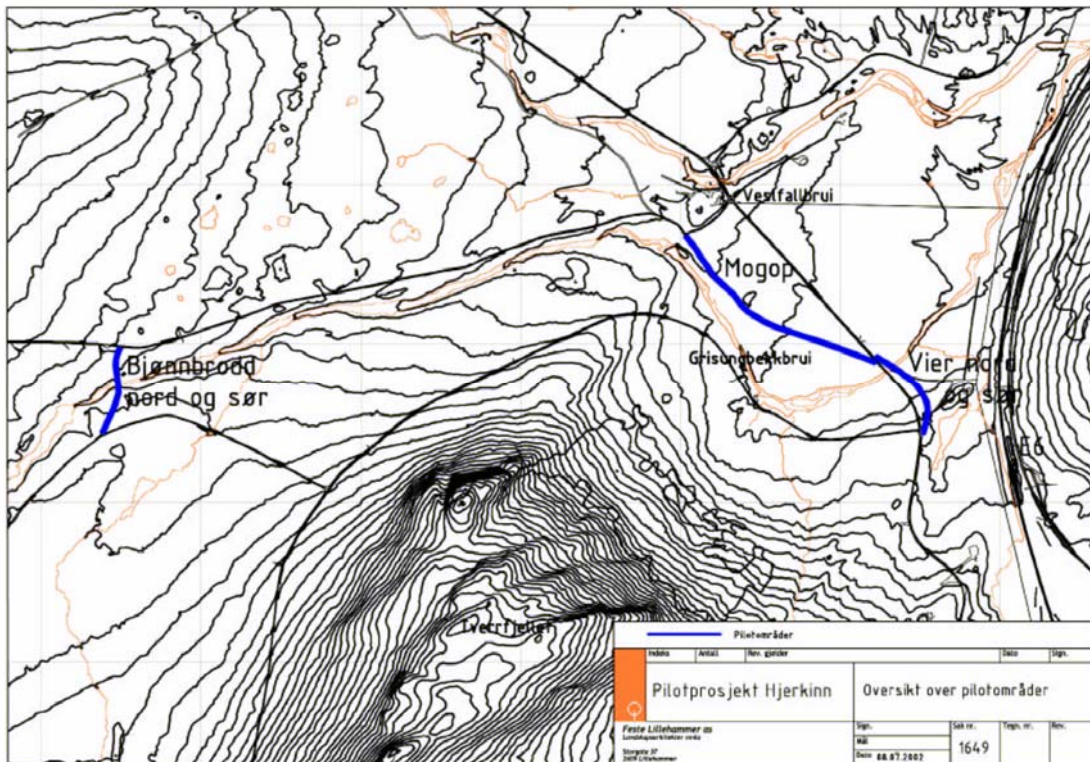
De tre tilbakeførte vegstrekningene ble i Pilotprosjektet kalt Vier (V), Mogop (M) og Bjønnbrodd (B), oppkalt etter plantearter som er vanlige i de respektive områdene (Figur 1).

1. Vier: Et markert kjørespor på ca. 200 m som krysset Grisungbekken ved Grisungbekkbrua. Deler av sporet var forsterket med grus så det ga inntrykk av å være veg. Sporet/vegen lå på terreng, og gikk både flatt og noe hellende gjennom et fuktdrag med vier og opp til lynghei.
2. Mogop: En vegstrekning på ca. 700 m som tok av fra Snøheimvegen og gikk innover mot Rollstadsætervegen. Veggen lå i et homogent og flatt terreng med lavvokst lyng- og dvergbjørkdominert hei.
3. Bjønnbrodd: Dette var egentlig to strekninger på til sammen ca. 400 m som gikk ned mot Grisungbekken fra hver sin kant. Bjønnbrodd-nord gikk fra Rollstadsætervegen ned til bekken. Veggen krysset ei myr, gikk gjennom ei viereng og opp mot en rabbe. Bjønnbrodd-sør gikk fra veggen mot HFK-sletta ned til bekken. Veggen gikk stort sett gjennom kortvokst lyng- og dvergbjørkdominert hei, men med noe ulik eksponering.

Vegene ble tilbakeført i perioden juli - august 2002 ved at overskuddsmasse i vegbanen ble fjernet ned til opprinnelig overflate. Den opprinnelige overflata var svært komprimert, og den ble løst ved at gravemaskingrabben forsiktig ble plassert ca. 30 cm djupt og overliggende masser forsiktig løftet, men ikke omrørt. Denne løsningen økte volumet på massene, og vatn og luft kunne trenge inn i jorda. Dermed kunne jordøkologiske prosesser starte opp igjen.

All eksisterende vegetasjon langs vegstrekningene ble behandlet skånsomt. Der eksisterende vegetasjon ble berørt i forbindelse med landskapsforming ble den flekket av og mellomlagret i vegbanen, og seinere lagt på igjen. Glidende overganger mellom gammel vegbane og omkringliggende terreng ble tilstrebet (Feste 2003), og noe flytting av vegetasjonsmatter var nødvendig for å oppfylle dette målet.

Valg av revegeteringsmetoder er foreslått med utgangspunkt i økologiske forhold langs de enkelte vegstrekningene, som kvaliteten på jorda i opprinnelige overflate, topografi, vanntilgang og omkringliggende vegetasjon (Hagen 2003a). I tillegg var praktiske og tekniske forhold med i vurdering av metodevalg.



**Figur 1**

De tre tilbakeførte vegstrekningene i Pilotprosjektet er kalt Mogop, Vier og Bjønnbrodd, og alle ligger i lågalpin vegetasjonsregion i sørøstlige del av Hjerkindalen skytefelt.

## 2.2 Restaureringstiltak

Nedenfor følger en kort beskrivelse av de revegeteringsmetodene som ble brukt i pilotprosjektet (Tabell 1). Systematisk gjennomgang av økologisk bakgrunn, erfaringer og vurdering av enkeltmetoder finnes i tidligere rapporter (Hagen 2003a, Kjos et al. 2003).

Vegetasjonen som var lagt til side ved terrengutbedring ble aktivt brukt under tilbakeføringen. I overgangen mellom inngrep og omkringliggende vegetasjon og som mosaikk ute i den gamle vegbanen ble det lagt på tuer av vegetasjon. I noen tilfelle ble det også hentet inn tuer eller busker fra omkringliggende vegetasjon. Det ble laget klare retningslinjer for hvordan dette skulle foregå, og i hvilke vegetasjonstyper dette kunne tillates. Det ble ikke tatt tuer fra tørr lyngvegetasjon eller fra områder med helling. Tuene var mindre enn 1 m<sup>2</sup>, og de ble ikke tatt tettere enn 10 m. Slike tuer av vegetasjon ble kalt *transplanter*, og de forventes å bli viktige startpunkter for naturlig etablering av vegetasjon ute i de tilbakeførte områdene fordi de:

- fanger opp frø og fragmenter som flyr med vinden
- utgjør et gunstig mikroklima med mindre vind og mer fuktighet enn ei overflate uten vegetasjon
- plantene i den transplanterte tua vil vokse og etter hvert dekke et større areal
- produserer frø og nye planter

I alle vegene ble det lagt ut et system av ulike behandlinger (for kartskisser se Kjos et al. 2003). På bakgrunn av dette er det plukket ut områder og behandlinger som tilsvarer faglige krav til utvalg og statistisk behandling av overvåkingsdata. En oversikt over alle felt med koder, behandling og hvordan de er brukt i overvåking står i Tabell 2.

Stedegen sauesvingel (*Festuca ovina*) er under produksjon innenfor prosjektet Hjerkindalen PRO. Dette frøet blir først tilgjengelig etter 2005. I mangel på stedegent frø fikk Pilotprosjektet dispensasjon fra Fylkesmannen i Oppland til å bruke kommersielt frø. Det ble brukt ei spesial-

blanding av rødsvingel (*Festuca rubra*) fra Felleskjøpet, som besto av sortene Olivia, Wilma, Koket og Leik.

**Tabell 1:**

*Oversikt over metoder for vegetasjonsetablering brukt i pilotstudien.*

Navn	Kode	Beskrivelse
Jordbearbeiding	J	Opprinnelig overflate er løsnet, og det er satt inn spredte transplanter av stedegen vegetasjon. Dette er grunnlagsbehandlingen i alle feltene. Koden J betyr at det er kun dette som er gjort.
Gjødsel	JG	I tillegg til J er området gjødslet med 20 kg kommersiell fullgjødse per mål.
Alginat, frø og gjødsel	AFG	I tillegg til J er området tilført ei blanding av torvstrø, alginatbindemiddel, vatn, 10 kg frø og 20 kg fullgjødse per mål.
Cellulose, frø og gjødsel	CFG	I tillegg til J er området tilført ei blanding av cellulose, vatn, 10 kg frø og 20 kg fullgjødse per mål.
Jordbearbeiding med subbus	JS	J er gjennomført uten av overflatesjiktet med subbus (gruvegrus brukt som stabiliserende overflategrus i vegbanen) er fjerna.
Alginat, frø og gjødsel med subbus	AFGS	J og AFG er gjennomført uten at subbus er fjerna.



*Pilotområde Bjønnbrodd fotografert sommeren 2003, et år etter tilbakeføringa. Det er lagt vekt på å gjenskape mosaikk og naturlige former, og det er gjennomført ulike tiltak for vegetasjonsetablering.*

## 2.3 Jordprøveanalyser

Det ble samlet inn 40 jordprøver 02.10.2003 som umiddelbart ble sendt til Nordnorsk kompetansesenter, Holt, for analyse. Hver jordprøve var på ca ½ liter. Det ble analysert 32 jordprøver for pH og glødetap. Disse prøvene er tatt i 8 prøvefelt med fire replikater i hvert (Tabell 3). Måling av glødetap består i å brenne av den organiske delen av jordprøven. Ved å veie før og etter brenning får man mål på organisk innhold (som % av tørrvekt). I tillegg ble det analysert 8 samleprøver (hver bestående av fire delprøver) for tilgjengelig nitrogen (Kjeldahl-N) (Tabell 3).

**Tabell 2**

Oversikt over alle forsøksfeltene i Pilotprosjektet, fordelt på områder og behandlinger. Et utvalg av feltene er brukt i den intensive overvåkingen, angitt med dato for innsamling eller registrering i tabellen. Kode for behandling (revegeteringsmetode) er angitt for de rutene der det er lagt ut fastruter.

Lokalitet	Feltkode	Behandling	Behandl.-kode	Fastruter	Jord-prøver	Frøbank
Bjønbrodd S	Bjønbrodd I	Tilsådd + alginat	AFG	13.09.04	02.10.03	09.08.02
Bjønbrodd S	Bjønbrodd II	Gjødsla	JG	13.09.04		
Bjønbrodd S	Bjønbrodd III	Kun jordbearb. + transpl.	J	13.09.04	02.10.03	
Bjønbrodd S	Bjønbrodd IV	Kun jordbearb + transpl				
Bjønbrodd N	Bjønbrodd V	Tilført masse + transpl.				
Bjønbrodd N	Bjønbrodd VI(øvre)	Kun jordbearbeiding	J	13.09.04	02.10.03	
Bjønbrodd N	Bjønbrodd VII	Cellulose + tilsådd	CFG	13.09.04	02.10.03	
Mogop	Mogop I	Gjødsla	JG	13.09.04	02.10.03	09.08.02
Mogop	Mogop IIa	Subbus + jordbearb	JS	13.09.04	02.10.03	
Mogop	Mogop IIb	Subbus + tilsådd + alginat	AFGS	13.09.04		
Mogop	Mogop III	Tilsådd + alginat	AFG	13.09.04	02.10.03	
Mogop	Mogop IV	Kun jordbearb + transpl				
Mogop	Mogop V	Gjødsla				
Mogop	Mogop VI	Kun jordbearb. + transpl.	J	13.09.04	02.10.03	
Mogop	Mogop VII	Kun jordbearb. + transpl.				
Vier	Vier I	Tilsådd + alginat	AFG	13.09.04		
Vier	Vier IIa	Kun jordbearb. + transpl.				
Vier	Vier IIb	Gjødsla				
Vier	Vier III	Gjødsla	JG	13.09.04		
Vier	Vier IV	Tilført masse + transpl.				
Vier	Vier V	Kun jordbearb. + transpl.	J	13.09.04		
Vier	Vier VI	Subbus + jordbearb	JS	13.09.04		

**Tabell 3**

Oversikt over innsamla jordprøver for analyse av glødetap, pH og tilgjengelig nitrogen.

Nr.	Område	Behandling	Koding Kjeldahl-N	Koding glødetap, pH
1	Bjønbrodd N	CFG	N1	1 a, b, c, d
2	Bjønbrodd N	J	N2	2 a, b, c, d
3	Bjønbrodd S	AFG	N3	3 a, b, c, d
4	Bjønbrodd S	J	N4	4 a, b, c, d
5	Mogop	JG	N5	5 a, b, c, d
6	Mogop	J	N6	6 a, b, c, d
7	Mogop	AFG	N7	7 a, b, c, d
8	Mogop	JS	N8	8 a, b, c, d

## 2.4 Spiring av frøbank

Totalt 60 jordprøver ble samlet inn i Mogop, Bjønbrodd (sør) og Bjønbrodd (nord) 09.08.2002 for spiring av eventuell frøbank. Prøvene ble samla inn 2-3 dager etter at toppmassen ble fjernet i områdene. En eventuell frøbank i prøvene stammer dermed med rimelig sikkerhet fra opprinnelig overflate før vegen ble anlagt. Prøvene er samla i opprinnelig overflate langs vegtraséen, med minimum 3 meter avstand til sideterreng. Det var ikke satt i verk revegeteringstiltak på det tidspunktet frøbankprøvene ble samlet inn.

For hvert av de tre områdene er det samla 20 jordprøver systematisk i et område på ca. 70 x 10 m. Hver prøve består av jord samla i to former, hver med diameter 7 cm og dybde 2 cm, som er slått sammen til en prøve. Prøvene ble oppbevart i fryser fram til 27. januar 2004. Da ble de langsomt tinet og lagt til spiring. Prøvene ble lagt i et tynt lag oppå steril plantejord (ugrasfri torvjord) i aluminiumsformer med hull i bunnen. Prøvene ble satt i veksthus ved 22°C, dusjet ved oppstart og holdt kontinuerlig fuktige. De første 6 ukene sto prøvene i lys, deretter to uker under mørk plast. Prøvene ble omrørt etter 3 og 6 uker. Det ble registrert spiring av



moser i alle prøvene, og dekning i hver aluminiumsboks ble oppsummert etter 6 uker, før andre omrøring. Det ble brukt en tregradig skala for å kvantifisere mosedekning: 1-lite (0-20% dekning), 2- middels (20-ca 60% dekning), 3- mye (ca. 60-100% dekning).

Forsøket ble avsluttet etter 8 uker i veksthus, pga lite spiring. Alle formene ble deretter satt utendørs gjennom hele sommeren, dekket med agrylduk.

## 2.5 Vegetasjonsetablering

Det er lagt ut 65 fastmerka ruter à 0,5x0,5m<sup>2</sup>, fordelt på 13 felter i de tre områdene (Tabell 2). Det er lagt vekt på å dekke de samme revegeteringsmetodene i alle områdene for å kunne sammenlikne både mellom behandlinger og mellom områder, og for dermed å få større antall ruter per behandling.

I hvert felt er det lagt ut fem ruter tilfeldig innenfor et område på ca. 5m x 30m. Rutene er orientert i nord/sør-retning og merket med stålrør i alle fire hjørner. Ruter som havnet i en transplant eller hvor en stein dekket mer enn 40 % av ruta ble forkastet, og det ble trukket ei ny tilfeldig rute. Ved sørøstre hjørne av hver rute er det slått ned en trepinne der en id-kode er skrevet med tusj. Noen av rutene er foreløpig merket med spinkle pinner, og neste år bør alle rutene få tilstrekkelig robuste trepinner. For å sikre langsiktig merking må koden preges på ei metallplate som skrues fast til trepinnene ved alle rutene. Dette er merking på nivå med det som gjøres i det nasjonale overvåkingsprogrammet TOV (Framstad et al. 2003). Alle rutene er koordinatfestet vha. GPS.

Hver rute (0,25m<sup>2</sup>) ble delt i 16 småruter for vegetasjonsanalyse med smårutefrekvens. Små-rute 1 er den som ligger i nordvestre hjørne av ruta. I hver av smårutene er forekomst/ fravær av alle karplanter og lav registrert, samt moser som gruppe (velutviklede skudd av bjørnemose (*Polytrichum* sp.) er bestemt til art). Det tidlige suksesjonstrinnet gjør artsbestemmelse av moser til en nesten umulig oppgave pga. svært små og sterile skudd.

Smårutefrekvens får fram et uttrykk for mengde, i forhold til hvor spredt arten finnes i ruta. Dersom en art finnes i mange småruter, men har liten dekning betyr det at det er mange små individer eller enkeltskudd av arten rundt omkring i ruta, og at arten trolig kan ha et potensiale for å øke i dekning fram mot neste registrering. En art som finnes i få småruter, men har høy dekning finnes oftest som et stort individ som dekker noen av smårutene fullstendig. Smårutefrekvens på 16 betyr at arten er registrert i hver av de 16 smårutene. Frekvens kan også beregnes som gjennomsnitt for de fem rutene som ligger i samme felt.

I tillegg er det notert dekningsgrad (%) for hver karplanteart, lavarter, samt moser som gruppe i alle rutene. For karplanter og moser er fertilitet angitt på tregradig skala (1 - et fertilt individ/skudd, 2 - en del fertile skudd, 3 - arter opptre stort sett med bare fertile skudd i hele ruta). Hensikten med å registrere fertilitet er å angi hvor mye frø arten potensielt bidrar med i ruta. Total dekning (%) for hver av artsgruppene og for dødt plantemateriale (eks. tørrgras) er også registrert.

I tillegg til rene vegetasjonsobservasjoner er det gjort følgende registreringer i alle rutene:

- avstand og retning fra ruta til nærmeste transplant
- antall transplanter nærmere enn tre meter
- dominerende arter i nærmeste transplant
- korteste avstand og retning til intakt vegetasjon
- beitepåvirkning i ruta (1- beite har forekommet i beskjeden grad, 2 - tydelig beitepåvirkning, 3 - hele ruta nedbeita), og funn av ekskrementer
- mekaniske skader i ruta (type skade og omfang: 1 - skade observert, 2 - skade som tydelig påvirker overflata, 3 - hele ruta har kraftig mekanisk skade i overflata)
- angivelse av tørkeskader, soppangrep eller plantesykdommer som kan påvirke vegetasjon eller vegetasjonsutvikling

Tilstand på transplantene som er flyttet fra nærområdene er vurdert.

## 2.6 Landskapsvurderinger

Landskapsperspektivet for tilbakeføring hadde som mål å gjenskape opprinnelige terrengformer og fjerne skarpe linjer som markerer inngrep. En rekke prinsipper ble fulgt for å nå dette målet, som gjenskaping av opprinnelige drag i terrenget, åpning av opprinnelige vannveger, arrondering av inngrep i overflata så de glir naturlig over i eksisterende terreng, fyller igjen større skjæringer og fyllinger og forsiktig håndtering av sideterreng så ingen nye skader oppstår (flere detaljer i Kjos et al. 2003).

Det eksisterer vertikale flyfoto fra alle områdene i målestokk 1:15000 fra 1996. Dette representerer "før-situasjonen" på en tilfredsstillende måte. Alle områdene ble fotografert fra bakken før tilbakeføring, og det ble etablert faste fotopunkter 1. juli 2002. Umiddelbart etter den tekniske gjennomføringen ble områdene fotografert på nytt 5. september 2002. Fotografering fra fastpunktene er også gjennomført 25.06.2003 og 16.08.2004. I forbindelse med fotografering er det gjort en visuell vurdering med utgangspunkt i målet for landskapsperspektivet i prosjektet.

## 2.7 Statistisk bearbeiding og nomenklatur

For å sammenlikne jordparametre mellom to områder ble det brukt en paret t-test. Envegs ANOVA, GLM, ble brukt til å teste forskjeller mellom områder og behandlinger, og for å teste forskjeller i organisk innhold i jord fra ulike behandlinger (Zar 1996). Tukeys post hoc test ble brukt for å undersøke forskjeller mellom par av områder og behandlinger ved signifikant ANOVA. Der forutsetningene for parametriske testing ikke var oppfylt ble Kruskal-Wallis ikke-parametriske test for flere uavhengige samples brukt for å teste forskjeller mellom ulike områder og behandlinger, og Mann-Whitney U-test ble brukt for påfølgende testing av parvise forskjeller (Zar 1996). For å teste sammenhengen mellom dekning, forholdet til omkringliggende vegetasjon, transplanter av stedegen vegetasjon og artsantall ble det gjort ikke-parametriske korrelasjonstester (Spearman-rank) mellom alle par av variable. All statistisk bearbeiding ble gjennomført i programmet SPSS versjon 12.0.2 for Windows (SPSS 1999).

Navnsetting følger Lid & Lid (1994) for karplanter, Frisvoll et al. (1995) for moser og Krog et al. (1994) for lav.



### 3 RESULTAT

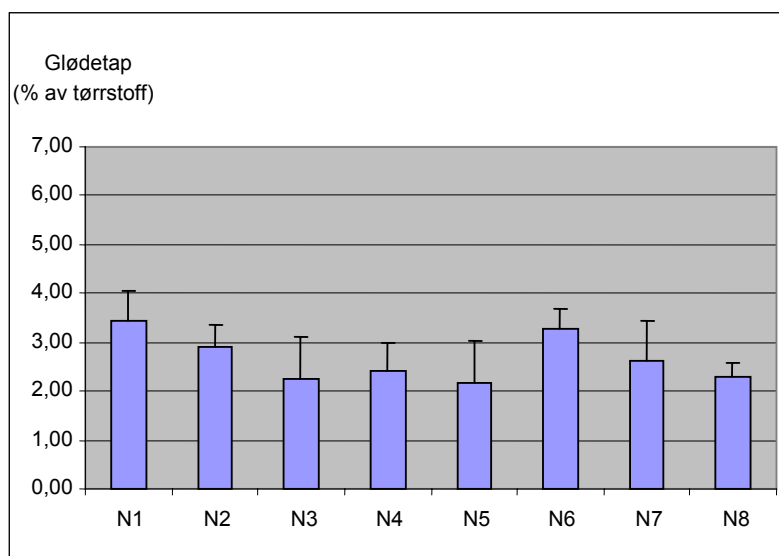
Resultatene som presenteres i denne rapporten er en statusbeskrivelse to år etter gjennomførte tiltak. På dette tidspunktet har vegetasjonsetablering kommet i gang i noen av feltene, men er fremdeles på et svært tidlig stadium. Først etter neste overvåkingsrunde er det mulig å si noe om utviklingstrender gjennom å sammenlikne resultatene fra to analysetidspunkter.

#### 3.1 Jord

Organisk innhold i alle jordprøvene varierer mellom 1,3 % og 4,1 % (Figur 2), og dette er svært lavt. Det er ikke forskjell i glødetap mellom de to områdene som er undersøkt (t-test;  $p=0,598$ ). Det er heller ikke forskjell i glødetap mellom de ulike behandlingene (ANOVA;  $F=2,77$ ;  $p=0,47$ ).

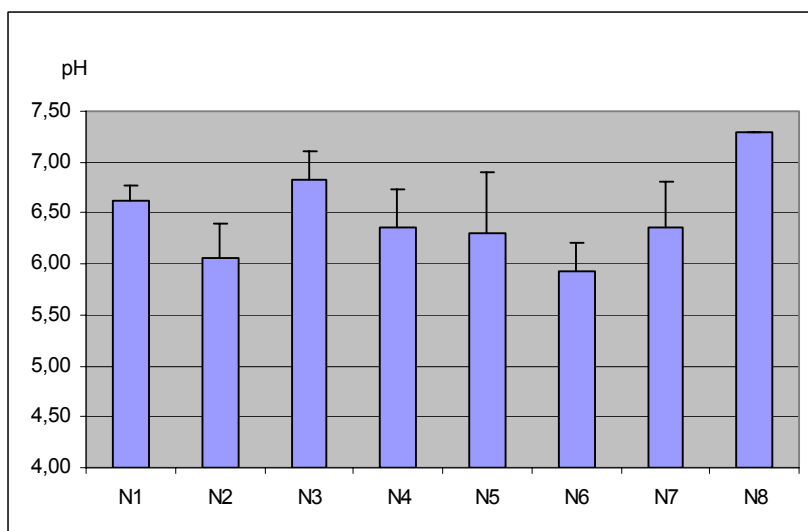
Fattige lausmasser dominerer i denne delen av skytefeltet. Det er ikke forskjell i pH mellom de to områdene som er undersøkt (t-test;  $p=0,974$ ). Behandling JS i område Mogop har  $pH = 7,3$ , og dette er signifikant høyere enn for de andre feltene (ANOVA;  $F=8,073$ ,  $p<0,001$ ). Her ble ikke toppdekket (gruvegrus = subbus) fjerna ved tilbakeføringa, men blandet inn i opprinnelig overflate, og innholdet i gruvegrusen har høyere pH enn annen grus i området. For alle de andre feltene ligger pH godt under 7 (Figur 3).

Kjeldahl-N viser svært lave nitrogenverdier i alle prøvene (fra  $<0,05 - 0,1\%$ ), dvs. ned mot eller under deteksjonsgrensa (Figur 4). Det er en klar korrelasjon mellom glødetap og nitrogeninnhold ( $r=0,81$ ).

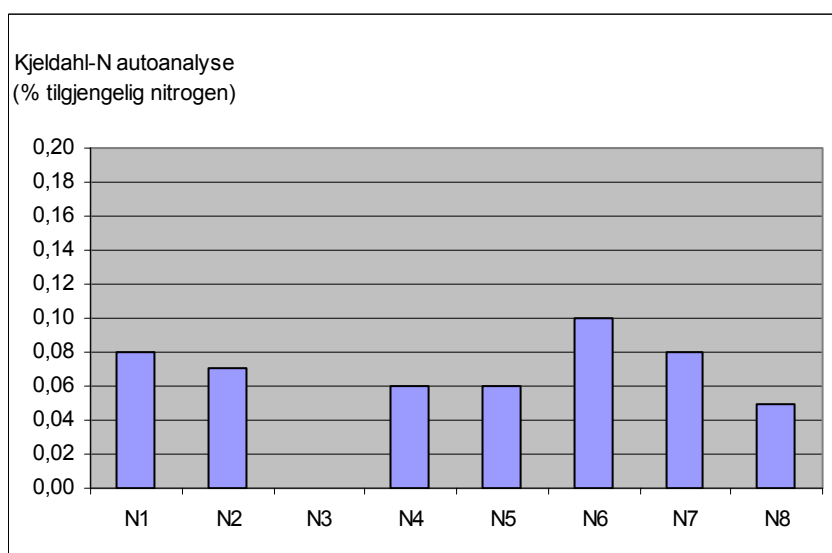


**Figur 2**

Glødetap (% av tørrstoff) i jordprøver samlet i åtte forskjellige felter fra Pilotprosjektet. Søylene angir gjennomsnittverdier for fire prøver og SD. Kobling mellom nummerering av områder og behandling er beskrevet i Tabell 3.

**Figur 3**

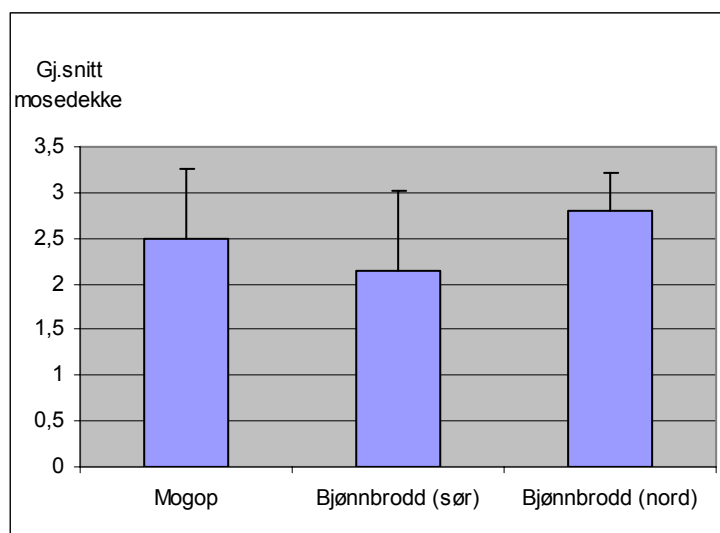
*pH i jordprøver samlet i åtte forskjellige felter fra Pilotprosjektet. Søylene angir gjennomsnittverdier for fire prøver og SD. N8 har samme pH i alle prøvene, og derfor SD=0. Kobling mellom nummerering av områder og behandling er beskrevet i Tabell 3.*

**Figur 4**

*Tilgjengelig nitrogen (Kjeldahl-N) i åtte forskjellige felter fra Pilotprosjektet. Søylene angir verdi for ei måling gjennomført på en samleprøve som besto av fire del-prøver. Verdien for N3 var under deteksjonsgrensa. Kobling mellom nummerering av områder og behandling er beskrevet i Tabell 3.*

## 3.2 Frøbank

Det ble kun observert to frøplanter i løpet av det 8 uker lange spireforsøket. Det ble heller ikke registrert flere frøplanter i løpet av den lange perioden utendørs. Den ene frøplanten spirte etter 7 dager. Dette var en tofrøbladet plante som døde før den kunne artsbestemmes. Den andre spirte etter 6 uker, og var en enfrøbladet plante, trolig en fryt (*Luzula* sp.).



**Figur 5**

Mosedekning i frøbankprøver etter 6 uker i veksthus ved 22°C. Søylen angir gjennomsnittsverdier for 20 prøver og SD. Dekning er målt på en grov tredelt skala der 1 er minst dekning og 3 er mest (se forklaring på skalaen i teksten).

Generelt vokste det mye mose i prøvene fra alle områdene (Figur 5). Det er ikke gjort systematisk forsøk på å artsbestemme mosearter i prøvene ettersom moseskuddene var svært små og sterile. Kildegrøftmose (*Dicranella palustris*) og sølvvrangmose (*Bryum argentum*) er med sikkerhet påvist i prøvene (T. Prestø pers.medd.).

### 3.3 Vegetasjon

#### Artsmangfold

Det er registrert totalt 38 karplantearter i fastrutene. Av disse er 8 registrert i kun ei rute og 7 er registrert i to ruter. Totalt 10 karplantearter er registrert i mer enn fem ruter (Tabell 4). Den vanligste art er sauesvingel (*Festuca ovina*) som er registrert i 36 av de 65 rutene. Rødsvingel (*Festuca rubra*) som er sådd ut som kommersiell frøblanding er registrert i 25 ruter, og dette utgjør alle analyserte ruter som har fått denne behandlingen. Enheten "moser" er brukt i registreringene, og dette regnes som én art selv om det kan være flere mosearter til stede. Moser er registrert i 49 av rutene, og to lavarter og to sopper er registrert i ei rute hver.

Antall arter varierer mellom områdene (ANOVA;  $F = 11,342$ ;  $p < 0,001$ ). Område Vier har flest arter i rutene, mens det ikke er signifikante forskjeller mellom Bjønnbrodd og Mogop. Det er også signifikant effekt av behandling på artsantall (ANOVA;  $F = 23,864$ ;  $p < 0,001$ ). Behandlingen med færrest arter er JS (jordbearbeiding der subbus ikke er fjerna). I disse feltene er det nesten ingen vegetasjon, og dermed få arter. Ruter tilsådd med kommersielle frø har generelt få arter (Figur 7).

Maksimalt antall arter per rute er 11, og det ble registrert i tre ruter. Alle disse rutene ligger i felt Vier III, behandling J (overflatebehandling og transplanter av stedegen vegetasjon). Dette feltet er det fuktigste av alle i undersøkelsen, og det var en del vegetasjon til stede her allerede umiddelbart etter anleggsarbeidet. De fleste rutene har to eller tre arter (Figur 6). I fire ruter er det ingen arter. Tre av disse ligger i felt Vier VI og en i felt Mogop IIa, og alle har fått behandling JS (overflatebehandling uten at subbus er fjerna).

**Tabell 4:**

Oversikt over hvordan artene fordeler seg på ruter. Oversikten omfatter alle taxa i undersøkelsen, og viser hvor mange fastruter hvert taxa er registrert i, av totalt 65 ruter. Noen individer er så små at de foreløpig ikke lar seg artsbestemme i rutene.

Norsk navn	Latinsk navn	Antall ruter
Moser	Bryophyta	48
Sauesvingel	<i>Festuca ovina</i>	36
Rødsvingel (kommersiell)	<i>Festuca rubra</i> (comm.)	25
Sølvbunke	<i>Deschampsia cespitosa</i>	19
Rødsvingel	<i>Festuca rubra</i>	17
Vier-art	<i>Salix</i> sp.	12
Åkersnelle	<i>Equisetum arvense</i>	10
Markfrytle	<i>Luzula multiflora</i>	8
Fjellrapp	<i>Poa alpina</i>	8
Harerug	<i>Bistorta vivipara</i>	7
Einer-bjørnemoser	<i>Polytrichum juniperinum</i>	7
Reinmjelt	<i>Oxytropis lapponica</i>	6
Snøsøte	<i>Gentiana nivalis</i>	5
Ryllik	<i>Achillea millefolium</i>	4
Kattefot	<i>Antennaria dioica</i>	4
Fjellarve	<i>Cerastium alpinum</i>	4
Fjelløyentrøst	<i>Euphrasia frigida</i>	4
Finnmarkssiv	<i>Juncus arcticus</i>	4
Dvergbjørk	<i>Betula nana</i>	3
Seterarve	<i>Sagina</i> cf. <i>saginooides</i>	3
Grønnvier	<i>Salix phylicifolia</i>	3
Kvein-art	<i>Agrostis</i> sp.	2
Sopp	Fungi	2
Aksfrytle	<i>Luzula spicata</i>	2
Fjelltjæreblom	<i>Lychnis alpina</i>	2
Rabbekjørne-mose	<i>Polytrichum piliferum</i>	2
Flekkmure	<i>Potentilla cranzii</i>	2
Fjellnøkleblom	<i>Primula scandinavica</i>	2
Sølvvier	<i>Salix</i> cf. <i>glauca</i>	2
Gullris	<i>Solidago virgaurea</i>	2
Marikåpe-art	<i>Alchemilla</i> sp.	1
Blåklokke	<i>Campanula rotundifolia</i>	1
Nellikfamilien	Caryophyllaceae sp.	1
Gulskinn	<i>Cetraria nivalis</i>	1
Geitrams	cf. <i>Epilobium angustifolium</i>	1
Lys reinlav	<i>Cladonia arbuscula</i>	1
Krokodillemoser	<i>Conocephalum conicum</i>	1
Følblom	<i>Leotodon autumnalis</i>	1
Frytle-art	<i>Luzula</i> sp.	1
Grasart	Poaceae sp.	1
Småsyre	<i>Rumex acetosella</i>	1

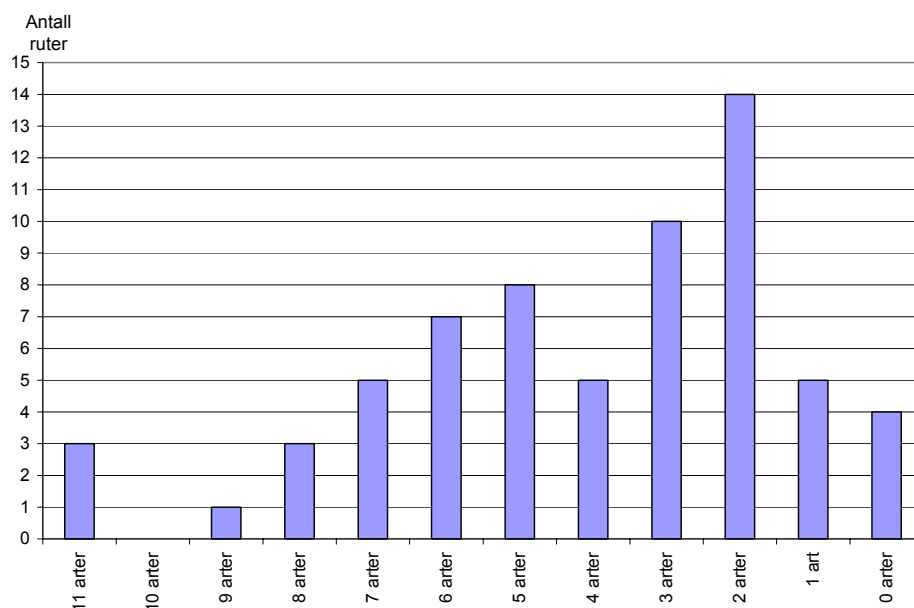
**Dekning**

Det er totalt 270 artsobservasjoner fordelt på de 65 rutene. For 143 av disse observasjonene har artene 1% eller mindre dekning i ruta. Kun fire observasjoner er på over 50% dekning, og dette gjelder i alle tilfellene utsådd rødsvingel (*Festuca rubra*).

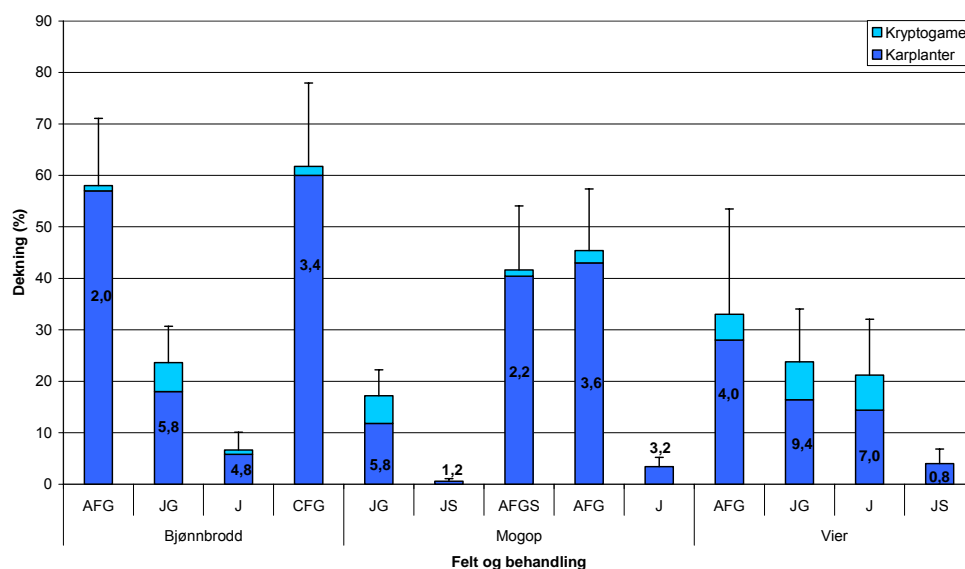
Ingen av de naturlig forekommende artene har gjennomsnitt smårutefrekvens over 10 for noen av feltene. De aller fleste artene finnes som enkeltstående, svært små individer i et lite antall småruter. Tilsådd rødsvingel (*F. rubra*) har opp mot frekvens 16 i alle rutene der den er sådd ut. Sølvbunke og sauesvingel (*Deschampsia cespitosa* og *Festuca ovina*) har gjennomsnitt frekvens mellom 5 og 10 i to felter hver.

Hvilket område ruta ligger i er i seg selv ikke av signifikant betydning for total plantedekning i denne undersøkelsen (Kruskal Wallis;  $p=0,092$ ). Det er svært stor variasjon i dekning mellom rutene innen hvert område. Gjennomsnitt vegetasjonsdekning per rute er 25%, men varierer fra 0 til 80%.

Revegeteringsmetode har signifikant betydning for dekning i denne registreringen (Kruskal-Wallis,  $p<0,001$ ). De tilsådde rutene (AFG/CFG/AFGS) skiller seg ut med signifikant høgere dekning enn de andre behandlingene ( $p<0,001$ ) (Figur 7), mens rutene som kun er jordbearbeidet (J) og der subbus ikke er fjernet (JS) har lavest dekning.



**Figur 6:**  
Artsmangfold i de 65 rutene, framstilt som antall ruter som inneholder et bestemt antall arter.



**Figur 7:**  
Total dekning av levende vegetasjon i alle fastrutemerka behandlinger, angitt som gjennomsnitt av fem ruter og SD. Andel karplanter og kryptogamer (moser, lav og sopp) er angitt i søylene. Antall arter per rute (gjennomsnitt av fem ruter) er lagt inn på hver søyle. Behandlingskoder er beskrevet i tabell 1.

### Transplanter

Vegetasjonen i transplantene, spesielt vier og dvergbjørk, var preget av tørke og var i generell dårlig kondisjon gjennom vekstsesongen 2003. Kondisjonen var tydelig bedret i 2004. De klart mest vanlige artene i transplantene var grønnvier, sølvbunke og sauesvingel (*Salix phylicifolia*, *Deschampsia cespitosa* og *Festuca ovina*), som dominerer i nærmeste transplant for mer enn 30 av rutene. Også dvergbjørk og sølvvier (*Betula nana* og *Salix glauca*) dominerer i mange av transplantene.

### **Sammenhengen mellom ulike rute- og miljøobservasjoner**

Det er ingen signifikant korrelasjon mellom dekning og antall arter per behandling ( $r = 0,07$ ,  $p = 0,58$ ). Rutene som bare er jordbearbeidet, og eventuelt gjødslet, har størst artsantall (behandling JG, J), mens de tilsådde rutene gjennomgående har svært få arter (behandling AFG, CFG, AFGS) (Figur 7). Den mest interessante signifikante observasjonen i dette tallmaterialet er den positive korrelasjonen mellom dekning av karplanter og avstand til intakt vegetasjon ( $r = 0,261$ ,  $p < 0,05$ ). Videre undersøkelser av eventuelle årsakssammenhenger vil være viktig i framtidige overvåkingsrunder.

## **3.4 Landskap**

Den umiddelbare effekten av landskapstilpasning var svært god ut fra målsettinga med prosjektet (Kjos et al. 2003). Inngrepene har klart redusert synbarhet i landskapet. Områdene skiller seg fra omgivelsene gjennom et noe gråere inntrykk, særlig i 2003. I 2004 var det fremdeles mulig å se denne fargeforskjellen, men den var mindre tydelig. Tilstanden var sommeren 2004 slik at de fleste personer som ikke kjenner prosjektet trolig vil passere områdene uten å legge merke til at det har gått veg her.

## 4 DISKUSJON

### 4.1 Status i pilotområdene etter to vekstsesonger

#### Jord

Lave nitrogenverdier i jordprøvene er forventet ut fra det lave innholdet av organisk materiale. Tilgjengelig nitrogen er et mål på mikrobiell aktivitet og stoffomsetning i jorda. Lave verdier av nitrogen er det normale i høyfjellsøkosystemer (Crawford 1997). Det kan forventes høyere verdier av glødetap og nitrogen gjennom gjenvekstperioden, ettersom mengden av vegetasjon og strøfall på overflata øker.

Det bør gjennomføres tilsvarende jordanalyser med jevne mellomrom i årene framover for å følge utviklingen av jordsmonn og sammenhenger mellom vegetasjonsetablering og jordsmonn i løpet av gjenvekstperioden. Det vil være naturlig å synkronisere frøbank- og jordprøveanalysene i tid. Dette vil effektivisere feltarbeid, analyse og rapportering, samt øke den faglige verdien av å se disse datasettene i sammenheng.

#### Frøbank

Resultatet viser at det i minimal grad, eller kanskje ikke i det hele tatt, eksisterer en levende frøbank i den opprinnelige overflata i pilotområdene. De to registrerte spirene i undersøkelsen kan være spor av frøbank, men det kan heller ikke avskrives at disse to frøene har kommet inn i løpet av de dagene området var blottlagt. Ferske frø av frytle er forventet å spire innen 2-3 uker (Hagen 2002), og den svært lange spiretida observert i dette forsøket tyder på at dette kan ha vært et gammelt frø. Det finnes opplysninger om at frø er som har ligget i jorda kan være spiredyktige, selv etter flere tiår i frøbank, særlig i kaldt klima (McGraw et al. 1991, Priestley 1986). Faktorer som påvirker forekomsten av spiredyktige frø kan være opprinnelig forekomst av frøbank i området, trykket og kompresjonen som vegen har påført overflata, artssammensetning i opprinnelig vegetasjon og levetida til frø av tilstedeværende arter.

Det kraftige veksten av mosesporer kan komme fra sporer som har overlevd i jorda, sporer som landet i feltene i de få dagene mellom blottlegging og innsamling av jordprøvene eller sporene kan ha kommet mens prøvene sto i veksthuset. Begge de to identifiserte artene er vanlige i studieområdet. Fordelingen av mosevekst og tildekkingen av boksene under hele veksthusperioden tyder på at sporene i hovedsak har vært med inn fra studieområdet.

Det bør gjøres en ny frøbankstudie (diasporestudie) i løpet av 1-2 år for å se hvor mye frø og fragmenter som har inntatt området i løpet av de første årene etter at den opprinnelige overflata ble blottlagt. Referanseprøver av frøbank fra omkringliggende vegetasjon må inkluderes ved neste dyrking. Det bør deretter gjøres en frøbankstudie omtrent hvert 5. år for å se på sammenhengen mellom videre vegetasjonsutvikling og frøbank. Dette vil gi et grunnlag for å predikere videre vegetasjonsutvikling etter restaurering av inngrep, og vil i tillegg utgjøre et unikt datasett for beskrivelse av naturlig tilvekst og vegetasjonsetablering i fjellet.

#### Vegetasjon

Anleggsarbeidet i Pilotprosjektet foregikk på slutten av en svært tørr vekstsesong (2002). August var ikke optimalt tidspunkt for flytting av vegetasjon, og er nok hovedgrunnen til transplantenes dårlige kondisjon i 2003. Sommeren 2003 var også periodevis svært tørr. Den kraftige jordklumpen på transplantene var tydeligvis tilstrekkelig til at plantene overlevde til tross for tørken. Sommeren 2004 var plantene kommet seg etter flyttinga, ser ut til å ta opp tilstrekkelig vann og er i vekst. Sesongen 2004 hadde normale nedbørsforhold. En stor jordklump ser ut til å være svært viktig for overlevelse av transplantene. Størrelsen på transplantene må vurderes mot størrelsen på inngrepet som oppstår dersom transplantene skal hentes fra omkringliggende vegetasjon.

Det er som forventet få arter og lite dekning i de aller fleste fastrutene så kort tid etter tilbakeføringa. Noen av plantene som ble registrert i rutene har kommet inn som små eller middels store fragmenter i forbindelse med tilbakeføringa. Noen arter har kommet inn etter tilbakeføringa, og disse er fremdeles svært små og i tidlig etableringsfase. Det forventes høy dødelighet blant disse småplantene de kommende vekstsesongene (Cooper et al. 2004), men samti-

dig vil nye planter etablere seg. Over tid kan vi forvente en sakte økning av arter og dekning i rutene.

Den tilsådde rødsvingelen har etablert seg svært bra i alle ruter der den er tilført. I området Vier var det svært rask etablering første året (2003), men i 2004 ble det registrert mye dødt gras i ruta. Trolig har grasindividene et kraftig levende rotsystem, og vil vokse videre i årene som kommer. I alle tilsådde ruter er det liten forekomst av stedeagne arter sammenliknet med ikke tilsådde ruter, og det virker som om graset hemmer etablering av andre arter. Det er viktig å følge framtidig overlevelse og vitalitet i de tilsådde rutene, samt nøye følge etableringsraten av stedeagne arter sammenliknet med ikke tilsådde ruter.

Blant lokalt forekommende arter i rutene er det gras som dominerer, spesielt sauesvingel og sølvbunke. Sauesvingel er en typisk pionerplante i denne type inngrep, og klarer å etablere seg raskt på tørt og også på grovt substrat. Dette er også en art som vil klare seg gjennom suksesjonen, og kan forventes å forbli i rutene. Sølvbunke er opprinnelig en innført art i fjellområdene, og etablerer seg raskt og villig etter inngrep der jorda har noe finstoff og ikke er altfor tørr. Småplanter av vier er også registrert i en god del ruter. En del av disse har trolig kommet inn som fragmenter av røtter eller kvister, og er kjent for å formere seg villig vegetativt (Hagen 2003b). Frø fra vier spirer rett etter spredning, og danner ikke frøbank, så noen av småplantene kan derfor komme fra frø i nærområdet. Det er også en del urter i rutene, som gullris (*Solidago virgaurea*), snøsøte (*Gentiana nivalis*) og harerug (*Bistorta vivipara*). Alle artene som er registrert i rutene er svært vanlige arter i området. I alpine økosystem er det ofte slik at arter som finnes tidlig i suksesjonsforløpet, ikke blir erstattet med andre, men vil også inngå i framtidig vegetasjon (Forbes et al. 2001, Svoboda & Henry 1987). De tilsådde rutene har gjennomgående svært få arter (Figur 7), noe som trolig skyldes at den tette og kraftige bestanden av tilsådd rødsvingel har hemmet etablering av andre arter.

Omrøring i overflata øker stoffomsetningen i jord. Dette frigjør næringsstoffer som nitrogen, som generelt er en naturlig minimumsfaktor i fjelløkosystem. I tillegg økes tilgangen på vatn og luft som resultat av omrøringa. Til tross for at det er svært lite nitrogen i feltene (Figur 4) har graving trolig bidratt til å frigjøre nitrogen og til at gras og moser kan etablere seg. Det forventede forløpet ved gjengroing av inngrep der det er noe finstoff og noe tilgjengelig nitrogen er en dominans av gras de aller første åra, etterfulgt av en periode med mye moser.

Det forventes at ruter som ligger nær intakt vegetasjon vil få størst tilførsel av frø og diasporer, og dermed raskere etablering av ny vegetasjon. Foreløpig er det for tidlig å si om det er denne effekten vi ser i dette datamaterialet gjennom positiv korrelasjon mellom karplanter og avstand til intakt vegetasjon, men dette er en sammenheng det er viktig å følge med på i seinere registreringer.

Gjødsla ruter har flere arter enn de andre behandlingene. Det er for tidlig å si om det er en årsakssammenheng mellom resultat og behandling, eller om resultatet skyldes andre forhold i disse rutene. Etter neste registrering vil det være mulig å sammenlikne rutene med hverandre, og da kan det være mulig å diskutere årsaker og sammenhenger.

Den behandlinga som skiller seg ut med minst vegetasjon er felter der det kun er gjennomført overflatebehandling, men subbus ikke er fjerna (JS). Alle de fire rutene i registreringen som er helt uten vegetasjon har fått denne behandlinga. Jordprøver fra et av disse feltene (N8 i Figur 2 og 4) viser blant de laveste verdiene for glødetap og tilgjengelig nitrogen i undersøkelsen, men verdiene er ikke ekstremt lave i forhold til jordprøver fra de andre feltene. Det er viktig å følge utviklingen for behandling JS i forhold til andre metoder de nærmeste årene, ettersom dette kan gi viktige faglige innspill til valg av metoder ved storskala tilbakeføring.

## Landskap

De tydeligste endringene på landskapsnivå var den umiddelbare visuelle effekten av den tekniske tilbakeføringa. Gjennom den første og delvis den andre vekstsesongen har områdene hatt et noe gråere preg enn omgivelsene, primært fordi det har vært svært tørt. Fargeforskjellen har vært størst midt på sommeren, men var mindre framtrædende i 2004 enn i 2003. Det forventes ikke tydelige endringer på landskapsnivå i de enkelte områdene i åra som kommer, foruten muligens en ytterligere normalisering av farge i forhold til omgivelsene.



Det er svært viktig å fortsette fotopunktregistreringene og evaluering i forhold til målsetting på landskapsnivå. Pilotprosjektet beskriver kun tilbakeføring av mindre vegstrekninger i et stort landskap med svært mange inngrep. I en slik situasjon er det lett å illustrere den positive effekten ved å sammenlikne med gjenværende inngrep. Dette kan bli en større utfordring i den endelige tilbakeføringa, når alle inngrepene i et område skal fjernes, og resultatet i større grad vil bli sammenliknet med omkringliggende intakt natur.

## 4.2 Feilkilder og mangler

Det er viktig å presisere at betegnelsen 0-nivå for tilbakeføring beskriver et tidspunkt (tidspunkt for teknisk tilbakeføring = august 2002), og ikke en total vegetasjonsløs tilstand.

- a) I noen av rutene har det vært noe vegetasjon til stede helt starten, i form av fragmenter eller små tuer som har havnet her i forbindelse med overflatebehandlingen. Dette er en feilkilde i forhold til å analysere og beskrive naturlig gjenvækt i fjellet reint teoretisk fra et nullnivå helt uten vegetasjon. Registreringene er likevel gyldige med hensyn på beskrivelse av gjenvækt etter start-tidspunktet (0-nivå) slik det er definert her.
- b) Det gikk to vekstsesonger fra tilbakeføring til første registrering av vegetasjon i fastrutene. Ideelt sett skulle overvåkingsrutene vært lagt ut høsten 2002, men av ulike årsaker var ikke dette mulig. I dette fjellområde vil det foregå svært begrenset nyetablering av vegetasjon innen en periode på to år, og dette vil på sikt ha marginal betydning for å beskrive gjenvækt og forskjeller mellom behandlinger og områder.

Ved framtidige registreringer vil sammenlikninger mellom samme rute ved forskjellige registreringstidspunkter bli viktig for å beskrive vegetasjonsutvikling og forskjeller mellom behandlinger og områder.

Det er fremdeles noen oppgaver som gjenstår før etablering av overvåking for pilotområdene er gjennomført. Det må legges ut referanseruter i omkringliggende vegetasjon, som blir analysert med samme metodikk som rutene i pilotområdene. Merkingen av fastruter er foreløpig ikke på tilfredsstillende nivå med tanke på en langsiktig overvåking. Det bør snarest festes metallplater med nummer på kraftige merkepinner ved hver fastrute. Alle fastrutene må fotograferes etter metodikk utviklet i TOV (Framstad et al. 2003). Fastrute-fotografering bør gjenntas med en del års mellomrom, og kan supplere fastrute-registreringene for å beskrive vegetasjonsutvikling.

## 4.3 Videre overvåking av pilotområdene

Etablering av overvåkingsparametre og innsamling av data i pilotområdene er basert på metodikk som tilfredsstillende krav til statistisk testing. Etter neste datainnsamling vil det dermed bli mulig å sammenlikne data mellom ulike tidspunkter, behandlinger og områder. Dette omfatter data for jord, frøbank, fastruter for vegetasjonsanalyser og landskapsregistreringer. Alle data fra første overvåkingsrunde er lagt inn i Access-database på tilsvarende form som Norsk institutt for naturforskning (NINA) benytter i det nasjonale overvåkingsprogrammet TOV. Dette er en velprøvd databaseløsning, som er fleksibel og tillater store mengder data. Ved neste datainnsamling vil alle opplysninger kunne legges direkte inn i dette ferdige systemet, og analyser og sammenlikninger mellom tidspunkter kan gjennomføres etter velprøvd metodikk.

Målet med overvåkingen av pilotfeltene er å følge utviklingen etter tilbakeføring. Det er forventet raskest utvikling de første årene, og deretter vil endringene trolig avta. Her er det gjennomført aktive tiltak for å øke gjenvæksten, og endringene vil trolig være mer merkbare i et slikt prosjekt enn ved tradisjonell overvåking av naturområder. I tillegg skal resultatene i pilotprosjektet være en del av grunnlaget for valg av konkrete løsninger ved den endelige tilbakeføringa, og det er derfor viktig å følge utviklingen tett for å få et best mulig kunnskapsgrunnlag for videre arbeid. Dette tilsier at frekvens og intensitet på overvåkingen de første 10 årene må være tettere enn i andre overvåkingsprosjekter (som f. eks. TOV).

Data fra overvåkingen av Pilotprosjektet, og etter hvert av hele Hjerkinns PRO, vil ha unik vitenskapelig verdi ettersom dette er første gang det gjennomføres slik storskala tilbakeføring av

natur i Norge. I tillegg gjennomføres prosjektet i et høyfjellsøkosystem av spesiell verdi i europeisk sammenheng.

Det er laget en skisse til gjennomføring av overvåkingsprogram for pilotområdene (Tabell 9). Flyfotografering av Hjerkinns-området ble gjennomført av Forsvaret i 1996, og representerer før-tilstand for pilotområdene. Det anbefales å gjennomføre ny flyfotografering i forbindelse med oppstart av den store tilbakeføringa som dokumentasjon på før-tilstand, og nye bilder i 2006 vil også vise kortsiktig effekt (4 år) av tilbakeføring i Pilotprosjektet på overordna landskapsnivå.

En ny serie av jordprøver og frøbankprøver bør samles inn så snart som mulig for å få et mål på tidlig utvikling i feltene. Dette vil ha stor verdi for detaljplanlegging av storskala tilbakeføring.

### Tabell 9:

*Plan for overvåking i Pilotområdene og referansefeltet for perioden 2002-2020.*

År	Frøbank		Jord		Fastruter (vegetasjon)			Transplanter	Flyfoto	Landskap	
	Pilot	Ref.	Pilot	Ref.	Pilot	Ref.	Foto	Pilot	Oversikt	Foto, fastpunkter	Visuell vurdering
2002	x		x					x	1996	x	x
2003								x		x	x
2004					x			x		x	x
2005	x	x	x	x		x	x				
2006									?		
2007	x		x		x		x	x		x	x
2008											
2009											
2010	x		x		x		x	x		x	x
2011											
2012											
2013					x		x	x		x	x
2014											
2015	x	x	x	x	x	x	x	x	?	x	x
2020	x	x	x	x	x	x	x	x	?	x	x

## 5 OVERVÅKINGSPROGRAM FOR STORSKALA TILBAKEFØRING I HJERKINN PRO

Overvåkingsprogrammet for tilbakeføringa bør fokusere på følgende hovedtema:

- a. ekstensiv overvåking på landskapsnivå (naturtilstand, arealendringer for vegetasjonstyper, kobles mot overvåking av vilt/dyreliv)
- b. effekter av restaureringstiltak i tilbakeførte inngrep (ekstensiv og intensiv)
- c. overvåking av områder med spesiell verdi, eller der det forventes endret bruk
- d. overvåking av populasjoner av sjeldne eller sårbare arter

Overvåking av pilotprosjektet er utgangspunktet for framtidig overvåking av hele Hjerkin PRO. Skisse til overvåkingsprogram er beskrevet i flere av utredningene (Hagen 2003a, Reitan et al. 2003). Disse skissene gir et godt grunnlag for utvikling av et overvåkingsprogram på vegetasjon, og gir også noen innspill på overvåking av fugl og rovdyr.

Overvåking av effekter av restaureringstiltak i tilbakeførte inngrep bør gjennomføres etter samme mal som overvåking av pilotprosjektet. Overvåking av pilotprosjektet må gå inn som en del av det totale overvåkingsprogrammet. Omfang, detaljeringsnivå og frekvens på overvåkingen kan ikke gjøres like omfattende i alle inngrep. Ekstensiv overvåking bør gjennomføres i hele området, i form av flybilder og faste fotonpunkter på bakken i tilknytning til enkeltinngrep. Intensiv overvåking i form av jordprøver, frøbank og fastruter for vegetasjonsovervåking på gjennomføres i et representativt utvalg av inngrep, og dekke et utvalg av inngrepstyper med forskjellige typer omkringliggende vegetasjon, inngrep med ulike økologiske fortutsetninger for gjenvekst og ulike metoder for tilbakeføring. Den intensive overvåkingen må ha en god geografisk fordeling i området, og omfatte inngrep som har vært tilbakeført til ulike tid gjennom hovedprosjektet. Det må utarbeides et plan for etablering av overvåkingsfelter som følger plan for områdevis tilbakeføring i skytefeltet.

Det finnes data fra revegeteringsprosjekter i Hjerkin skytefelt helt tilbake fra 1989 (Hagen 1994) og det må vurderes om eksisterende dataserier kan utnyttes i overvåkinga for å forlenge tidsserier for utvalgte metoder og inngrepstyper.

Det bør være et mål at overvåkinga skal framskaffer data og kompetanse som kan komme til nytte ved tilsvarende prosjekter i framtida (nasjonalt og internasjonalt), og som gir data som tilfredsstillende vitenskapelige krav til overvåkingsstudier.

## 6 LITTERATUR

- Anon. 1998-99. Stortingsmelding. Regionalt skyte- og øvingsfelt for Forsvarets avdelinger på Østlandet - Regionfelt Østlandet. Oslo.
- Bakkestuen, V. 2000. Terrestrisk naturovervåking : vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Øvre Dividal og Gutulia nasjonalparker - reanalyser 1998. NINA oppdragsmelding. 612. - NINA Norsk institutt for naturforskning, Oslo.
- Cooper, E. J., Alsos, I. G., Hagen, D., Smith, F. M., Coulson, S. J. & Hodkinson, I. D. 2004. Reproduction by seed in Svalbard: seedling emergence in the field and in soil sample studies in laboratory trials. - *Journal of Vegetation Science*: 115-124.
- Crawford, R. M. M. 1997. Natural disturbance in high Arctic vegetation. - I Crawford, R. M. M., red. *Disturbance and recovery in Arctic lands*. NATO ASI Series. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. S. 47-62.
- Direktoratet for naturforvaltning. 1997. Natur i endring. Program for terrestrisk naturovervåking 1990-1995. - Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- Feste. 2003. Hjerkinns PRO Temautredning landskap. - Feste Lillehammer AS, Lillehammer.
- Forbes, B. C., Ebersole, J. J. & Strandberg, B. 2001. Anthropogenic disturbance and patch dynamics in circumpolar Arctic ecosystems. - *Conservation Biology* 15: 954-969.
- Framstad, E., Bakkestuen, L., Bruteig, I. E., Kålås, J. A., Nygård, T. & Økland, R. H. 2003. Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking 1990-2002. NINA Temahefte. 24. - NINA, Trondheim.
- Frisvoll, A. A., Elvebakk, A., Flatberg, K. I. & Økland, R. H. 1995. Sjekkliste over norske mosar. Vitskapeleg og norsk namneverk. NINA Temahefte. 4. - NINA, 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. 2003. Assisted recovery of disturbed arctic and alpine vegetation - an integrated approach. Dr. scient. thesis. - Department of Biology, Faculty of Natural Sciences and Technology, NTNU, Trondheim. 25.
- Hagen, D. 2003. Tilbakeføring av Hjerkinns skytefelt til sivile formål. Temautredning "Revegetering". - Allforsk, Trondheim.
- Kjos, P. M., Hagen, D. & Bergsodden, E. V. 2003. Hjerkinns-PRO - Pilotprosjekt 2003, evalueringsrapport. s.
- Krog, H., Østhagen, H. & Tønsberg, T. 1994. Lavflora : norske busk- og bladlav. 2. utg. - Universitetsforlaget, Oslo.
- Lid, J. & Lid, D. T. 1994. Norsk flora. - Det Norske Samlaget, Oslo.
- McGraw, J. B., Vavrek, M. C. & Bennington, C. C. 1991. Ecological genetic variation in seed banks .1. establishment of a time transect. - *Journal of ecology* 79: 617-625.
- Moen, A., red. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon: 199 s. - Statens Kartverk, Hønefoss.
- Priestley, D. 1986. Seed aging: implications for seed storage and persistence in the soil. - Comstock Publishing Associates, New York.
- Reitan, O., Andersen, R., Gjershaug, J. O., Kålås, J. A., Landa, A., Linnell, J., Stabbetorp, O., Strand, O., Wilmann, B. & Aarrestad, P. A. 2003. Tilbakeføring av Hjerkinns skytefelt til sivile formål - temautredning Økosystem. Rapport til oppdragsgiver., Trondheim.
- SPSS. 1999. SPSS Advanced statistics 10.0. - SPSS Inc, Chigaco.
- Svoboda, J. & Henry, G. H. R. 1987. Succession in marginal arctic environments. - *Arctic and Alpine Research* 19: 373-38.
- Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. 3. utg. - Prentice Hall, New Jersey.

# NINA Oppdragsmelding 864

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1548-9

**NINA** Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor • Tungasletta 2 • 7485 Trondheim

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

<http://www.nina.no>