

Tilbakeføring av Hjerkinn skytefelt til sivile formål

Temautredning "Revegetering"

Dagmar Hagen

ALLFORSK 2003

82-7570-140-6

Rapportnavn: Tilbakeføring av Hjerking skytefelt til sivile formål. Temautredning
"Revegetering"

ISBN-nr: 82-7570-140-6

Forfatter: Dagmar Hagen

Prosjektleder: Dagmar Hagen

Oppdragsgiver: Forsvarsbygg

Utgivelsesår: 2003

Sammendrag:

Hjerking skytefelt på Dovrefjell skal avvikles i løpet av perioden 2005-2008, som del av Stortingets vedtak om etablering av et nytt skytefelt på Østlandet. Tilbakeføring av skytefeltet til sivile formål skal gjennomføres på en slik måte at man får en betydelig naturverngevinst, og de arealene som skal innlemmes i framtidige verneområder skal tilbakeføres til en mest mulig opprinnelig naturtilstand. Temautredning "Revegetering" skal klargjøre forhold som er av betydning for valg av revegeteringstiltak etter avvikling.

Utredninga har fem deler: Den første ser på de økologiske betingelsene for etablering av ny vegetasjon i området, med fokus på beskrivelse av hvilke økologiske forhold som påvirker naturlig gjenvekst. Andre del fokuserer på løsninger, dvs. hvilke metoder eller tiltak som kan brukes for å revegetere ulike typer vegetasjonsskader, inkludert drøfting av muligheter, begrensninger, tidsperspektiv og kostnader. Tredje del ser på konsekvenser av ulike løsninger, samt drøfting av ulike aspekter av hva som er vellykket revegetering. Program for framtidig overvåking blir skissert. Fjerde del er en bredt orientert drøfting av perspektiver på tilbakeføring, der mål, forventninger og valg av løsninger drøftes i forhold til strategiene i Plan- og utredningsprogrammet. Siste del av utredninga er en diskusjon omkring prioritering av tiltak, sett i lys av de foregående delene. Overordna føringer for prioriteringer og valg av tiltak vil bli belyst, og behovet for strakstiltak drøftes.

Emneord: Hjerking skytefelt, planlegging, revegetering, tilbakeføring

Utgiver: ALLFORSK, Universitetsenteret Dragvoll, 7491 Trondheim
Telefon: 73 59 18 35 Telefaks: 73 59 66 24

Forord

Temautredning ”Revegetering” er en av en rekke temautredninger som gjennomføres innenfor Hjerkinns PRO. Hjerkinns PRO er betegnelsen for prosjektet i Forsvarsbygg som har ansvaret for tilbakeføring av Hjerkinns skytefelt til sivile formål, i tråd med Stortingsmelding 11 (1998-99). Oppdragsgiver har vært Forsvarsbygg, med prosjektleder Odd-Erik Martinsen som kontaktperson.

Arbeidet med utredninga er basert på erfaring og kompetanse fra tidligere og pågående prosjekter i Hjerkinns skytefelt, befaring av nye områder som tidligere ikke har vært aktuelle for revegetering, felles møter og befaringer med oppdragsgiver og andre utredere (spesielt Landskap, Etterlatenskaper Bygg og Anlegg, Geologi, Forurensing og Plante- og dyreliv) og kontakter mot fagpersoner innen konkrete tema. Gjennom hele prosjektperioden har det vært en tett og god dialog med andre utredere, både med tanke på faglige grensesnitt og ved behov for faglige diskusjoner. Temautredning ”Revegetering” har vært representert på fire Utredersamlinger, samt et møte i ”Samordningsgruppen for tilbakeføring av Hjerkinns skytefelt” med representanter fra lokal og sentral forvaltning.

Utredningen er gjennomført av forsker Dagmar Hagen, ved ALLFORSK (Stiftelsen for allmennvitenskapelig forskning), som også har gjennomført flere prosjekter innen temaet revegetering og terrengslitasje for Forsvaret på Hjerkinns siden 1989. Hagen arbeider parallelt med denne utredninga på en doktorgradsavhandling om restaurering av arktisk og alpin vegetasjon, ved Institutt for Biologi, NTNU (Norges teknisk - naturvitenskapelige universitet), der Hjerkinns skytefelt er et av studieområdene.

Trondheim, oktober 2002

Dagmar Hagen

Innhold

	side
Forord.....	iii
Innhold	v
1 Bakgrunn for utredninga.....	1
1.1 Utredningsprogammet.....	1
1.2 Revegetering.....	1
2 Beskrivelse av oppdraget - Temautredning "Revegetering".....	3
2.1 Innholdet i utredninga	3
2.2 Pilotprosjekt.....	3
3 Forutsetninger for naturlig gjenvekst og revegetering	5
3.1 Planområdet – Hjerkinnskytefelt.....	5
3.2 Økologisk karakterisering av skader	6
3.3 Naturlig og assistert gjenvekst i alpine områder	11
4 Løsninger.....	15
4.1 Systematisk gjennomgang av revegeteringsmetoder.....	15
4.1.1 Landskapspleie	15
4.1.2 Tilførsel av næring og organisk materiale.....	15
4.1.3 Bruk av stedegen jord og / eller jordbearbeiding	20
4.1.4 Plantemateriale av stedegne arter	23
4.1.5 Plantemateriale av innførte arter	28
4.1.6 Kombinasjon av metoder.....	30
4.2 Ikke tiltak ("hands-off") som valgt løsning.....	30
5 Hva skal vi gjøre og hvor skal vi gå? Konsekvenser av ulike løsninger	35
5.1 Vurderinger av noen aktuelle dilemmaer i tilknytning til revegetering	35
5.2 Hva er vellykket revegetering?.....	40
5.2.1 Hva er ønskelig?.....	40
5.2.2 Hva er mulig?	41
5.3 Overvåking	42
6 Perspektiver på tilbakeføring: Mål, forventninger og valg av løsninger	43
6.1 Målet om "opprinnelig tilstand"	43
6.2 En naturlig natur?	43
7 Prioritering av tiltak	45
7.1 Overordna og styrende faktorer ved prioritering.....	45
7.2 Prioriteringer direkte knyttet til revegetering	45
7.2.1 Prioritering mellom ulike metoder	46
7.2.2 Straktiltak.....	46
8 Litteratur.....	47
Vedlegg 1: Noen vurderinger vedrørende tilbakeføring av veg.....	53
Vedlegg 2: Tabeller.....	57

1 Bakgrunn for utredninga

Stortinget vedtok i 1999 å opprette et nytt skyte- og øvingsfelt for Forsvaret på Østlandet (St.meld. nr 11 (1998-99)). Samtidig ble det vedtatt at bruken av Hjerkinnskytefelt skal avvikes etter hvert som det nye Regionfelt Østlandet blir ferdigstilt, dvs. i løpet av perioden 2005-2008. Det ble også vedtatt at arealene som i dag utgjør Hjerkinnskytefelt skal inngå i en plan for utvidet vern av Dovrefjell. Planleggingen for avvikling og tilbakeføring av Hjerkinnskytefelt til sivile formål omfatter kommuneplaner for Dovre og Lesja, verneplan for å avklare mulig framtidig vern etter naturvernloven og Forsvarets plan for avvikling av skytefeltet.

Stortingsvedtaket om Regionfelt Østlandet gir viktige premisser for etterbruken av Hjerkinnskytefelt. Planarbeidet skal, i hht. Stortingets forutsetninger, gjennomføres på en slik måte at man får en betydelig naturverngevinst og helt nye perspektiv for vern og helhetlig forvaltning av Dovrefjell-området. I dette ligger det at de arealene som skal innlemmes i de framtidige verneområdene skal tilbakeføres til en mest mulig opprinnelig naturtilstand. Formålet med planarbeidet er å gjennomføre Stortingsvedtaket, gjennom en åpen planprosess som gir konkrete mål for restaureringsinnsatsen i skytefeltet, slik at forutsetningene for framtidig bruk og vern blir ivaretatt.

1.1 Utredningsprogrammet

De fire partene i planleggingen; kommunene Dovre og Lesja, fylkesmannen i Oppland og Forsvaret, har etablert et felles Plan- og utredningsprogram som skal framskaffe best mulig kunnskapsunderlag for påfølgende beslutninger om framtidig bruk og forvaltning av området. Til sammen skal et stort antall temautredninger dokumentere tilstand og belyse konsekvenser av ulike typer framtidig bruk. Utredningene skal være grunnlag for beslutninger om mål, strategier og nivå for tilbakeføring. På bakgrunn av disse beslutningene kan konkrete tiltak formuleres, og selve tilbakeføringsprosjektet gjennomføres

Temautredning "Revegetering" skal klargjøre forhold som er av betydning for valg av revegeteringstiltak etter avvikling, herunder vurdere behovet for aktive revegeteringstiltak,

valg av løsninger, vurdering av konsekvenser av ulike løsninger og skissere hvordan revegeteringstiltak kan overvåkes og evalueres i forhold til vedtatte mål. Denne rapporten omhandler forhold knyttet til revegetering og etablering av nytt vegetasjonsdekke i inngrep som er resultat av forsvarets bruk av området, samt i inngrep som vil oppstå i forbindelse med avviklingen. Anbefalingene fra denne rapporten vil sammen med andre delutredninger, spesielt "Landskap" og "Etterlatenskaper bygg og anlegg", være grunnlag for valg av nivå for tilbakeføring.

1.2 Revegetering

Alpine økosystem er utsatt for økt menneskeskapt forstyrrelse over hele kloden (Walker & Walker 1991, Reynolds & Tenhunen 1996, Forbes et al. 2001). Dette er områder som tradisjonelt har vært oppfattet som urørt villmark, og er fremdeles noen av de mest urørte landskap på kloden (CAFF 2001). Den omfattende ødeleggelsen av vegetasjonsdekke i fjellområder de senere tiår har reist spørsmålet om å bruke revegetering som en forvaltningsstrategi (for eksempel Walker 1997, Urbanska et al. 1997, Forbes & Jefferies 1999). Plan- og utredningsprogrammets formuleringer vedrørende tilbakeføring av Hjerkinnskytefelt er et tydelig utslag av denne tankegangen, og dette er første gangen revegeteringstiltak inngår så sentralt i en større planprosess som omfatter forvaltning av et norsk villmarksområde.

Det er gjennomført metodeutprøving, småskala forsøk og større revegeteringstiltak i Hjerkinnskytefelt siden slutten av 1980-tallet. I den første tida (1985/89-1994) var hovedmålsettinga å teste ut ulike metoder for revegetering på ulike typer substrat og i ulike vegetasjonstyper (Hagen 1994). En rekke ulike revegeteringsmetoder, både vitenskapelig og praktisk fundert, ble testet i forsøksfelt rundt om i skytefeltet. Påfølgende prosjekter (1995-1997) hadde som målsetting å utbedre vegetasjonsskader, basert på erfaringene fra første runde. Her ble det gjennomført storskala tiltak, basert på noen få, utvalgte metoder (Hagen 1996, Bjørklund & Hagen 1997, Hagen et al. 1998). Videreføring og utprøving av nye metoder har fortsatt fram til i dag (1995-2002)

(Hagen 2002, Hagen under utarbeidelse). Alle tidligere prosjekter har vært gjennomført under en situasjon med militær bruk. Selv om denne situasjonen nå blir endret vil kunnskap og

erfaringer fra de gjennomførte prosjektene være av stor betydning for denne utredninga og framtidig tilbakeføring av Hjerkinnskytefelt.

2 Beskrivelse av oppdraget - Temautredning ”Revegetering”

2.1 Innholdet i utredninga

Målet med utredningen er å beskrive og drøfte forhold knyttet til bruk av revegeteringstiltak ved tilbakeføring av Hjerkinnskytefelt, herunder vurdere alternative løsninger, konsekvenser og prioriteringer. Denne kunnskapen skal være del av grunnlaget for valg av strategi og nivå på tilbakeføringsprosjektet.

Utredninga har fem hoveddeler. Den første (kapittel 3) ser på de økologiske betingelsene for etablering av ny vegetasjon i området, med fokus på beskrivelse av hvilke økologiske forhold som påvirker naturlig gjenvekst. Andre del (kapittel 4) fokuserer på løsninger, dvs. hvilke metoder eller tiltak som kan brukes for å revegetere ulike typer vegetasjonsskader, inkludert drøfting av muligheter, begrensninger, tidsperspektiv og kostnader. Her inngår også erfaringer fra tidligere prosjekter i Hjerkinnskytefelt. Tredje del (kapittel 5) ser på konsekvenser av ulike løsninger, samt drøfting av ulike aspekter av hva som er vellykket revegetering. Program for framtidig overvåking blir skissert. Fjerde del (kapittel 6) er en bredt orientert drøfting av perspektiver på tilbakeføring, der mål, forventninger og valg av løsninger drøftes i forhold til strategiene i utredningsprogrammet. Siste del av utredninga (kapittel 7) er en diskusjon omkring prioritering av tiltak, sett i lys av de foregående delene. Det tas ikke sikte på å lage noen ”kokebok” for revegetering av alle typer skader, til det er mengden inngrep og behovet for stedlige tilpasninger altfor stort. Overordna føringer for prioriteringer og valg av tiltak vil bli belyst, og behovet for strakstiltak drøftes.

I utgangspunktet snakker vi om to hovedtyper av inngrep som skal tilbakeføres i Hjerkinnskytefelt. Den første er skader som har oppstått

som resultat av den militære bruken av skytefeltet gjennom ca. 80 år. Skadene kommer fra etablering og bruk av faste anlegg og veger, og fra inngrep i terrenget som resultat av militær øvingsaktivitet, som kjørespor og nedslagsfelt. Revegetering av denne typen skader finnes det etter hvert en god del erfaring med fra tidligere prosjekter i skytefeltet. Revegetering av vegkanter, standplasser, massetak og skytevoller har fått størst oppmerksomhet. Den andre typen skader som blir svært sentral ved tilbakeføring, er skader som oppstår i forbindelse med fjerning av veger og anlegg. Revegetering av denne typen skader finnes det mindre erfaring med fra Hjerkinnskytefelt. Fjerning av veger vil i så måte være hovedutfordringen.

2.2 Pilotprosjekt

I løpet av arbeidet med utredningene ble det synliggjort behov for å prøve ut tilbakeføring av veg i praksis, og mest mulig realistisk i forhold til det som vil bli tilfelle etter avvikling. Det ble i juni 2002 etablert et pilotprosjekt, styrt av ei egen prosjektgruppe der Temautredning ”Revegetering” var representert. Tre vegstrekninger på totalt ca. 2,5 km ble fjernet i pilotprosjektet. Ulike metoder for landskapspleie og revegetering ble testet langs vegstrekningene. Pilotprosjektet har vært viktig for å øke presisjonsnivået i forhold til å foreslå og prioritere tiltak, og for å få erfaring med tilbakeføring og revegetering av etablert vegnett. Vurdering av både praktisk gjennomføring og resultat vil bli kommentert flere steder gjennom denne utredninga, for å konkretisere og eksemplifisere framtidige muligheter og begrensninger ved revegetering av vegnettet. Pilotprosjektet blir presentert i en egen rapport, som kommer i løpet av vinteren 2003 (Kjos et al. under utarbeiding).

3 Forutsetninger for naturlig gjenvekst og revegetering

Målet med dette kapitlet er å beskrive betingelser for naturlig gjenvekst og grunnlag for revegeteringstiltak, og med utgangspunkt i dette synliggjøre de viktigste økologiske begrensninger og muligheter som ligger i bunnen før det kan tas avgjørelser om framtidig strategi for revegetering i området. Utgangspunktet for vellykket revegetering er å velge metoder og tiltak som er mest optimale i forhold til de økologiske forholdene i det aktuelle inngrepet.

3.1 Planområdet – Hjerkinnskytefelt

Hjerkinnskytefelt har vært brukt til militære formål siden 1923. På 1950-tallet ble bruken av området formalisert, og den største utbyggingen av veger og anlegg foregikk på 1960-tallet. Skytefeltet ligger omsluttet av en rekke verneområder, som understreker de spesielle natur- og kulturminnekvalitetene i fjellområdet.



Feltarbeid i Hjerkinnskytefelt, juli 1993. Korte feltsesonger og ustabile værforhold krever spesielle tilpasninger hos planter og dyr.

Dovrefjell er et område med svært stor diversitet av arter og plantesamfunn (Elven et al. 1996). Hjerkinnskytefelt ligger i den vestlige, og mest artsfattige delen av Dovrefjell. Mesteparten av skytefeltet ligger i lågalpin vegetasjonsregion, ca. 1000-1100 moh. (Moen 1999). Fjellvegetasjon etablerer seg og eksisterer under marginale økologiske forhold, med stressfaktorer som lave temperaturer, kort og intens vekstsesong, sakte

nedbryting av plantemateriale og store naturlige svingninger i miljøforhold mellom og innen år (Billings 1974, 1987, Crawford 1997a, Shaver et al. 1997). Plantene har tilpasninger som gjør dem i stand til å overleve under slike forhold (se mer omfattende gjennomgang i Hagen (1994)). På Hjerkinnskytefeltet gjør geologiske forhold og lav sommernedbør at forholdene for plantevekst blir ytterligere marginalisert. Store deler av skytefeltet er

dekket av næringsfattige løsmasser, dominert av sand og grus, men lokalt finnes områder med rik berggrunn. Gjennomsnittlig total sommernedbør (mai – september) er 248 mm, og gjennomsnittlig sommertemperatur (mai – september) er 7,2 °C. Feltet domineres av tørr heivegetasjon og vierkratt, og noen myrområder (Larsson 1955). Grensa til mellomalpin vegetasjonsregion ligger på 1350 moh. (Moen 1999). Over denne grensa vokser ingen busker, og vegetasjonen er dominert av flerårige urter, gras, lyngvekster og lav. Fra ca. 1450 moh. er det usammenhengende vegetasjonsdekke dominert av steinboende lavararter, moser og enkeltindivider av karplanter.

Forsvaret satte i gang forsøk med revegetering i Hjerkinnskytefelt allerede i 1985 i regi av

daværende oblt. Bjørn Boye ved DKØ, og fra 1989 ble botanisk kompetanse trukket inn og mer omfattende prosjekter satt i gang. Gjennom hele 1990-tallet er det gjennomført omfattende forskning og storskala revegeteringstiltak i feltet (Hagen 1994, 1996, Bjørklund & Hagen 1997, Hagen et al. 1998, Hagen 2002, Hagen under utarb.). Disse prosjektene har gjort at terrengslitasje og revegetering lenge har vært på dagsorden blant brukere og aktører i området. Bevisstheten og kunnskapen om denne type tiltak er dermed større enn hva man normalt kunne forvente ved oppstart av en slik omfattende planprosess. Dette er et svært godt utgangspunkt i den kommende vurdering av strategi for tilbakeføring



Kontrastene mellom slitasjeskader og vakker natur er påfallende i skytefeltet.

3.2 Økologisk karakterisering av skader

Det er en rekke måter å beskrive inngrep på, avhengig av faglige utgangspunkt og innfallsvinkel. Til sammen vil de ulike tema-utredningene beskrive skadetyperne slik at de gir et mest mulig fullstendig bilde av skadeomfang og inngrep i skytefeltet.

Utredningene fra Multiconsult (Etterlatenskaper bygg og anlegg) og Feste Lillehammer A/S (Landskap) har vært relevante for Revegeterings-utredninga, med tanke på gruppering og beskrivelse av skader.

Nedenfor følger en gjennomgang av de faktorene som er vurdert å ha størst betydning

for valg av tiltak og metoder ved framtidig tilbakeføring. Det dreier seg både om konkrete økologiske variabler, samt noen forhold som indirekte har betydning for gjenvekst. Alle inngrep kan beskrives som en kombinasjon av disse variablene, og de gir til sammen et bilde av betingelser for plantevekst. Befaringer og feltstudier over mange år, samt resultater fra gjennomførte revegeteringsforsøk er grunnlaget for denne sammenstillinga. En kortfattet oversikt over alle variablene er oppsummert i Tabell 1, vedlegg 2.

Fuktighetsforhold

Tilgangen på fuktighet gjennom vekstsesongen er avgjørende for etablering av vegetasjon. I områder med så lite sommernedbør som Hjerkinn er smeltevannet om våren en avgjørende kilde til fuktighet tidlig i vekstsesongen, og helt avgjørende for etablering av planteliv. Små søkk i terrenget kan være tilstrekkelig til å øke snømengden, og dermed gi økt vanntilgang i starten av vekstsesongen, i mai/juni. Dette kan gi seg utslag i svært skarpe, naturlige grenser mellom nærliggende områder med ulik fuktighetstilgang. Noen få inngrep på Hjerkinn ligger i områder med god fuktighetstilgang gjennom hele vekstsesongen (fra fuktsig,

bekker o.l.), mens størstedelen av inngrepene ligger i områder som er tørre gjennom hele vekstsesongen. Naturlig gjenvekst går betydelig raskere i inngrep med god tilgang på fuktighet.

Jord

Grove jordmasser holder dårlig på fuktighet og tørker fort ut, og forutsetning for vegetasjonsetablering er svært dårlig. Høgt innhold av sand på eksponerte inngrep fører til ustabil overflate og sandflukt. En viss andel finstoff er avgjørende for at jorda skal kunne holde på tilstrekkelig mengde fuktighet til at planter kan etablere seg (Låg 1981). Organisk innhold i jorda øker vannkapasiteten, og omsetning av organisk materiale øker tilgangen på viktige plantenæringsstoffer som fosfor og nitrogen. I temauredningen fra Multiconsult (Jacobsen & Skattum 2002) er inngrepene gruppert i forhold til jordsmonnets opprinnelse, som også er en relevant tilnærming i forhold til gjenvekst. I forbindelse med bygging av veger er stedlige masser oftest skrapa sammen fra overflata, og har dermed et visst innhold av organisk materiale, i motsetning til fremmede masser som er hentet fra massetak med tørre og grove masser.



Utbedring av skader i bratt terreng, og med grove masser, kan fort føre til nye skader og erosjon. Bilder viser ei vegskjæring i den sentrale delen av skytefeltet.

Topografi

Terrengoverflate eller topografi påvirker i svært stor grad miljøforhold i et inngrep, og er dermed avgjørende for om vegetasjon etablerer seg, og hvilke arter eller plantesamfunn som kan vokse der. Det er særlig forhold som snøfordeling (rabb, leside, snøleie), hellingsgrad (flatt eller bratt) og overflatestruktur (jevn eller kupert) som er viktige for etablering av vegetasjon. Noe snødekke om vinteren gir fuktig jord utover forsommeren, mens et tykt dekke nede i snøleiene gir sein framsmelting og kort vekstsesong. Oppe på rabbene er det lite snø, og her er det svært tørt gjennom hele vekstsesongen. Bratt overflate gir ustabile masser og behov for rask etablering av nytt dekke for å hindre erosjon. Kupert overflate øker sjansen for at frø eller vegetative enheter kan etablere seg i søkk, under steiner, eller i andre "lommer" med gunstig mikroklima. Vegbygging gjennom et landskap vil endre topografi og snøfordeling, og dermed føre til

andre arter og vegetasjonssamfunn enn i området rundt.

Beliggenhet

Den geografiske plasseringa av inngrep er svært avgjørende for etablering av ny vegetasjon, for hvordan utbedring av skader kan gjennomføres og faren for nye inngrep ved tilbakeføring. Viktigste variabler her er hvilken vegetasjonsregion inngrepet ligger i (høyde over havet) og tilgjengelighet (eks. avstand til anlagt veg). Overgangen mellom lågalpin og mellomalpin vegetasjonsregion (ca. 1350 moh. på Hjerkin) representerer et tydelig skille i vegetasjons- og artssammensetning. Høgt til fjells er vekstsesongen kortere og mer marginal, så naturlig gjenvekst går seinere. De aller fleste gjennomførte revegeteringstiltakene fra Hjerkin er gjennomført i lågalpin region, og ikke alle er overførbare til høyere liggende områder. Ved valg av revegeteringsmetoder vil det her være naturlig å dra inn erfaringer fra Svalbard og andre arktisk/alpine områder. Inngrepenes tilgjengelighet er ikke en

økologisk faktor, men kan likevel være avgjørende ved valg av revegeteringstiltak. Vegetasjonstyper og terrengform mellom

inngrepet og nærmeste veg er forhold som må vurderes før tiltak velges.



Inngrep i mellomalpin region har dårligere betingelser for naturlig gjenvekst enn inngrep som ligger i lågalpin region. Bildet er fra stien ved Snøheim, 1470 moh.

Størrelse og form på inngrep

Omkringliggende, intakt vegetasjon er viktig for gjenveksten i et inngrep, både som kilde for frø eller plantedeler som kommer inn med vind, vatn eller dyr og ved at vegetasjonen rundt inngrepet vokser seg innover i inngrepet. Et langt og smalt inngrep med glidende overgang til urørt vegetasjon vil lettere vokse til enn et med samme areal som er helt firkanta

med skarpe grenser. Form og størrelse kan dermed være avgjørende for om en velger å gå inn med aktive revegeteringstiltak, eller om naturlig gjenvekst vurderes som tilstrekkelig. Avstand til nærmeste inngrep (om inngrepet ligger isolert eller som del av ei større gruppe inngrep) er også av betydning for valg av løsning.



Store inngrep med skarpe grenser mot omkringliggende vegetasjon gir dårlige forutsetninger for naturlig gjenvekst, for eksempel HFK-sletta.

Vegetasjonsstatus

Sammensetning av dagens vegetasjon i inngrepet er helt vesentlig for å vurdere om det bør settes i verk tiltak, og evt. hvilke tiltak. Viktige variabler er dekningsgrad, avvik fra omkringliggende vegetasjon (artssammensetning, innførte arter) og status for naturlig gjenvekst (hvor raskt, spesielle arter, mangfold). Forventet utvikling med og uten assistert revegetering må vurderes både i forhold til omkringliggende områder og i forhold til realistiske forventninger om hvordan inngrepet skal se ut i framtida, basert

på kjennskap til andre sammenliknbare inngrep og relevant litteratur.

Inngrepets historie

Dette er ikke en økologisk variabel, men når og hvordan inngrepet ble laget kan sammenholdes med dagens vegetasjonsstatus, og dermed vise om det er nødvendig å sette i gang revegeteringstiltak eller om naturlig gjenvekst er tilstrekkelig. Bruk (årstid, varighet, omfang) og vedlikehold (tidspunkt, frekvens, type) kan være viktig tilleggsinformasjon.

3.3 Naturlig og assistert gjenvekst i alpine områder



Kombinasjon av kort vekstsesong, lite nedbør og mye grove masser gir et dårlig utgangspunkt for naturlig gjenvekst etter inngrep i skytefeltet, og 40 år gamle vegkanter kan fremdeles være nesten uten vegetasjon, selv under middels gunstige økologiske betingelser.

Naturlig gjenvekst

Naturlig gjenvekst etter inngrep kan gå svært seint i alpine områder. I enkelte vegetasjonstyper, eller under spesielle betingelser, vil det i praksis ikke etableres ny vegetasjon dersom det opprinnelige dekket fjernes (Harper & Kershaw 1996, Forbes 1996). Ødeleggelse av tørr rabbevegetasjon er et av de verste tilfellene når det gjelder naturlig gjenvekst (Forbes et al. 2001, Hagen 1994, 2002).

De viktigste kildene for naturlig etablering av ny vegetasjon er skudd som vokser inn fra tilstøtende vegetasjon, frø som spirer (direkte

eller fra frøbank¹) og fragmenter eller plantedeler som slår rot. Naturlig gjenvekst i fjellet er begrensa av sakte vegetativ vekst (Crawford 1989, Forbes & Jefferson 1999), lav og upålitelig frøproduksjon (Chambers 1989, Bliss & Gold 1999, Oksanen & Virtanen 1997), og mangel på trygge, gunstige voksesteder ("safe sites") (Urbanska 1997). Det finnes svært lite data fra langtidsstudier som dokumenterer naturlig gjenvekst, og dette vanskeliggjør arbeidet med å predikere langsiktig utvikling på Hjerkin. Basert på økologisk kunnskap, erfaring fra området og

¹ Frø kan overleve i jorda gjennom en eller flere vekstsesonger, for deretter å spire dersom miljøbetingelsene blir optimale. Et slikt deponi av frø kalles frøbank.

kunnskap om alder på eksisterende inngrep er det mulig å antyde trender og forventet utvikling.

Aktive revegeteringstiltak

Alternativet til naturlig gjenvekst er å sette i verk aktive revegeteringsstiltak. Det kan være to motiv med slike tiltak: øke tempoet i den naturlige gjenveksten, eller utvikle et nytt vegetasjonsdekke som skal erstatte det opprinnelige (for eksempel Cairns 1990, Bradshaw 1997). En mengde ulike begreper er brukt for å beskrive tilbakeføring av vegetasjonsdekke, og de blir ikke alltid brukt konsistent. Det er to hovedretninger / tradisjoner innen restaureringsøkologi: 1. den vitenskapelige ("puristiske") tilnærminga, der økologisk funksjon og struktur er det primære fokus, og 2. den anvendte ("pragmatiske") tilnærminga der estetiske hensyn, samt praktiske og tekniske løsninger står i fokus (Jackson et al. 1995, Jordan et al. 1987, van Diggelen et al. 2001). Tradisjonelt er den anvendte retningen utført av ingeniører, gartnere og landskapsarkitekter, mens den vitenskapelige retningen er utført av økologer og andre forskere (Bradshaw & Chadwick 1980, Harker 1993, Webb 1997). Ulike fagfolk bruker ulike begreper, og er påvirket av ulike sett med preferanser og verdier. Det ligger et stort potensiale i samarbeid mellom de to retningene, og et slikt samarbeid har vært sentralt gjennom utredningsprosjektene, og må også være det i tilbakeføringa av Hjerkinns skytefelt.

Begrepet revegetering blir innen økologisk faglitteratur oftest brukt om det å lage et eller annet nytt plantedekke, mens restaurering blir brukt om en mer "riktig" nyskaping av et vegetasjonssamfunn som fungerer økologisk. I Hjerkinns PRO er begrepet restaurering brukt om hele tilbakeføringsprosessen, som inkluderer mye mer enn vegetasjonsetablering, og for å hindre misforståelser bruker denne temautredningen begrepet revegetering (i vid betydning slik at det også omfatter gjenskaping av økologisk funksjon) om alle typer etablering av et nytt vegetasjonsdekke.

Kortsiktige økologiske målsettinger med revegeteringstiltak er blant annet å hindre mer omfattende skader (eks. forebygge erosjon) og starte opp prosesser som medvirker til dannelselse

av jordsmonn. Langsiktige målsettinger er ofte knyttet til tilrettelegging for videre naturlig gjenvekst, men det kan også være andre mål med tiltakene (eks. bevare trua arter, skape optimale betingelser for beitedyr). Men revegetering er mer enn biologi, og i tillegg til økologiske målsettinger har revegeteringstiltakene ofte en estetisk og samfunnsmessig funksjon (dette blir nærmere drøftet i kapitlene 5.2 og 6).

De marginale forholdene for naturlig gjenvekst på Hjerkinns aktualiserer bruk av aktive revegeteringstiltak ved tilbakeføring av skytefeltet. Kapittel 4 er en systematisk gjennomgang og evaluering av de mest relevante metodene som er brukt i tidligere revegeteringsprosjekter på Hjerkinns eller i andre relevante områder, samt hvilket omfang og bruk de kan få ved tilbakeføringa. Det er dokumentert at bruk av frø (fra stedegne eller introduserte arter), gjødsel eller ulike typer jordbehandling kan øke kortsiktig utvikling av et vegetasjonsdekke i alpine områder. Den langsiktige effekten av slike tiltak på vegetasjonsdekket er omdiskutert (Densmore 1992, Helm 1995, Bayfield 1996, Forbes & Jefferies 1999). Mangelen på lange tidsserier i oppfølging av prosjekter er et stort problem, og skyldes mellom annet at tidlige tiltak generelt er dårlig dokumentert ved oppstart. De senere år har også bekymringen vært økende for at bruk innførte arter eller sorter i aktive revegeteringstiltak kan fortrenge stedegen vegetasjon eller krysse seg med lokale populasjoner og gi genetisk forurensning.

Clark (1997) peker på at restaureringsøkologi står overfor en dobbel utfordring ved på den ene siden å forsikre at økologene er klar over den sosiale konteksten restaureringa skal gjennomføres i, og samtidig forsikre at samfunnet er klar over de økologiske mulighetene og begrensningene ved restaurering. Når det gjelder revegetering på Hjerkinns betyr dette f. eks. å synliggjøre de økologiske begrensningene som finnes i forhold til revegetering, og dermed klare å skape realistiske forventninger til framtidig vegetasjonsdekke – innenfor rammene av "vellykket" revegetering. Samtidig skal de ulike aktørenes ønsker i forhold til framtidens landskap være en premiss for valg av løsninger.



Naturlig gjenvekst går svært sakte, også i tilfeller der aktive tiltak har ført til etablering av grasvegetasjon. Bildet viser en del av grustakene ved Storrandsvegen der det ble gjennomført landskapsutforming og tilsåing med gras i 1997. Inngrepet har ekstremt tørt og grovt substrat.

4 Løsninger

Dette kapitlet er en systematisk gjennomgang av revegeteringsmetoder som kan være relevante for tilbakeføring av Hjerkinns skytefelt. Den omfattende utprøving av metoder og gjennomføring av store og små tiltak som har foregått på Hjerkinns siden 1980-tallet, er et svært viktig faglig bidrag inn mot dette kapitlet. I tillegg blir erfaringer fra revegetering av fjellvegetasjon i Alaska, Russland, Island, Alpene, Svalbard og Finnmark trukket inn for å supplere og underbygge erfaringene fra Hjerkinns.

4.1 Systematisk gjennomgang av revegeteringsmetoder

Nedenfor følger en systematisk gjennomgang av revegeteringsmetoder som anses som aktuelle ved tilbakeføringa. For hver metode er beskrevet faglig bakgrunn og erfaringer (fra Hjerkinns eller fra andre relevante områder), anvendelighet ved tilbakeføring (hvilke skadetyper eller økologiske forhold de er aktuelle for), kostnader og tidsperspektiv. Gruppering av metoder tar i hovedsak utgangspunkt i erfaringene med revegetering i Hjerkinns skytefelt (Hagen 1994, 1996, Bjørklund & Hagen 1997, Hagen et al. 1998, Hagen 2002). Teknikker for gjennomføring av enkeltmetoder blir ikke systematisk gjennomgått, men blir omtalt for noen metoder.

Tabell 2 i vedlegg 2 er en oppsummering av alle metodene, basert på gjennomgangen i dette kapitlet. For hver av metodene er det gjort en kobling til økologisk beskrivelse av inngrep (kapittel 3) og deretter foreslås et antatt omfang metoden bør få ved tilbakeføring. Vurdering av tidsperspektiv er ikke uten problemer. Effekten av enkeltmetoder vil variere mellom inngrep og økologiske forhold, og i tillegg finnes det få lange tidsserier det er relevant å sammenlikne med. Med disse begrensningene frisk i minne, og med utgangspunkt i den kunnskap og de erfaringer som finnes fra Hjerkinns og andre områder, er tidsperspektivet for enkeltmetoder vurdert etter følgende nivå:

Umiddelbar effekt. Effekten av tiltaket umiddelbart etter den tekniske gjennomføringa

av tiltaket i felt (= starttidspunktet for gjenvekst).

Kortsiktig effekt. Når tiltaket har fått "satt seg" og klima og andre miljøforhold har begynt å påvirke området kan en kortsiktig effekt vurderes (2-3 år etter teknisk gjennomføring).

Langsiktig effekt. Etter ca. 10 år er det mulig å se hvilken retning utviklinga av tiltaket tar, og hvordan resultatet blir. Her bygger mye av vurderingene på 10-årsserier fra Hjerkinns, og det finnes få gjennomførte revegeteringsprosjekter med lengre tidsserier enn dette, som det er relevant å sammenlikne med.

Evighetsperspektivet som er antydnet i Plan- og utredningsprogrammet vil ikke bli vurdert for enkeltmetoder i dette kapitlet, men er indirekte omtalt i andre deler av utredninga.

Effekt er her definert som "målbar (økologisk) virkning av et konkret revegeteringstiltak".

4.1.1 Landskapspleie

Landskapspleie er i mange tilfeller viktig før revegetering kan starte opp, og kan brukes til å forbedre økologiske betingelser for gjenvekst (jfr kapittel 3.2), spesielt topografi, fuktighetsforhold, form på inngrepet og eventuelt jordegenskaper. Hovedtypene av tiltak er småskala utbedring av enkeltinngrep og storskala gjenskaping av landskapsformer. Landskapspleie kan være en tilstrekkelig metode for å tilrettelegge for naturlig gjenvekst, eller den kan kombineres med andre revegeteringsmetoder. Metoden kan ha både umiddelbar og langsiktig gunstig effekt på naturlig gjenvekst. Der landskapspleie skal gjennomføres må det gjøres før revegeteringstiltak settes i verk, men disse to prosessene må i praksis gjennomføres parallelt i større inngrep. For ytterligere beskrivelse av landskapspleie vises til temautredning "Landskap" (Feste Lillehammer A/S 2002).

4.1.2 Tilførsel av næring og organisk materiale

I alpine områder fører marginale økologiske betingelser til lav produksjon av organisk materiale. Jordøkologiske prosesser går sakte, og fører til lav omsetning av næringsstoff. Resultatet er en naturlig mangel på plantenæringsstoff (særlig nitrogen og fosfor) i jorda. Plantene er tilpassa denne situasjonen,

blant annet gjennom langsom vekst (DiTommaso & Aarssen 1989) og god evne til å absorbere næringsstoffer (Kielland & Chapin 1992). Ulike metoder for tilførsel organisk materiale og næringsstoffer er aktuelle på Hjerkin.

Bruk av kunstgjødsl

Bakgrunn: Gjødsling har tradisjonelt vært den vanligste metoden for å øke tempoet i naturlig gjenvekst i fjellet. Felles for alle forsøka er en nesten umiddelbar kraftig respons i form av økt vekst, grønnere vegetasjon og økt blomstring. Gjødsling vil gi en endring i vegetasjonssammensetning, med tydelig dominans av grasarter de første åra, deretter kommer det ofte inn mosevegetasjon før diversiteten av karplanter igjen øker. Dominans av grasarter vil ofte vedvare. Den langsiktige effekten av næringstilførsel på alpin vegetasjon er ikke entydig (Densmore 1992, Helm 1995, Bayfield 1996, Forbes & Jefferies 1999, Gough et al. 2002).

Erfaring: De første forsøkene med bruk av kunstgjødsl på Hjerkin ble gjennomført langs 30 år gamle vegkanter med begynnende vegetasjonsetablering på Storranden i 1989. Gjødsling med fullgjødsl førte til en voldsom vekst av allerede etablerte, små individer av sauesvingel (*Festuca ovina*), samt noen andre grasarter, i løpet av første vekstsesong. Tilførsel av rein fosfor ga ingen respons. Tørrgraset som ble produsert ble liggende som ei organisk matte i feltet, og ga mer stabile fuktighetsforhold og stabilitet i overflata de påfølgende vekstsesongene (Hagen 1994). Etter 2-3 år ble det registrert kraftig mosevekst. Etter 12 år har området fått betydelig økt

vegetasjonsdekning. Artssammensetninga har økt i forhold til de første åra etter gjødsling. Vegkanten ligger i et søkk, og den nye vegetasjonen utvikler seg ulikt det som finnes på rabbene rundt inngrepet.

Anvendelighet ved tilbakeføring: Bruk av kunstgjødsl kan anbefales i inngrep der det er noe organisk materiale tilstede, og der naturlig gjenvekst har startet. Det har ingen hensikt å gjødsl på rein mineraljord, ettersom det ikke finnes plantemateriale som kan ta opp næringa. Store areal i skytefeltet er aktuelle for denne metoden, men de kortsiktige konsekvensene (avvikende farge og økt grasvekst) kan oppfattes som så uheldige at dette vil begrense metodens omfang (jfr. valg av strategi/nivå). Gjødsling kan foregå både manuelt og maskinelt, og kan dermed også være aktuell for mindre inngrep utenfor etablert vegnett. Lave konsentrasjoner av tilført næring er tilstrekkelig for å få effekt. Det optimale er å gjødsl med små mengder over flere sesonger, men dette vil trolig ikke være aktuelt på Hjerkin, ettersom området ikke lengre skal være tilgjengelig etter at tiltakene er gjennomført. Dersom metoden kombineres med bruk av alginat kan gjødseffekten forlenges. Gjødsling kan kombineres med de fleste andre aktive tiltak.

Kostnader og tidsperspektiv: Gjødsling kan gjennomføres etter vanlige kommersielle prinsipp av en valgt entreprenør, og kostnader oppgis som pris per m². Omfanget av metoden avgjør kostnaden. Kortsiktig og forventet langsiktig effekt dersom metoden brukes som foreskrevet.





Et forsøksfelt langs Storråndvegen ble gjødslet i 1989, og effekten var synlig allerede neste feltsesong. Etter 13 år (2002) har området mer vegetasjon og større diversitet enn før gjødslinga, men skiller seg tydelig fra omkringliggende vegetasjon.

Bruk av naturgjødsel

Bakgrunn: Naturgjødsel inneholder i likhet med kunstgjødsel også minimumsstoffene nitrogen og fosfor, og har dermed samme forventede effekt på vegetasjon. I tillegg har naturgjødsel (blautgjødsel) noe vanninnhold, klebe- og bindeegenskaper og tilfører vegetasjonen organisk materiale.

Erfaring: Det finnes noe erfaring med tilførsel av blautgjødsel langs vegnettet rundt Storrånden. De direkte effektene er svært lik effekten av kunstgjødsel, med grasvekst og påfølgende mosevegetasjon. Stort oppslag av kvitkløver (*Trifolium repens*) i feltet viser at fremmede frø følger med blautgjødsla.

Anvendelighet ved tilbakeføring: Metoden er mindre aktuell enn kunstgjødsel, på tross av tilleggsegenskapene. Praktisk og teknisk

gjennomføring er mer krevende, tilgangen på blautgjødsel er mindre forutsigbar, blautgjødsla inneholder frø fra fremmede arter og den må påføres maskinelt.

Kostnader og tidsperspektiv: Kostnader vil avhenge av tilgang på blautgjødsel og være mer usikker enn kunstgjødsel. Kortsiktig og forventet langsiktig effekt av næringstilførsel, usikker langsiktig effekt av fremmede arter.

Bruk av andre næringsrike tilsetninger (alginater, celluloseprodukter)

Bakgrunn: De seinere åra har det kommet på markedet flere organiske produkter som har som funksjon å holde på fuktighet, stabilisere overflata, samt tilføre organisk materiale og næring til frø og etablert vegetasjon. De mest aktuelle er ulike former for alginater, eller tangmelprodukter. Alginatene inneholder

sentrale plantenæringsstoffer og vekststimulatorer som blant annet bidrar til hurtig rotutvikling, samt har fysiske klebe- og bindeegenskaper som gjør frøene mindre sårbare for vind og uttørking. Den ekstra næringa som alginatene tilfører plantene tas opp og forblir i systemet over flere år, og har derfor en mangeårig effekt på veksten.

Erfaring: Utprøving av alginatprodukter på Hjerkinntok til med noen spredte forsøk i forsvarrets regi 1995. I 1996 og 1997 ble de gjennomført storskala revegeteringstiltak der alginatprodukter ble brukt i kombinasjon med gjødsel og frø eller bare gjødsel (og effekten av alginat blir dermed ikke evaluert separat). Tiltakene ble delvis utprøvd i områder med svært dårlige betingelser for naturlig gjenvekst. Etter 5-6 år er det etablert et vegetasjonsdekke av gras i de tilsådde feltene. Tilsvarende effekt er markedsført for celluloseprodukter. Dette er prøvd på Hjerkinntok i forbindelse med pilotprosjektet, og eventuell virkningen er tidligst synlig i løpet av neste vekstsesong. Bruk av alginater i kombinasjon med frø i myr i Finnmark hadde ingen effekt, da fuktighetstilgangen ga grunnlag for vekst uavhengig av alginatet (Nordberg m.fl. 1998).

Anvendelighet ved tilbakeføring: Resultatene er oppløftende med tanke på tilbakeføring av de mest ekstreme inngrepene. Dette gjelder i praksis noen få, store inngrep, som massetakene ved Storranden, demoleringsplassen i Svånådalen, HFK-sletta og noen inngrep i Grøndalen. Alginat kan brukes i kombinasjon med de frøtypene som er ønskelig i det aktuelle inngrepet, inkludert stedeegne sorter.

Kostnader og tidsperspektiv: Bruken av alginat i kombinasjon med frø og /eller gjødsel kan gjennomføres etter vanlige kommersielle prinsipper av en valgt entreprenør, og kostnader oppgis som pris per m². Omfanget av metoden avgjør kostnaden. Kortsiktig og

forventet langsiktig effekt når kombinasjon av metoder brukes som foreskrevet.

Bruk av organiske matter

Bakgrunn: Tørke kombinert med vind gjør at overflata i inngrep blir ustabil, og spesielt i områder med mye sand hindrer dette ny vegetasjonsetablering. Det er utviklet ulike typer stabiliserende matter som kan legges på overflata, der hensikten både er å stabilisere og tilføre organisk materiale ettersom matta går i oppløsning. Metoden kombineres med valgte frøsorter, gjødsel og vatn.

Erfaring: Det er gjort forsøk med bruk av kokosfiber-matter i svært tørt og grovt substrat på Hjerkinntok. Forsøket ga ingen etablering av vegetasjon. Det tørre og kalde klimaet førte til at kokosmatta ikke gikk i oppløsning og den forventede næringstilførselen uteble. Spirende småplanter døde i løpet av første vekstsesong pga. tørke. Metoden er rapportert å ha god effekt som erosjonssikring langs elver i lavlandet (f. eks. prosjekt i Leirelva, Trondheim kommune) og i myrområder i Finnmark (Nordberg et al. 1998).

Anvendelse ved tilbakeføring: Metoden anses som lite aktuell på Hjerkinntok. Den kan ha bedre effekt under andre økologiske betingelser enn de som er testet på Hjerkinntok. (Kan evt vurderes i kombinasjon med sprøytesåing under svært spesielle forhold for å stoppe akutt erosjon, men vil trolig kreve oppfølging og vanning.)

Kostnader og tidsperspektiv: Matter leveres i ruller, til en relativt høg pris per m² sammenliknet med for eksempel sprøytesåing. Metoden kan ikke konkurrere med andre metoder når forventet resultat og pris skal vurderes samlet. Ingen kortsiktig eller langsiktig effekt påvist på Hjerkinntok. Noe umiddelbar effekt kan forventes dersom mattene brukes til å hindre erosjon, men dette har ingen betydning dersom det på sikt ikke etableres vegetasjon i inngrepet.



Det er gjort forsøk med bruk av kokosfiber-matter i svært tørt og grovt substrat på Hjerkin. Forsøket ga ingen etablering av vegetasjon. Det tørre og kalde klimaet førte til at kokosmatta ikke gikk i oppløsning og den forventede næringstilførselen uteble. Metoden anses som lite aktuell for tilbakeføringa på Hjerkin.

4.1.3 Bruk av stedegen jord og / eller jordbearbeiding

I jord med organisk innhold finnes organismer som er viktig for næringsomsetning, og det finnes fragmenter og frø fra planter. Til sammen er dette svært godt utgangspunkt for etablering av ny vegetasjon. For at prosessene i jorda skal foregå trengs luft og vatn, og jorda må ikke være for komprimert.

Tilførsel av lokal jord som nytt toppdekke

Bakgrunn: Tilgangen på organisk jord er sterkt begrenset i skytefeltet (jfr. langsomme økologiske prosesser), og det er derfor svært viktig å ta vare på overskuddsjord fra landskapspleie eller utbedringer og vedlikehold både før og etter avvikling.

Erfaring: Overskuddsjord fra vedlikehold i skytefeltet (grøfterens etc.) har vært brukt i revegeteringstiltak i 1996-97 (Hagen 1996, Hagen et al. 1997). Jorda er lagt som nytt overflatesjikt i inngrep med grov grus uten

naturlig gjenvekst. Områdene som har fått tilført jord har blitt mindre synlige fordi de har fått en farge som går mer i ett med omkringliggende områder, naturlig gjenvekst har delvis kommet i gang men går seint. I pilotprosjektet brukes overskuddsjord fra en del av inngrepet til å lage nytt toppdekke, kombinert med transplantering av vegetasjon fra omkringliggende områder (se egen omtale). Myrjord hentet fra feltet kan være kilde til organisk materiale, og er brukt ved tilplanting av grønnvier (*Salix phylicifolia*) i feltet i 1998 (se egen omtale).

Anvendelighet ved tilbakeføring: Tilførsel av jord er aktuelt på korte vegstrekninger der opprinnelig overflate (etter fjerning av toppdekke) har svært grovt og minerogent materiale, og i eksponerte inngrep med svært dårlige forutsetninger for naturlig gjenvekst. Det skal ikke hentes jord utenfor skytefeltet

pga. faren for innførte arter (inkl. mikroorganismer). Jorda vil dempe synligheten på inngrepet. Naturlig gjenvekst i denne jorda kan forventes å gå seinere enn ved tilsåing med frø. Jord anbefales kun på lokaliteter der opprinnelig og omkringliggende overflatesjikt har jord med en god del organisk innhold. Dersom jord tilføres på lokaliteter med naturlig svært lite organisk innhold vil den gi grunnlag for helt forskjellig vegetasjon. I slike tilfelle kan det være aktuelt å bruke ammearter (se kapittel 4.1.5). Eksisterende jord er en dyrebar ressurs, og må behandles deretter, dvs. brukes målretta der den gjør mest nytte og uten å sløse. Det normale på Hjerkin er tørre, kvartære avsetninger i overflata, og relativt lite organisk jord. Det krever at en er forsiktig med å tilføre både for tykke sjikt og jord av matjordkarakter. Trolig er innholdet av finstoff viktigere enn et høgt organisk innhold. Bruk av jord ved tilbakeføring må ta utgangspunkt i eksisterende jordressurser i området. Aktuelle jordkilder er 1. fra vegvedlikehold før avvikling, 2. opprinnelige masser som blir til

overs i forbindelse med landskapsforming under tilbakeføringa og 3. myrjord hentet fra myrer i området og blandes inn i stedlig mineraljord. Det er en forutsetning at myrjord ikke hentes ut på en slik måte at det kommer i konflikt med naturfaglige verdier i området, eller fører til nye vegetasjonsskader. Produksjon av ny jord (fra kompost eller andre organiske kilder) blir etter en totalvurdering av behov, kostnader, tid og økologiske begrensninger, ikke anbefalt.

Kostnader og tidsperspektiv: Kostnadene ved denne metodene er styrt av transportavstand for jorda. Primært bør det brukes jord fra så nær inngrepet som mulig, og for de fleste situasjoner vil dette være både mulig og naturlig (jfr erfaringer fra pilotprosjektet samt Multiconsult sin rapport). Umiddelbar forbedring visuelt og økologisk, men en må forvente at den naturlige gjenveksten tar lang tid, avhengig av forutsetningene på den enkelte lokalitet og egenskapene ved jorda som brukes.





I forbindelse med bygging av ny skytevoll på Haukberget II i 1989/90 ble overflatejorda skrapa til side før bygginga tok til, og lagt tilbake som toppdekke da vollen var ferdigbygd. Tiltaket hadde umiddelbar estetisk effekt, og ga forbedrede betingelser for naturlig gjenvekst.

Jordbearbeiding på stedet

Bakgrunn: En del veger og anlegg i skytefeltet er bygd ved å legge et toppdekke, ofte kombinert med noe tilførte masser, rett oppå eksisterende vegetasjon. Dermed er det mulig å grave seg ned til den opprinnelige overflata ved å fjerne de tilførte massene. Opprinnelig overflate er svært komprimert, og for å få i gang jordprosessene er det nødvendig å løsne og bearbeide jorda. Tilsvarende bearbeiding kan være aktuelt der vegetasjonsdekket er slitt vekk av terrengkjøring, men der det fremdeles er et organisk toppsjikt. Omrøring av overflata vil øke tilgangen på luft og vatn, og etter hvert få i gang de mikrobiologiske og kjemiske prosessene i jorda. Jordbearbeiding må ikke gjennomføres uten en grundig vurdering av jordtype og topografi, ettersom graving i ustabile masser kan føre til erosjon.

Erfaring: Jordbearbeiding er spesielt aktuelt i forbindelse med fjerning av veger. Ettersom dette ikke har vært en aktuell skadetype i tidligere prosjekter har ikke metoden vært

testet ut. Men i pilotprosjektet som er gjennomført sommer/høst 2002 har denne metoden stått sentralt. Den opprinnelige overflata som er avdekket gjennom fjerning av toppdekke ser ut til å være svært gunstig for ny etablering av vegetasjon, med rikelig av finmasser og noe organisk innhold. Andel organisk materiale og forekomst av frø i den opprinnelige overflata er ikke testet, men andre studier har vist at frø som ligger i jorda kan være spiredyktige, selv etter flere tiår i frøbank, særlig i kaldt klima (se f. eks. Priestley 1986, McGraw et al. 1991). Det ble samlet inn jordprøver umiddelbart etter graving i pilotprosjektet. Disse kan dyrkes fram i veksthus, og gi ny og viktig kunnskap om frøbankens betydning som kilde for naturlig gjenvekst i tilbakeførte inngrep ved dette og tilsvarende prosjekter i framtida.

Anvendelighet ved tilbakeføring: Med bakgrunn i skadebildet i skytefeltet og de erfaringene vi har fått gjennom pilotprosjektet, er det åpenbart at dette kan bli en sentral

metode ved tilbakeføring av veger, avkjørsler, standplasser og lignende, der masser er lagt direkte oppå opprinnelig overflate, og der det er et visst innhold av finstoff og organisk materiale. Metoden kan generelt ikke anbefales som tilstrekkelig der den opprinnelige overflata består av grove eller reint minerogene masser, men dette må vurderes individuelt for hvert inngrep. Vellykket gjennomføring forutsetter erfarne maskinførere, som i tillegg til teknisk kompetanse også har forståelse for landskapet og økologiske forhold. Metoden må vurderes spesielt kritisk for hellende terreng, eller ved finkorna substrat.

Kostnad og tidsperspektiv: Kostnadene er knyttet til maskinell utførelse, jfr. pilotprosjektet. Metoden gir umiddelbar forbedring visuelt og økologisk. Liten kortsiktig, men forventet god langsiktig effekt på etablering av nytt vegetasjonsdekke. Naturlig gjenvekst er avhengig av forutsetningene på den enkelte lokalitet (Tabell 1, vedlegg 2).

4.1.4 Plantemateriale av stedegne arter

Bruk av introduserte arter har tradisjonelt har vært den vanligste revegeteringsmetoden, men det eksisterer det etter hvert en del erfaring med bruk av stedegent plantemateriale både fra Hjerkinns og andre alpine strøk. Fordelen med de stedegne artene er at de er tilpasset miljøforholdene, og at de har farge og utseende som ikke skiller seg ut fra omgivelsene (Murray 1987, Walker & Walker 1991, Billings 1992, Urbanska 1987, Crawford 1997a, Oksanen & Virtanen 1997, Shaver et al. 1997). De representerer heller ingen fare i forhold til genetisk forurensing, som blir diskutert i kapittel 4.1.5. Hovedproblemet med alle metoder som tar i bruk stedegne arter er tilgangen på plantemateriale, og følgelig også kostnadene.

Småskala innsamling av frø/fragmenter

Bakgrunn: Det finnes en rekke fjellarter som produserer rikelig med frø, og der frøene har god spireevne (se Hagen 2002). Disse frøene kan ha et potensiale for å initiere naturlig gjenvekst på lokaliteter der artene er naturlig tilpasset. Også vivipare enheter som yngleknopper eller utløpere kan brukes på tilsvarende måte. Frøene må samles for hånd og såes ut på spesielle, utpekte lokaliteter. Frøene kan lagres ei stund etter innsamling,

men lagringsevne varierer mellom arter (Hartmann 2002). Yngleknopper har dårlig lagringsevne. Innsamling, knusing og spredning av lavfragmenter har vært utprøvd i forsøk på Finnmarksvidda (Gaare 2002). Det finnes en del erfaringer fra andre deler av Europa med forsøk på å øke veksthastigheten for lav, se for eksempel hjemmesida til British Lichen Society (<http://users.argonet.co.uk/users/jmgray/index.htm>). Metoden bør utprøves videre, med flere arter og på andre substrat, særlig med tanke på revegetering i mellomalpin region.

Erfaring: Det finnes noen spredte eksempler på bruk av håndsamlte frø til direkte utsåing på Hjerkinns, men kun som småskala forsøk (Hagen 1994). De fleste slike forsøk i litteraturen er knyttet til bevaring av sjeldne arter eller populasjoner, eller for å reetablere lavdekke etter beiteskader.

Anvendelighet ved tilbakeføring: Metoden kan ha et potensiale utover det som er utprøvd til nå på Hjerkinns, men vil være knyttet til tiltak i små inngrep med helt spesielle mål med revegeteringa. Metoden kan være en grep for å øke lokal medvirkning, f.eks. i form av et skoleprosjekt.

Bruk av lav til revegetering i høyereliggende områder bør absolutt utredes videre, selv om dette primært vil ha en kosmetisk funksjon i landskapet.

Kostnader og tidsperspektiv: Enhetsprisen er høy, men denne metoden vil aldri bli aktuell over store arealer, og vil totalt sett ikke innebære stor kostnad. Usikker, men forventet langsiktig effekt lokalt.

Storskala oppformering og senere utsåing av frø

Bakgrunn: Tilbakeføring av skytefeltet er et gigantisk prosjekt, og det trenges metoder som kan gjennomføres i stor skala. For å kunne benytte stedegent plantemateriale i denne målestokken er det nødvendig å sette i gang innsamling og oppformering av frø fra lokale populasjoner, som kan anvendes som erstatning for kommersielle frø.

Erfaring: Det er gjennomført et lite prøveprosjekt med innsamling og oppformering av sauesvingel (*Festuca ovina*) i samarbeid med Planteforsk – Kvithamar

(Hagen 1994, 1998). Et sandområde ved Storranden ble tilsådd med 10 kg frø i 1996. Frøet spirer, men ikke så bra som foredla, kommersielle blandinger i samme område, og det kunne med fordel vært sådd i høyere konsentrasjoner. Lokaliteten er svært tørr og ustabil. Erfaringer fra tidligere forsøk, samt vekstbetingelsene i inngrepet er avgjørende for tilpasning av frømengde. Noen eksperimenter med tilsåing har rapportert at stedegne grasarter har fortrent andre arter (Densmore 1992, Chambers 1997, Strandberg 1997). Dette understøtter viktigheten av at slike tilsåinger

tilpasses vekstbetingelsene på voksestedet, med tanke på frøtype, frømengde, gjødsling etc. Kommersielle frøsorter er avlet fram spesielt med tanke på egenskaper som rask spiring, rask vekst og sterk konkurransevne. Disse egenskapene vil ikke være til stede i like stor grad hos stedegne, oppformerte sorter. Det finnes erfaring med oppformering av frø fra lokale populasjoner til andre formål, som markblomsterfrø til blomstereng (se for eksempel www.blomstereng.no), og det eksisterer et nettverk av frøprodusenter i Norge.



Storskala tilsåing av grasfrø skjer mest effektivt med spøytesåing

Anvendelighet ved tilbakeføring: Det finnes en rekke inngrep i skytefeltet som er avhengig av tilsåing for å få etablert et nytt vegetasjonsdekke. Dersom det ikke skal brukes innførte frø, i form av kommersielle frøblandinger, er oppformering av stedegent frø et nødvendig tiltak. Slik oppformering tar mange år. Sauevingel er den mest aktuelle

arten, ettersom den er tørketålende og en svært vanlig pionerart i ulike typer inngrep. Det er noe erfaring med denne arten fra tidligere, og det finnes en god del erfaring med oppformering av nært beslektede arter. Det ble samla inn et prøveparti med frø fra populasjoner av sauevingel på Hjerkin i 2002, gjennomført av firmaet Agrokonsult, ved

Helge Oskarsen. Dette var en svært god sommer, med høge temperaturer over svært lang periode, noe som gir god frøkvalitet. Det er ikke hvert år det produseres modne frø i fjellet, og det har vært viktig å utnytte denne uvanlig gode veksts sesongen.

Kostnader og tidsperspektiv: Oppformering av stedegne frø er en mye dyrere metode enn bruk av kommersielle frø. Frøproduksjonen må foregå i flere faser: innsamling, første generasjons oppformering og andre generasjons oppformering i større målestokk, og det vil i tillegg være utgifter forbundet med innsamling, rensing og frøanalyser (Oskarsen 2002). Når frøet er tilgjengelig kan selve tilsåinga foregå på tilsvarende måte som for kommersielle frø. Det er forventet en kortsiktig effekt i form av spirende grasdekke. Langsiktig effekt vil være en overgang mot større diversitet, der andre stedegne arter etablerer seg i grasvegetasjonen. Naturlig gjenvekst er forventet å gå seint, ettersom dette tiltaket vil anbefales for lokaliteter med dårlige vekstbetingelser.

Dyrking og utplanting av stedegent plantemateriale – stiklinger og småplanter

Bakgrunn: Oppformering av småplanter fra stedegne frø og stiklinger kan være en annet måte å fremskaffe stedegent plantemateriale på (se for eksempel Nordberg et al. 1998, Handa & Jefferies 2000, Fattorini 2001, Hagen 2002, Hagen under utarb.). Gjennom en oppformingsperiode i veksthus (f. eks. gjennom en vinter) er det mulig å produsere nye planter på størrelse med mange år gamle individer i felt. Disse nye småplantene kan deretter plantes ut i inngrepet. Flere vanlige arter i skytefeltet er lett å oppformere på denne måten, og dette gjelder også arter som er knyttet til svært marginale voksesteder (Hagen 2002).

Erfaringer: Det ble gjennomført storskala oppformering i veksthus og utplanting av grønnvierplanter (*Salix phylicifolia*) i skytefeltet i 1999. Plantene ble satt ut i myrjord som ble henta lokalt, og har god overlevelse og kondisjon etter 4 år (Hagen under utarb.). Det er forventet at veksten de

første åra foregår i rotmassen, og eldre utplantinger fra andre fjellområder viser utvikling av vierkratt (Johan Sandberg, pers. medd.). Forsøk med direkte utplanting av vierstiklinger i felt på Hjerkin (uten veksthusperiode) har vært lite vellykket, med sakte vekst og stor dødelighet over en periode på 8-10 år. Vier er avhengig av snødekke om vinteren, og kan bare brukes i inngrep der denne forutsetninga er oppfylt. Det er også gjennomført forsøk med stiklinger av tre tørketålende lyngarter: mjølbær (*Arctostaphylos uva-ursi*), kreking (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) og tyttebær (*Vaccinium vitis-idaea*). Også disse etablerte seg med røtter i veksthus (Hagen 2002), og ble plantet ut i skytefeltet i 1999. Status etter tre veksts sesonger er god overlevelse, men sakte vekst (Hagen under utarb.).

Anvendelighet ved tilbakeføring:

Oppformering av stedegent stiklingmateriale er en aktuell metode i flere typer inngrep: i store inngrep der det skal skapes ny mosaikk (for eksempel HFK-sletta) kan vierplantinger i forsenkningene bryte opp store flater, langs elvekanter for å få raskere stabilisering – gjerne i kombinasjon med tilsåing, i små skråninger der det er ønske om synlige tiltak (gjerne av estetiske eller sosiale hensyn). Det eksisterer foreløpig for lite erfaring med lyngartene til at de kan anbefales direkte, men innen tilbakeføringa kommer i gang bør metoden evalueres på nytt. Dette kan være en aktuell metode for inngrep på ekstreme rabber eller i mellomalpin region, der det er svært vanskelig å finne egne tiltak.

Kostnader og tidsperspektiv: Produksjon av vierplanter foregår allerede i dag kommersielt, og kostnaden ved tiltaket beregnes direkte utfra pris per plante. Total kostnad avhenger av metodens omfang. Utplantinger har umiddelbar effekt, ettersom plantene har en viss størrelse og dekning. Det forventes lite kortsiktig effekt (utover den umiddelbare). Langsiktig effekt forventes å være etablering av nytt vegetasjonsdekke av stedegne arter, men er avhengig av forutsetningene på den enkelte lokalitet (Tabell 1, vedlegg 2).



Oppformering av stedegne vierplanter er en revegeteringsmetode som er utprøvd på Hjerkin. Stiklingene er oppformert i veksthus, og deretter utplanta på egne lokaliteter.



Inngrep ved Haukberget I tilplanta med vierplanter i 1999, fotografert i 2001.



Utplantning av lyngplanter er en metode som er under utprøving på Hjerkin. Metoden er interessant, men tidkrevende og kostbar, og vil trolig aldri bli arealmessig viktig.

Direkte flytting av vegetasjon (transplantering)

Bakgrunn: Studier av frøplanter og småplanter i fjellvegetasjon har vist at de har svært stor dødelighet (Bell & Bliss 1980, Bliss & Gold 1999). Ved å plante tuer og busker av voksne individer eller ferdige vegetasjonsmatter kan de mest sårbare stadiene i utviklinga (spiring og tidlig overleving) unngås, og sjansen for langsiktig overlevelse er stor (Fattorini 2001). Metoden er også gunstig ettersom transplantene er dekkende og frøproduserende allerede ved utplantning. Det som har vært det viktigste ankepunktet mot denne metoden har vært faren for at reparering av et område skal gå på bekostning av andre, ved at innhenting av plantemateriale skader det urørte området (May et al. 1982, Urbanska 1986, Colin & Ebersole 2001).

Erfaring: Første gang flytting av vegetasjon har vært tatt i bruk i aktiv revegetering på Hjerkin har vært i pilotprosjektet sommer/høst 2002. Prinsippene som ble fulgt var at det ikke skulle tas tuer fra tørr lyngvegetasjon eller fra områder med helling, dessuten skulle transplantene være mindre enn 1m², og ikke

taes tettere enn 10 m. Etter at tuene eller buskene var gravd opp, ble såret plastret best mulig ved å klappe inntil omkringliggende vegetasjon. Resultatet fra pilotprosjektet ser så langt svært bra ut. Vegetasjon fra omkringliggende områder har vært hentet på en svært skånsom måte, og tuene/plantene er plantet inn så de gir de inngrepet et naturlig preg. Den transplanterte vegetasjonen kan forventes å få dårlig kondisjon de første par åra, primært som følge av uttørking. Jordklumpen som følger med ved plantinga vil være viktig for langsiktig overleving og vekst.

Anvendelighet ved tilbakeføring: Med bakgrunn i skadebildet i skytefeltet og erfaringene fra pilotprosjektet, er dette en aktuell metode ved tilbakeføring av veger (og evt. anlegg). Metoden forutsetter at vegetasjonen inntil inngrepet kan hentes skånsomt, uten fare for erosjon, og at betingelser for naturlig gjenvekst er gode slik at nye inngrep unngås. Økologisk vurdering av enkeltinngrep er helt påkrevet før gjennomføring av tiltak. Dessuten setter metoden store krav til entreprenørens

forståelse av vegetasjon og landskap i og rundt inngrepet.

Kostnader og tidsperspektiv: Kostnadene er knyttet til maskinell utførelse, jfr. pilotprosjekt. Metoden gir umiddelbar visuell og økologisk

effekt. Usikker kortsiktig effekt, avhengig av overleving hos transplanter. Forventet god langsiktig effekt på etablering av nytt vegetasjonsdekke. Naturlig gjenvekst er avhengig av forutsetningene på den enkelte lokalitet (Tabell 1, vedlegg 2).



Flytting av etablert vegetasjon inn i tilbakeførte inngrep var en viktig metode i pilotprosjektet.

4.1.5 Plantemateriale av innførte arter

Revegetering med bruk av kommersielle arter kan ha to ulike mål:

- Tilsåing med arter som er best mulig tilpasset miljøet det de såes ut, og der målet er at de innførte artene skal etableres og forbli en del av vegetasjonen i området for framtida. Dette krever at de artene som brukes er i stand til å sette frø eller formere seg på annen måte.
- Tiltak der de innførte artene blir brukt for å tilrettelegge for naturlig gjenvekst. Slike arter blir kalt "ammearter" ("nurse-species") (Jordan et al. 1987). De skal virke stabiliserende på overflata, og på sikt

ikke ha innvirkning på vegetasjonen i området (Webber & Ives 1978). Ammearter må derfor være arter som ikke overlever i området på sikt, og som ikke kan krysse seg med stedegne populasjoner.

I alpine områder vil klimatiske forhold begrense valg av arter, og det kan være vanskelig å finne arter som både er i stand til overleve over en periode uten å sette frø, for deretter å dø ut når naturlig gjenvekst har kommet i gang. De artene eller sortene som ser minst avvikende ut er også de som har nære

slektninger i området, som de kan krysse seg med og gi genetisk forurensing.

Bakgrunn: Tilsåing med kommersielt tilgjengelige frø, primært grasarter, er en etablert metode innen revegetering. Metoden gir rask etablering av et plantedekke, men den langsiktige effekten for naturlig gjenvekst er ofte uforutsigbar (Cargill & Chapin 1987, Densmore 1992, Forbes & Jefferies 1999). Ved bruk av innførte arter vil det nye vegetasjonsdekket avvike fra det opprinnelige både økologisk, fysiognomisk og estetisk. Det er også en fare for at introduserte arter kan fortrenge eller krysse seg med stedegne arter (Parker & Reichard 1998). Praktisk anlagte prosjekter der slik tilsåing har vært brukt som revegeteringstiltak er ofte dårlig dokumentert (både i forhold til metode og resultat), og det finnes derfor få langtidsstudier å bygge på. En art kan bestå av en rekke sorter eller varianter². De artene som finnes i kommersielle frøblandinger er foredda sorter (ofte fra Nederland eller Danmark) av arter som også finnes naturlig i fjellet på Hjerkin, f.eks. sauesvingel (*Festuca ovina*), raudsvingel (*F. rubra*), engkvein (*Agrostis capillaris*). Faren for at de kommersielle sortene skal krysse seg med lokale artsfrøender er absolutt til stede, men vil være vanskelig å dokumentere uten omfattende genetiske studier.

Erfaring: Det finnes en del erfaring med bruk av kommersielle grasblandinger i ulike inngrep og vegetasjonstyper, og i kombinasjon med andre metoder på Hjerkin (Hagen 1994, Bjørklund & Hagen 1997). Fordelen med metoden er at det er mulig å etablere vegetasjon i svært skrinne inngrep innen et kort tidsperspektiv, og dette kan være nødvendig i noen tilfelle (Lessica & Allendorf 1999). Kombinasjon med vatn, gjødsel og alginatbindemiddel gir klart best spiring og

² Art: Den klassiske definisjonen av en art er at to individer som tilhører samme art kan kysse seg og få befrukningsdyktig avkom.

Sort: En sort kan sies å være en rase eller en type innen en art. Sort-begrepet blir ofte brukt innen frøproduksjon for å beskrive varianter av arter som er avlet fram på grunnlag av opprinnelse (eller egenskaper). I naturen er det vanligere å snakke om underarter eller varianter, dvs. populasjoner som har utviklet spesielle tilpasninger gjennom generasjoner.

etablering. Gjødsling gir en unaturlig grønnfarge de første par vekstsesongene. De mest fremmede artene (breiblada lavlandsgras) gir et vedvarende avvikende preg, mens arter med nære slektninger på Hjerkin (som ulike svingelarter) gir et mer naturlig preg. Frø- og gjødselmengde er svært avgjørende for resultatet, og må tilpasses vekstbetingelsene i inngrepene. Valg av arter må være avhengig av mål og tidsperspektiv. Ved bruk av ammearter bør det brukes arter med dårlig overlevingssevne i fjellet, som trolig vil se svært avvikende ut mens de er til stede. Forsøk har vist at lavlandsarter er i stand til å klare seg bedre enn forventet når de blir sådd ut (Hagen 1994).

Anvendelse ved tilbakeføring: Bruk av innførte arter er en metode som kan brukes i svært ekstreme inngrep, der det ikke er finstoff eller organisk materiale i jorda, og det er behov for rask etablering av et dekke for å stabilisere overflata. I inngrep der det finnes finstoff og organisk materiale i jorda er det tilstrekkelig å gjødsle, og i slike inngrep blir tilsåing ikke anbefalt, hverken med innførte eller stedegne arter.

Bruken av kommersielle frøblandinger ved tilbakeføring kan være problematisk å forsvare innenfor rammen av framtidig vern. "Samordningsgruppa for tilbakeføring av Hjerkin" har gitt signal om at det ikke skal brukes innførte arter ved tilbakeføringa. Kommersielle frøblandinger brukes i stor skala langs E6 over Dovrefjell, og det bør være en oppgave for miljøforvaltningen å etablere dialog med samferdselsmyndighetene med tanke på å få en konsistent holdning til dette spørsmålet for hele forvaltningsområdet.

Kostnader og tidsperspektiv: Tilsåing med innførte arter er en etablert kommersiell metode, og kostnadene reknes per m² tilsådd areal. Total kostnad er dermed avhengig av tiltakets omfang, som for dette prosjektet ser ut til å bli ingenting. Det kan forventes en kortsiktig effekt i form av spirende grasdekke. Forventet langsiktig effekt er etablering av stedegen vegetasjon, men effekten av det tilsådde gras for naturlig gjenvekst er usikker. Fare for kryssning mellom innførte og stedlige sorter. Naturlig gjenvekst er forventet å gå seint, ettersom tiltaket kun anbefales på lokaliteter med svært dårlige vekstbetingelser.



Tilsåing med kommersielle frøblandinger gir på kort sikt et grønt, avvikende vegetasjonsdekke. Effekter på langsiktig gjenvekst er ikke entydig. Det vil trolig ikke bli tillatt å bruke innførte arter under tilbakeføringa på Hjerkin.

4.1.6 Kombinasjon av metoder

I gjennomgangen av metoder er det ved flere tilfelle pekt på kombinasjoner av metoder. Dette er svært aktuelt, og vil i praksis være mer regelen enn unntaket når enkeltinngrep skal tilbakeføres. Kombinasjon av metoder omfatter to forhold: 1) konkrete behandlingsmåter som

inkluderer bruk av flere metoder, f.eks. gjødsel kombinert med alginatbindemiddel og evt. frø, jordbearbeiding kombinert med gjødsel, jordbearbeiding kombinert med flytting av vegetasjon, og 2) store inngrep som må behandles med ulike metoder for å få en mosaikk og et heterogent landskap, f.eks. HFK-sletta.

4.2 Ikke tiltak ("hands-off") som valgt løsning

Det vil i mange tilfeller være aktuelt å velge en løsning uten bruk av aktive revegeteringstiltak, og heller utnytte naturens egen evne til gjenvekst etter inngrep eller forstyrrelser. Dette er beskrevet teoretisk i kapittel 3.3. Kort sagt er det to hovedårsaker til at naturlig gjenvekst velges: aktive tiltak er ikke mulig eller aktive tiltak er ikke ønskelig.

Fordelene med naturlig gjenvekst ("hands-off"):

- slipper uønskede eller uventede effekter av revegeteringstiltak (eks. fremmede arter, endra -dominansforhold mellom arter, usikker langsiktig konsekvens av tiltak)

- mindre ressurskrevende (krever minimalt med innsats og penger)
- ingen påvirkning av områder der naturlige prosesser allerede er godt i gang
- reduserer faren for nye skader og inngrep ved tilbakeføring
- kan oppfattes som ”riktigere” fordi hele prosessen overlates til naturen selv

Ulempene med naturlig gjenvekst:

- går sakte, og i enkelte inngrep foregår det ingen netto tilvekst over tid (eks. erosjon kan gi stadig større inngrep, tørke kan føre

til at alle nye individer dør som småplanter)

- kan oppfattes som å løpe fra ansvaret dersom det ikke gjøres en aktiv innsats
- fører ikke nødvendigvis til vegetasjon som likner det opprinnelige (endra økologiske betingelser i inngrepet kan gi grunnlag for andre arter og samfunn enn det som var der før).

Hensikten med å sette i verk aktive revegeteringstiltak i inngrepene vil dermed være å unngå ulempene forbundet med naturlig gjenvekst.



Naturlig gjenvekst av veger, kjørespor eller lignende fører ofte til en vegetasjon som er forskjellig fra den opprinnelige, og en dominans av grasarter er vanlig. Endra miljøforhold på voksestedet gir andre vekstbetingelser enn før inngrepet, og dermed forhold for andre arter og plantesamfunn.

Ikke mulig å gjennomføre aktive tiltak

En del inngrep har en beliggenhet som umuliggjør aktive tiltak. Dette gjelder i hovedsak tiltak utenfor etablert vegnett, der maskinelle tiltak vil føre til nye og omfattende skader på vegetasjonsdekket. De fleste av denne typen er små inngrep, og de er generelt lite synlige. Naturlig gjenvekst bør anbefales, men kan ta svært lang tid (jfr. økologiske beskrivelse av inngrep). I spesielle tilfeller kan det foreslås manuelle tiltak, f.eks. for å hindre erosjon. Konkrete eksempler på slike inngrep er blenderingene på Storranden og småsår fra kjøring eller nedslag ute i terrenget i Grisungdalen og Grøndalen. I tillegg finns en del ekstreme inngrep med grove masser i bratte skrånninger der all mekanisk påvirkning vil føre til økt erosjon og utrasing, og landskapspleie vil trolig føre til omfattende nye skader. Det er ønskelig å stabilisere overflata der det er tekniske mulig, men for en del inngrep kan det vise seg umulig. Med tanke på den harde bruken området har vært utsatt for gjennom lang tid er det ikke nødvendigvis et nederlag å melde pass i forhold til tilbakeføring av de vanskeligste inngrepa.

Ikke ønskelig å gjennomføre tiltak

Det kan være flere grunner til at det ikke er ønskelig å gjennomføre tiltak i et inngrep. Dersom forholdene i inngrepet ligger til rette for naturlig gjenvekst, eller dersom naturlig gjenvekst har kommet i gang, er det i utgangspunktet ikke nødvendig med aktive revegeteringstiltak. Landskapspleie kan i en del situasjoner ødelegge begynnende vegetasjonsetablering, og skape behov for

ytterligere tiltak. I tillegg til økologiske vurderinger kommer både økonomiske, estetiske og samfunnsmessige begrunnelser for ikke å gjennomføre aktive tiltak, men det er utenfor rammen av denne utredningen.

Inngrep som har en avvikende form, men der naturlig gjenvekst har kommet i gang er en av de få situasjonene der hensyn til opprinnelig landskapsform og revegetering vil komme i konflikt. Ut fra rent økologiske hensyn vil denne utredninga fraråde tilbakeføring av en del inngrep der naturlig gjenvekst vil bli forsinket med inntil 40 år. Dette gjelder situasjoner der inngrepene ikke er så dramatiske at de påvirker det totale økologiske systemet i området. Eks. på slike inngrep er strekninger langs Storrandvegen (jfr. Vedlegg).

Eksempel på situasjoner der naturlig gjenvekst bør velges:

- inngrep der naturlig gjenvekst har kommet i gang, og der aktive revegeteringstiltak vil forsinke eller forstyrre tilbakeføringa eller føre til nye inngrep
- områder der skadebildet vurderes som lite dramatisk, og der det ikke er økologisk eller samfunnsmessig behov for økt tempo i gjenveksten (eks. vil ikke gi erosjon, ser ikke så ille ut)
- områder der det ikke er ønske om å bruke økonomiske ressurser på tilbakeføring, og inngrepene blir vurdert som ikke å ha stor negativ konsekvens for økosystemet (eks. inngrepet ligger i et område med lite ferdsel)



Der naturlig gjenvekst er kommet i gang bør "hands-off" vurderes opp mot eventuelle fordeler av aktive restaureringstiltak.

5 Hva skal vi gjøre og hvor skal vi gå? Konsekvenser av ulike løsninger

Alternative løsninger har ulike konsekvenser for både planlegging, gjennomføring og resultat av tilbakeføringa. I arbeidet med å avklare hva som er akseptable standarder for tilbakeføring dukker det opp en rekke problemstillinger og dilemmaer som det ikke

finnes enkle svar på, og der det må gjøres vurderinger med ulike faglige utgangspunkt. I dette kapitlet tas først opp en del utvalgte problemstillinger med spesiell relevans for revegetering, og deretter kommer en drøfting av hva som menes med vellykket revegetering.

5.1 Vurderinger av noen aktuelle dilemmaer i tilknytning til revegetering

Det vil føre for langt å gå igjennom alternative vurderinger i forhold alle revegeteringsmetoder, skadetyper og økologiske betingelser for gjenvekst. Med utgangspunkt i spesielt vanskelige, sentrale eller relevante problemstillinger følger nedenfor en tematisk gjennomgang, vurdert i forhold til strategiene i Plan- og utredningsprogrammet. Det faglige grunnlaget for vurderingene er beskrevet i foregående kapitler.

Naturlig gjenvekst eller aktiv revegetering ("hands-off" vs. aktive tiltak)

Det vurderes som svært lite sannsynlig at den ene av disse løsningene blir valgt for hele feltet, så avveiningen vil i praksis gjelde for enkeltinngrep, eller i avgrensa områder innenfor skytefeltet.

Valget mellom tiltak og ikke tiltak illustrerer de helt nye perspektivene og motsetningene som ligger i formuleringa "restaurere tilbake til opprinnelig tilstand" i Plan- og utredningsprogrammet. I vedtakene og planene for tilbakeføring sies det at tilbakeføringa av Hjerkinnskal skal tilbakeføres til naturlig tilstand. Området skal på sikt vernes i klassisk stil, og for at kvalitetene ved området skal oppfylle de kravene som stilles til vern (etter Naturvernloven) må det gjøres tilbakeføringstiltak. Den mest omfattende standarden som skisseres er "fullstendig tilbakeføring til opprinnelig tilstand, så langt praktisk mulig". Dette vil samtidig være den strategien som vil kreve mest aktive tiltak. Det klassiske naturvernet i Norge har tradisjonelt hatt en puristisk "fingrene av fatet" eller "naturen vet best"-holdning i forhold til forvaltningstiltak, der det beste er om naturen får være i fred uten inngrep eller påvirkning fra mennesker (Emmelin 1993, Aasetre 2000). I et

slikt perspektiv vil "hands-off" eller ingen tiltak være den naturlige konsekvensen i forhold til revegetering. Valget mellom tiltak og ikke tiltak blir dermed ikke et valg mellom en ekstrem eller en moderat strategi. Det er valget mellom hvordan man ønsker at området skal se ut i framtida og hva man kan godta som 'naturlig'. Før tilbakeføringsstrategien velges må det drøftes hvor man ser for seg skytefeltarealet i framtida - på en skala fra kulturlandskap til naturlandskap (drøftes i kapittel 6).

Konsekvenser av å velge enkelte metoder i forhold til andre

For noen inngrep er det åpenbart hvilken revegeteringsmetode som skal velges for å få best mulig resultat. For andre inngrep kan flere ulike metoder være aktuelle (jfr. Tabell 2, vedlegg 2). Foruten økologiske hensyn vil forhold som estetikk, økonomi, tidsperspektiv, tekniske løsninger og politiske føringer påvirke valget. Mangel på lange tidsserier og erfaringer fra storskala tilbakeføringer vil i noen tilfeller gjøre det vanskelig å velge tiltak på reint økologiske grunnlag. En totalvurdering av økologiske forhold i inngrepet, tilgangen på jord/frø/vegetasjon, valgt tilbakeføringsstandard for området og prioriteringer i forhold til andre tiltak vil avgjøre hvilken metode som er best for enkeltinngrep.

Tiltak utenfor etablert vegnett

Det finnes noen inngrep i skytefeltet som ligger utenfor etablert vegnett, dvs. som det kun er mulig å nå til fots, fra lufta eller ved bruk av terrenggående kjøretøy. Fram til en del av dem går det mer eller mindre gjengrodde kjørespor. Til andre inngrep, som f.eks. er resultat av vinteraktivitet eller nedslag, er det ingen kjørespor. Avstand til etablert vegnett og vegetasjonstyper mellom veg og inngrep vil i

de fleste tilfeller være avgjørende for valg av løsninger.

Generelt frarådes tiltak utenfor etablert vegnett ut fra den vurdering at faren for nye inngrep er stor. Unntak fra dette kan være aktuelt dersom: inngrepet er utsatt for omfattende erosjon, og skaden vil bli mye større uten aktive tiltak (ikke-maskinelle tiltak må vurderes)

- inngrepet er svært negativt for økologisk helhet i området (for eksempel der en del av et større inngrepsområde blir liggende igjen, mens resten tilbakeføres fordi det ligger ved veg)
- avstanden til veg er kort, og vegetasjonstypen mellom veg og inngrep er slitesterk (da kan vurderinger gjøres på samme måte som ved inngrep inntil veg, og en totalvurdering avgjør hvilken løsning som velges)
- tiltakene kan gjennomføres manuelt (dvs. uten bruk av maskiner)

Tilbakeføring av områder med tidligere gjennomførte tiltak

Det er gjennomført revegeteringstiltak på Hjerkinns gjennom 1980 og 1990 tallet. Resultatet av denne aktiviteten er i dag godt synlig i deler av feltet, og en del tiltak har hatt god effekt på vegetasjonsetablering. Som diskutert i kapittel 2 har utgangspunktet og målsettinga for disse tiltakene vært forskjellig fra det som blir framtidens situasjon, og i utgangspunktet skal ikke de tidligere gjennomførte tiltakene være til hinder for tilbakeføringa. Langsiktige utsikter for vegetasjonsutviklinga må være avgjørende for om tidligere revegeterte inngrep skal få ligge i fred:

- Tiltak som har vært gjennomført i områder med noe naturlig gjenvekst (primært ved hjelp av næringstilførsel) bør vurderes kritisk før landskapspleie gjennomføres. Gjenveksten blir her forsinket like lenge som naturlig gjenvekst har foregått, dvs. lenge før revegeteringstiltaket ble gjennomført (ofte inntil 40 år). Eks. Storrandevegen: vegen bygd i 1962, naturlig gjenvekst har pågått siden da, men gjødslingsforsøk ble gjennomført fra 1989.
- I inngrep der det har vært tilsådd med kommersielle frø og hvor det nå er behov for å gjennomføre landskapspleie kan dette gjennomføres uavhengig av tidligere tiltak. Tilsåing ble gjennomført i områder som

var uten stedegen vegetasjon, og videre gjenvekst blir kun forsinket med antall år fra første tilsåing (dvs. opptil 10 år).

- I noen av de tidligere revegeterte inngrepene er det brukt innførte arter. Dette kan være problematisk dersom framtidig forvaltning krever svært strenge restriksjoner i forhold til slike arter. Sett med pragmatiske øyne, og vurdert i forhold til den positive effekten tilsåing har hatt for begynnende vegetasjonsetablering i de mest ekstreme inngrepa i skytefeltet, bør det ikke gjøres noe for å fjerne disse plantene.

Tiltak i områder der naturlig gjenvekst har kommet i gang

Den største utbyggingen av skytefeltet, inkludert store deler av vegnettet, ble gjennomført først på 1960-tallet. I løpet av denne tida har naturlig gjenvekst i inngrepene kommet i gang, men er svært varierende avhengig av økologiske betingelser på voksestedet. I områder med organisk jord og noe fukttilgang er det etablert et nytt vegetasjonsdekke i løpet av denne 40-års perioden. De økologiske forholdene i lokalitetene er endret pga. inngrepet (men i ulik grad), med den konsekvens at den nye vegetasjonen er forskjellig fra den omkringliggende, og fra den opprinnelige.

Landskapspleie i inngrep med noe nyetablert vegetasjon, for eksempel langs vegnettet, vil føre til nye og omfattende inngrep. Dersom den opprinnelige overflata skal tilbakeføres vil det medføre nullstilling av vegetasjonen i et mye større område enn det som omfattes av selve vegbredda i dag. Fordelen med å tilbakeføre opprinnelig overflate må vurderes opp mot forventet langsiktig vegetasjonsutvikling uten slik tilbakeføring. Den eksisterende overflata vil gi grunnlag for andre arter og plantesamfunn enn den opprinnelige, men vil uten tvil være forenlig med det mellomste foreslåtte nivået i Plan- og utredningsprogrammet ("restaurere skjemmende spor og inngrep.") (se også diskusjonen om natur-kultur i kapittel 6, og Vedlegg). Ødeleggelse av naturlig revegeterte områder krever individuell vurdering, og frarådes på botanisk grunnlag der dette vil medføre omfattende nye inngrep.



En av de aller vanskeligste typen inngrep å finne en god løsning for er de vegene som er bygd ved at masse er skrapa sammen fra sidene, og der naturlig gjenvekst har kommet godt i gang. Den totale bredden av inngrepet kan være opptil tre ganger vegbredden.

Tilbakeføring vs. bevaring av vegnett

Det er helt åpenbart at andre forhold enn revegetering vil være styrende for avgjørelsene om hvorvidt, og i hvilken grad, vegnettet skal tilbakeføres. Både politiske og andre samfunnsmessige vurderinger vil her stå sentralt. Her følger noen vurderinger som kun tar utgangspunkt i revegetering: Stenging av veger vil medføre behov for aktive tilbakeføringstiltak. Naturlig gjenvekst går svært seint i komprimerte masser, knyttet til en rekke av forholdene omtalt i kapittel 3.3 (eks. mangel på luft/vatn, ingen vegetasjon). Dermed er "hands-off" et dårlig alternativ dersom vegene skal tilbakeføres. Når det er besluttet at en veg skal legges ned må det som et minimum gjennomføres overflatebehandling dersom naturlig gjenvekst skal komme i gang. Uten slike tiltak vil ikke vegen oppfattes som nedlagt på lang tid, og dette kan føre til fortsatt og eventuelt uønsket bruk. Opprettholdelse av

vegnettet vil kreve vedlikehold, som medføre fare for nye inngrep, jfr. eksisterende skader i tilknytning til vegnettet i skytefeltet. Opprettholdelse av vegnettet vil derfor kreve klare retningslinjer for vedlikehold og bruk. Det må tas høyde for behov for utvidelse av parkeringskapasitet, spesielt knyttet til indre eller høyereliggende deler av feltet, der betingelser for naturlig gjenvekst er spesielt marginale.

Fjerne vs. ikke fjerne subbus

Det er gjennom en årrekke brukt store mengder gruvegrus (subbus) som overflatedekke på vegene i skytefeltet. Undersøkelser gjennomført av NIVA (Temautredning - Forurensning til vann og grunn) viser at denne grusen inneholder tungmetaller, og det er påvist svakt forhøyede verdier av disse tungmetallene i overflatevatn i skytefeltet

(Rognerud 2002)³. Ytterligere undersøkelser av vatn, bunndyr og fisk er gjennomført, og resultatene vil foreligge i løpet av høsten. Foreløpige analyser tyder på at tungmetallanrikningene er lave, og ikke representerer forgiftningsfare for planter og dyr (Rognerud, pers.medd.).

Sprengstein har ei porøs og lettløselig overflate pga. det trykket den er utsatt for under sprenging. Sprengsteinen fra Tverrfjellet inneholder forhøyede verdier av flere sporstoffer som er viktige for plantevekst (som Zn, Ca, Cu) (Rognerud 2002). Dermed kan vi forvente at subbusen vil ha gunstig effekt på naturlig tilvekst. I pilotprosjektet er subbusen bevart i deler av forsøksfeltet, for å se om den har effekt på vegetasjonsetablering ved tilbakeføring av veger (kort- og langsiktig). Det bør vurderes om det i tillegg til gjennomførte målinger også bør tas prøver av vegetasjon (eks. gras og lav) for å vurdere faren for overføring av tungmetall til beitedyr.

³ Det finnes også naturlig høge tungmetallverdier i berggrunnen i deler av skytefeltet, noe vi blant annet kan se på den store forekomsten av tungmetallindikatoren fjelltjæreblom (*Lychnis alpina*).



Gruvegrus (subbus) er brukt som overflatedekke på vegene i skytefeltet. Grusen inneholder tungmetaller, men også viktige plantenæringsstoffer som kan gi bedre forhold for naturlig gjenvekst. Bildet er fra en vegkant langs Ringvegen, der sauesvingel (*Festuca ovina*) er i ferd med å etablere seg.

Spørsmål om fjerning av subbus er egentlig ikke så omfattende problem som det kan synes i første omgang: Det er lite sannsynlig at subbus blir fjerna fra veger som skal bevares. Der vegen skal tilbakeføres, og overskuddsmasse skal fjernes vil subbusen bli fjerna i samme operasjon (og hvordan den eventuelt deponeres eller brukes videre er ikke tema for denne utredninga). De problematiske situasjonene som gjenstår omfatter de vegene som ligger i terrenget, dvs. det er ikke tilført særlig med masser utover toppdekket. I slike tilfeller er alternativene enten å kjøre ut subbusen eller blande den med opprinnelig overflatemasse. I pilotprosjektet blir begge disse behandlingene testet. Fjerning av all subbus vil medføre omfattende gravearbeid i hele feltet, og dermed øke faren for nye inngrep. De fleste inngrepene ligger i tørre områder, hvor også faren for avrenning er minst.

Det vil ikke bli bevilget ubegrenset med midler til tilbakeføringa. Kostnadene ved å fjerne all subbus må vurderes i forhold til ønsket om å bruke tilsvarende ressurser på andre tiltak (eks. mulighet for å gjennomføre flere eller dyrere revegeteringstiltak). Fjerning av subbus vil være et omfattende og kostbart tiltak. Selv om det kan oppfattes som et viktig og riktig tiltak må også fjerning av subbus vurderes, og deretter inngå i en totalprioritering av tiltak.

Tid og penger

De ulike strategiene for tilbakeføring representerer ulike mål og kostnader. Det mest avgjørende for kostnadsbildet vil ikke være valg av revegeteringsmetoder, men hvilket omfang tilbakeføringa skal få (dvs. valg av standard/nivå i Plan- og utredningsprogrammet). Omfanget av naturlig gjenvekst ("hands-off"), fjerning av subbus og stenging

av veger vil være helt styrende for de økonomiske sidene av revegeteringa.

Tidsaspektet ved tilbakeføring må vurderes i to faser: 1. Den tida det tar å gjennomføre den tekniske delen (rydding, sanering, fjerning, landskapspleie, revegeteringstiltak). 2. Den tida det tar å etablere et vegetasjonsdekke (en lang fase med gjenvekst – enten det er gjennomført aktive tiltak eller ikke). Plan- og utredningsprogrammet (pkt. 5.2) ber om en vurdering av akseptabelt tidspunkt for vern. Det finnes ikke en entydig definisjon på når et område er ”ferdig revegetert”, utover at det er en eller annen gang i løpet av fase 2 (jfr. kapittel 6). Innenfor rammene av denne utredningen, og ut fra forståelsen av dynamiske og evigvarende prosesser i naturlige økosystemer er det uproblematisk å anbefale vern umiddelbart etter at den tekniske delen av restaureringa (fase 1) er gjennomført.

Viktigheten av at all tilbakeføring skjer på en skånsom måte bør styre framdrifta av prosjektet. Den tidlige fasen av tilbakeføringa bør brukes aktivt for å bygge opp kompetanse hos entreprenører og andre involverte. Tilbakeføringa bør foregå over lang tid fordi det må gjøres mange vurderinger underveis, lære av tidligere erfaringer og feil, og samme personell bør utnyttes over mange sesonger for å ta vare på den kompetanse som opparbeides. Uansett hvor detaljerte tilbakeføringsplaner som lages vil det alltid være en forutsetning at det kan gjøres kontinuerlige vurderinger fra fagfolk underveis i prosjektet, spesielt med tanke på biologiske og landskapsmessige forhold.

Tidsaspektet ved bruk av de enkelte revegeteringsmetodene er systematisk vurdert i kapittel 4.1. Det er aldri mulig å helt sikkert

hvordan et tiltak vil utvikle seg over tid. Uforutsigbare miljøforhold (for eksempel gode og dårlige år) i tida etter tiltaket kan få store konsekvenser for etablering av vegetasjon.

Hvordan forebygge nye inngrep under tilbakeføringa og i gjenværende driftsfase?

Tilbakeføringsfasen er kritisk i forhold til fare for nye inngrep. Fjerning av inngrep utenfor eksisterende vegnett er allerede omtalt, likeså det økte kjøre- og gravebehovet ved fjerning av subbus. Det viktigste forebyggende tiltaket er imidlertid knyttet til fjerning av veger og installasjoner. Her må forebygging av nye inngrep inn som en viktig premiss i planlegging og gjennomføring. Bruk av entreprenører og personell som i tillegg til god teknisk kompetanse også har forståelse for landskap og vegetasjon er et svært viktig forebyggende tiltaket. Å unngå nye inngrep er en sentral forutsetning for vellykket tilbakeføring. Høgt tempo på framdrift er ikke uten videre forenlig med dette.

Stortingsvedtaket om tilbakeføring kom i 1999, og endelige nedleggelse av Hjerkinns skytefelt er fastsatt til 2008. Gjennom hele denne 10-års perioden skal det foregå militær aktivitet i feltet, med de farer for nye inngrep som dette innebærer. Til tross for fortsatt drift bør nedleggingsvedtaket legge visse føringer på aktiviteten i denne perioden, slik at nye inngrep unngås. Dette er også understreket i Plan- og utredningsprogrammet (pkt. 5.3). Det bør gjøres en samlet vurdering av militært behov, konsekvenser av eventuelle nye inngrep, plan for revegetering og alternative løsninger i forhold til den daglige drifta av feltet. Fokus på disse forholda i løpet av siste driftsår vil både forebygge nye inngrep og lette planlegging av selve tilbakeføringa.

5.2 Hva er vellykket revegetering?

En viktig del av utredningsarbeidet er å gi innspill på hva som skal være realistiske mål i prosessen. Kort sagt: Hva er en vellykket revegetering? Hvordan er det ønskelig at området skal se ut i framtida – både i kort og langt tidsperspektiv? Og hvordan kan vi forvente at det vil se ut, utfra rent økologiske betraktninger. Stortingsmeldinga skisserer svært ambisiøse mål for restaurering av

skyttefeltet. En faglig vurdering av hva som er økologisk mulig er viktig for å gi realistiske forventninger.

5.2.1 Hva er ønskelig?

De ulike strategiene for tilbakeføring representerer ulike ønsker om hvordan området skal se ut i framtida. Formulering og valg av strategier vil være avhengig av hvem som

formulerer og hvem som velger. I 1999 ble det gjennomført et forskningsprosjekt finansiert av NTNU (Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet) og NFR (Norges Forskningsråd), der holdninger til restaurering og revegetering i to studieområder (Hjerkinnskytefelt og Longyearbyen på Svalbard) ble undersøkt. Resultatene blir presentert i sin helhet i artikkelen "*Communicative Approaches to Restoration Ecology: a case study from Dovre Mountain and Svalbard, Norway*" (Hagen et al. 2002). Noen viktige hovedresultater fra studien blir gjengitt her.

Deltakerne i studien kom fra en rekke grupper og aktører i området: ulike nivåer innen miljøforvaltningen, kommunal forvaltning, lokalbefolkning, reiselivsnæring, turister og ulike grupper innen Forsvaret. Generelt kan vi si at ulike personer har ulike ønsker om hvordan området skal se ut, og dette påvirkes i hovedsak av deres tilknytning til området og hvilket natursyn de har (Hagen et al. 2002). Deltakerne ga følgende bilde av sitt syn på dagens status for området og framtidig bruk:

- Området er generelt mindre ødelagt enn forventet – sett i forhold til nivå på og varighet av den militære bruken.
- Mange har sterke følelser for området og har hatt gode naturopplevelser her – gjelder både lokalbefolkning fra bygdene rundt Hjerkinnskytefeltet og personer som kun har vært innom i forbindelse med jobb eller fritid. Tilreisende har til en viss grad mer avstand til området, og betrakter det i mindre grad som "sitt".
- Det finnes et felles ønske om å ta vare på naturverdiene og finne en balanse mellom bruk og vern. Men hvordan dette best ivaretas er det ulike meninger om – som kan oppsummeres i tre "retninger":
 - drømmen om tilbakeføring til opprinnelig natur (puristisk)
 - praktisk tilnærming til opprydding (pragmatisk)
 - ønske om å utvikle området (næring)

Alle deltakerne er enige om at noen aktive revegeteringstiltak er nødvendig, og at området til slutt skal ende opp som en del av naturlig vegetasjon. Hovedskillet i synspunkter er på graden/omfang av tiltak, og i hvilken grad man kan akseptere bruk av introduserte arter. Holdninger til revegetering blant aktørene på

Hjerkinnskytefeltet kan kort oppsummeres på følgende måte:

- Positiv holdning til gjennomføring av aktive tiltak.
- Føler forpliktelse til å finne gode løsninger.
- "Ikke tiltak" blir av mange oppfattet som svært aktuelt i deler av området, men samtidig er det en frykt for at dette kan bli oppfattet som å løpe fra ansvaret.
- Svært ulike holdninger til bruk av introduserte arter (fra total avvisning til pragmatisk aksept)
- Rent estetiske kvaliteter er viktig for en vellykket revegetering – og blir ikke oppfattet som motsetning til økologisk kvaliteter.
- Godtar i teorien svært langt tidsperspektiv (men uklart hva dette egentlig innebærer i praksis). Det blir sett på som viktig å komme i gang med aktive tiltak raskt.

En interessant oppfatning blant deltakerne i undersøkelsen er den svært sterke troen på at tilbakeføringa kommer til å bli en suksess, og at naturen til slutt uansett vil styre området tilbake til "det opprinnelige". Et opprinnelig vegetasjonsdekke blir betraktet som et ideelt resultat, og det er stor tillit til at aktive revegeteringstiltak vil lede området "tilbake til naturen".

5.2.2. Hva er mulig?

Økologiske, økonomiske, politiske og andre forhold er styrende for hva som er mulig å oppnå i tilbakeføringa, og setter naturlige begrensninger på valg av løsninger og hvilke mål som kan formuleres.

Kunnskap om langsiktige økologiske effekter av revegeteringstiltak i arktisk og alpin vegetasjon er svært begrenset. Imidlertid, basert på eksisterende økologisk kunnskap om revegetering kan man ikke forvente at naturlig vegetasjon blir etablert innen i tidsperiode på f.eks. 100 år (Crawford 1997b, Forbes & Jefferies 1999). Dette vil selvsagt variere med økologiske forhold og type inngrep, men på Hjerkinnskytefeltet er situasjonen langt fra optimal: dramatiske inngrep (all vegetasjon fjernet) i tørre områder (grovt substrat og lite nedbør) blir sett på som "worst case" for naturlig gjenvekst. Samtidig er kunnskapsgrunnlaget om revegetering på Hjerkinnskytefeltet mye bedre enn i

de fleste andre tilsvarende områder, så forutsetningene for vellykket tilbakeføring er slik sett de beste.

Pilotprosjektet har vist at aktive tiltak kan gi umiddelbar forbedring av forutsetning for naturlig gjenvekst, samt ha en viktig estetisk betydning. Selv om områdene fra pilotstudien nå går inn i en svært lang periode med naturlig gjenvekst før et nytt vegetasjonsdekke er etablert, kan vi forvente at brukere og beslutningstakere vil akseptere sakte

5.3 Overvåking

Tilbakeføringsprosjektet på Hjerkinns representerer et spennende nybrottsarbeid innen norsk naturforvaltning, og er også forventet å vekke internasjonal interesse. 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 tilbakeføringa tar til. Det unike med Hjerkinns PRO er at det starter på et 0-nivå (= militær bruk), og følger området og økosystemet gjennom en periode med omstilling og tilbakeføring mot vedtatt nivå.

Tap av naturområder og trusler mot biologisk mangfold er det tradisjonelle utgangspunktet for norske overvåkingsprosjekter. Overvåkinga på Hjerkinns vil på mange vis ha motsatt innfallsvinkel ettersom det er tilbakeføringa til natur som skal følges. Metodikk og kunnskap fra eksisterende overvåkingsprogrammer (som Ferris-Kaan & Patterson 1992, DN 1998, Framstad & Kålås 2000) vil like fullt være det naturlige utgangspunktet, men valg av indikatorer og parametre gjøres med utgangspunkt i målet for tilbakeføringa. Det bør være et mål at overvåkinga skal framskaffe data og kompetanse som kan komme til nytte ved tilsvarende prosjekter i framtida (nasjonalt og internasjonalt).

Effekter av påvirkningsfaktorer (her; revegeteringstiltak) må være hovedtilnærminga for overvåkinga. Det er nødvendig å inkludere en rekke ulike parametre for å kunne avdekke endringer i biologiske systemer (Framstad & Kålås 2000). Overvåkinga på Hjerkinns kan trolig gjennomføres med færre og mer målretta

progresjon, og ha en god prosjon tålmodighet i forhold til langsiktige resultat pga. en "flying start". Vi kan imidlertid ikke forvente at alle tilbakeførte inngrep vil oppnå en så umiddelbar og god estetisk effekt som det vi har sett i pilotprosjektet, og dette vil sette større krav til tålmodighet (se vurdering av tidsaspekt for enkeltmetoder i kapittel 4.1, samt generell drøfting av tid i kapittel 5.1). Vi må også akseptere at noen områder, estetisk sett, blir verre før de blir bedre, som et ledd i langsiktig økologisk utvikling.

parametre enn ved generell overvåking av biologisk mangfold, ettersom de endringene man skal oppdage er resultat av målretta og dokumenterte tiltak. Det må velges et opplegg for overvåking som både 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 (få parametre overvåkes i mange områder) og en intensiv del (flere parametre i færre områder). Detaljer i et overvåkingsprogram må utvikles parallelt med plan for gjennomføring av tiltak. Eksempel på tema eller parametre som kan være aktuelle er:

- fjernmålingsstudier (flyfotografering/satellittdata) gjennomføres regulært (eks. per 5 år) (for arealvurderinger)
- etablering av fastruter for registrering av artsmangfold og vegetasjonsutvikling (for forskjellige revegeteringsmetoder i ulike naturtyper og for ulike typer inngrep)
- fremmede arter (forekomst/spredning)
- jordsmonnsparametre (for å følge utvikling av jordsmonn ved ulike revegeteringstiltak)
- effekter av nye eller endra aktiviteter (ferdsel, turisme, osv.)
- folks opplevelse av utviklinga/forløpet (aktører med ulike tilknytning)

Det vil være naturlig å utnytte eksisterende dataserier fra Hjerkinns i overvåkinga. Både resultat fra de tidligere revegeteringsprosjektene (fra 1989 – dd), samt pilotprosjektet (fra 2002) bør følges gjennom overvåkingsprogrammet.

6 Perspektiver på tilbakeføring: Mål, forventninger og valg av løsninger

Hensikten med tema utredningene og den videre beslutningsprosessen er å legge premisser for et framtidig landskap. Det skal gjøres valg, legges føringer og tas beslutninger om hvordan området skal se ut i framtida –

med utgangspunkt i hvordan området ser ut i dag, forestillinger om hvordan det har sett ut, osv. Slike beslutninger er basert på verdier, kunnskap, forventninger, utvalg av aktører, osv.

6.1 Målet om ”opprinnelig tilstand”

Refleksjoner omkring begrepet ”opprinnelig” tilstand er nødvendig i en diskusjon om revegetering. Plandokumentet opererer med formuleringen ”tilbakeføres til en mest mulig opprinnelig naturtilstand”. Forestillingen om en eller annen opprinnelig tilstand som vi kan bringe naturen tilbake til gjennom restaurering kan virke forlokkende. Dersom vi ser dette i sammenheng med moderne økologiske begreper som dynamikk, suksessjon og naturlig gjenvækst blir det straks mer problematisk (Grime 1979, Pickett & White 1985, Webber & Walker 1987). Alle landskap er en mosaikk skapt av prosesser og handlinger i tid og rom. Restaurering foregår i en økologisk, sosioøkonomisk og kulturell kontekst, som gjør begrepet ”opprinnelig tilstand” både teoretisk og praktisk villedende (Emmelin 1982, Cairns 1990, Strandberg 1997). Men: ved hjelp av økologisk kunnskap er det mulig å skape noe som er ”bedre” enn det var før restaurering – i forhold til de konkrete mål som er formulert for området.

Det er helt sentralt å formulere kriterier og mål i starten av et restaureringsprosjekt. Slike mål er ikke opplagte, og de kan ikke formuleres som absolutte sannheter. Målene er formulert

av noen – med sin kunnskap, sine forventninger, og ikke minst med sitt verdisyn. Hvilken prosess som ligger bak formulering av målene, samt hvem som har fått delta og ha innflytelse, er dermed avgjørende for hvordan målet blir. I et økologisk perspektiv vil et stedegent plantesamfunn være ”bedre” enn en eller annen sosialt akseptabel tilstand, og dermed av større verdi for en fagperson – men for en bruker av området vil det ikke nødvendigvis være en forskjell. Vi formulerer mål basert på verdier og prioriteringer, dvs. vi vil aldri komme ut med en objektiv ”opprinnelig tilstand” som sluttprodukt i en tilbakeføring. Ved tilbakeføring av Hjerkinns skytefelt må det derfor ikke søkes et objektivt mål eller en vedtatt sannhet for hvordan området skal bli. Plan- og utredningsprogrammet beskriver noen alternative strategier. I utgangspunktet er ingen av disse strategiene riktigere eller bedre enn noen av de andre, de representerer bare ulike forventninger og mål (dvs. alternative framtidige landskap, Figur 1). Det blir dermed mer relevant å snakke om en ”ønsket tilstand” snarere enn om en ”opprinnelig tilstand” når målet med tilbakeføringa skal formuleres (Hagen et al. 2002).

6.2 En naturlig natur?

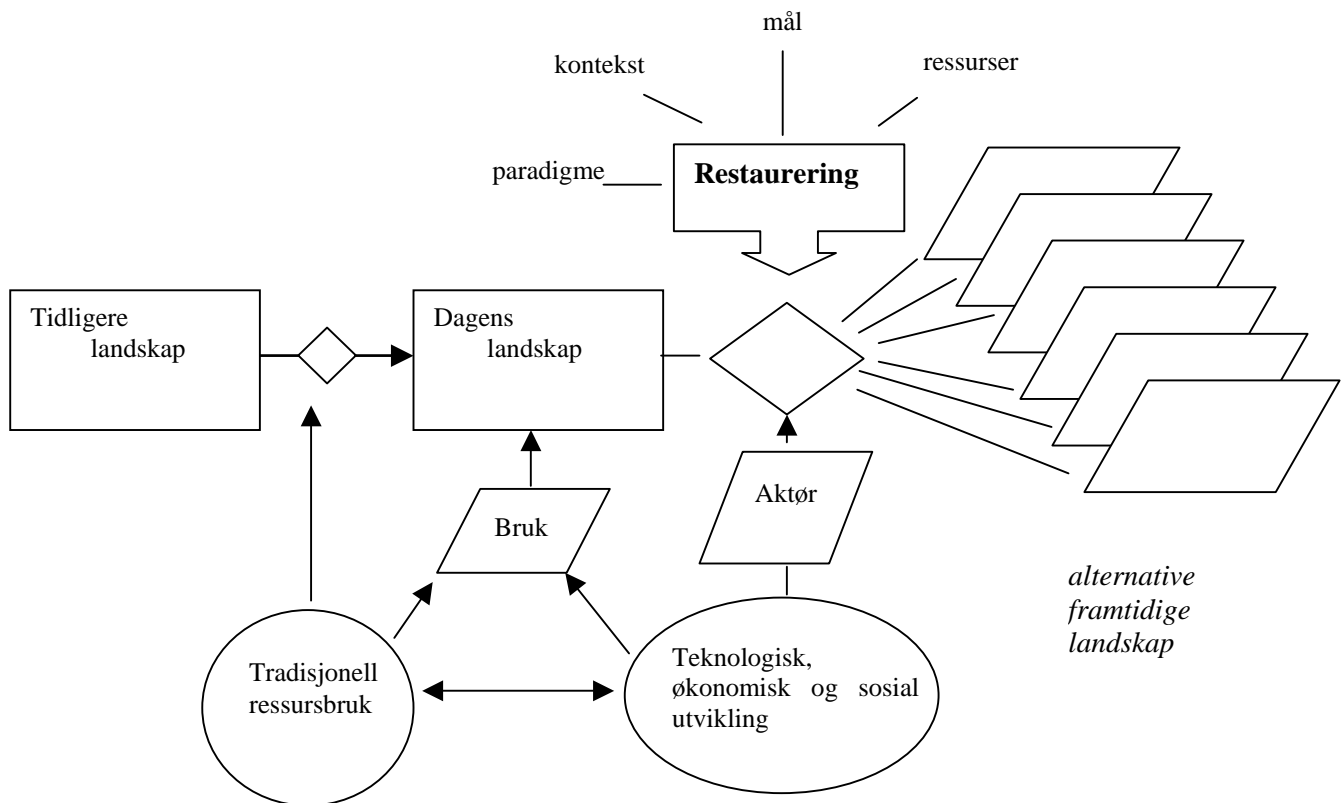
Skillet mellom naturlandskap og kulturlandskap er ikke åpenbart. Aasetre (2000) beskriver forvaltningens oppfatning av landskap som en tredeling: det moderne tekniske landskapet, det tradisjonelle kulturlandskapet (”kultur-natur”) og urørt natur (”natur-natur”). I Norge øker arealet av det moderne tekniske landskapet på bekostning av de to andre. Arealet i dagens skytefelt er fordelt mellom alle disse kategoriene av

landskap. Plan- og utredningsprogrammet signaliserer at tilbakeføringa på Hjerkinns skytefelt skal gå i motsatt retning av det som er trenden i norsk natur i dag – og at teknisk landskap skal vike til fordel for natur. Hvorvidt det er mulig å tilbakeføre området til natur kan det stilles både biologiske og filosofiske spørsmål ved. Kanskje tilbakeføringsprosjektet på Hjerkinns skytefelt gjør det nødvendig å utvide landskapsinndelinga med en ny kategori som

omfatter mennekeskapt landskap som er utviklet i retning natur på bakgrunn av aktørers verdier og ønsker, politiske avgjørelser, fagkunnskap og retningslinjer fra forvaltningen?

Det vil være vesentlig for tilbakeføringsprosessen at framtidens landskap på Hjerkin aksepteres som forskjellig fra urørt

natur. Slik aksept vil dempe stereotype, puristiske og urealistiske forventninger om å gjenskape området til noe "opprinnelig". Det som skal skapes gjennom tilbakeføringa er et framtidig landskap, styrt av menneskelige valg, men der naturen i området gir føringer i forhold til hva som er økologisk mulig, og der gamle og nye spor av mennesker kan inngå som en del av landskapet.



Figur 1: En modell av landskapsutvikling. Dagens landskap er et produkt av interaksjoner mellom naturgitte forhold, arealbruk og samfunnmessig utvikling. Framtidige landskap kan gå i ulike retninger ut fra hvilke samfunnmessige forhold som påvirker aktørene i landskapet. Restaurering må sees i rammen av en slik videre forståelse av landskapsutvikling. Tilpasset etter Emmelin (1982).

7 Prioritering av tiltak

”det viktigste er å komme i gang – å se at noe blir gjort”

Sitat fra seminar gjennomført i forbindelse med holdningsstudie på Hjerkin i 1999.

Når alle forhold knytta til overordna prioriteringer av områder og tiltak ved tilbakeføring er gjennomført vil det trolig være lite spillerom igjen til prioriteringer innen temaet revegetering. Dermed er det ikke hensiktsmessig å lage en egen prioriteringsliste

for revegetering av konkrete inngrep. En slik detaljert prioritering kan først påbegynnes når beslutningene om nivå/standard er tatt. Nedenfor følger drøfting av en del generelle forhold knyttet til prioritering av revegeteringstiltak.

7.1 Overordna og styrende faktorer ved prioritering

Det finnes en rekke ulike utgangspunkt for prioritering av tiltak ved tilbakeføring, og noen av disse er overordna og styrende for videre handling.

Politiske føringer: Beslutninger om nivå på tilbakeføring (jfr. Plan- og utredningsprogrammet) skal tas på bakgrunn av temautredningene. Dette vil være utgangspunktet for å lage konkrete planer for tilbakeføring, og er dermed sterkt førende i forhold til prioritering innen og mellom områder. Dette vil også gi føringer i forhold til framtidig bruk.

Geografiske forhold. Gjennom dialog med flere andre delutredere og aktører i prosessen har vi kommet til at det er naturlig å gjøre en overordna, grov inndeling i geografiske hovedområder. Denne kan være utgangspunkt for en ytterligere inndeling og prioriteringer. Dette er også et hensiktsmessig utgangspunkt for videre vurdering av verneformer. En naturlig inndeling er å skille mellom perifere områder (sentrale og sørlige deler av feltet med store uberørte områder, eks. Grøndalen, Einøvlingen) og sentrale områder (der de fleste inngrepene er konsentrert, eks. Haukberget, Storranden).

Skadetyper: Innenfor planområdene og de geografiske hovedområdene er det nødvendig

med en prioritering av inngrep som skal tilbakeføres. Landskapsmessige og økologiske vurderinger vil stå sentralt ved utvelgelse av inngrep. I tillegg vil praktiske og tekniske begrensninger sette premisser for rekkefølgen og delvis utvalget av inngrep.

Økologiske vurderinger som må legges til grunn ved prioritering av enkeltinngrep er: har inngrepet stor negativ konsekvens for den økologiske helheten i området (prioritering av inngrep må tilstrebe helhet)

- er det erosjonsfare ved dagens tilstand
- er det fare for nye inngrep ved tilbakeføring
- vil tilbakeføring medføre ødeleggelser der naturlig revegetering har kommet i gang
- vil tilbakeføring medvirke til å gjenskape miljø for spesielle arter, samfunn eller økosystem
- vil tilbakeføring føre til restaurering av vannveier og naturlige løp (hydrologi)
- føre-var-prinsippet (er det stor usikkerhet om langsiktig effekt av tiltak)
- oppfattes inngrepet som dramatisk i forhold til naturopplevelse og naturverdier i et landskapsøkologisk perspektiv (landskapsmessige og estetiske forhold blir drøfter i temautredning Landskap (Feste Lillehammer A/S 2002)).

7.2 Prioriteringer direkte knyttet til revegetering

Til forskjell fra rent tekniske tiltak vil det ved revegeteringstiltak være større behov for deltakelse, oppfølging og vurderinger i feltet

undervegs i den praktiske tilbakeføringa. De mest dramatiske inngrepa i skytefeltet bør få mest fokus, dvs. der vegetasjonsdekket er helt

ødelagt og der det er grove masser uten grunnlag for naturlig gjenvekst. Behovet for aktive revegeteringstiltak er her både knyttet til å få etablert et vegetasjonsdekke overhode, men også i å legge forholdene til rette for en langsiktig naturlig gjenvekst som kan gi området et naturlig preg. Lite dramatiske inngrep der naturlig landskap er intakt og der det også er rester av opprinnelig vegetasjon (f. eks. kjørespor og stier) bør generelt få lite fokus i tilbakeføringa. Her vil naturlig gjenvekst på sikt gi et vegetasjonsdekke, uten bruk av aktive revegeteringstiltak.

7.2.1 Prioritering mellom ulike metoder

Generelt bør de enkleste metodene velges, dvs. metoder som griper minst mulig inn i naturlige prosesser. Sjansen for uventede effekter av tiltak blir minst mulig, sett i forhold til den manglende langsiktige kunnskapen som finnes om revegeteringstiltak i fjellet. Det enkleste og billigste tiltaket er å satse på naturlig gjenvekst, og ved å satse på dette i deler av feltet vil det bli friggitt ressurser til krevende tiltak i andre inngrep (jfr. fordeler med ”ikke tiltak” i kap. 4.2).

Ved valg av løsninger gjøres først en økologisk vurdering (jfr. kap. 3). Deretter vurderes konsekvenser av ulike løsninger (jfr. kap. 5). Dersom man etter en totalvurdering kommer fram til at flere metoder anses som like godt egna, og det skal gjøres valg, kan følgende ”rangering” av metoder være ei rettesnor (omfatter bare de mest aktuelle metodene):

1. ikke tiltak (”hands off”)
2. jordbearbeiding i overflata
3. gjødsel
4. gjødsel + alginat
5. oppformerte småplanter (eks. fra stiklinger)
6. flytting av vegetasjon
7. lokal jord til nytt toppdekke
8. tilsåing med stedegent frømateriale
9. tilsåing med innførte arter

Denne rangeringa inkluderer ikke kombinasjon av metoder, som i mange tilfeller er aktuelt.

7.2.2 Strakstiltak

Det er fremdeles mange år til skytefeltet skal legges ned og tilbakeføringa kan starte. For å øke sjansen for en vellykket tilbakeføring, for å tilrettelegge og bedre planlegging av tiltak og for å hindre at nye skader oppstår i tida fram til nedlegging bør det gjennomføres

”strakstiltak”. Noen av disse er allerede i gang, mens andre bør starte opp så snart som mulig:

- Starte oppformering av stedeigne frø for seinere storskala tilsåing. Innsamling av frø fra ulike lokale populasjoner er gjennomført sommeren 2002, og det er forventet at oppformert frø kan være tilgjengelig fra ca. 2006. For å optimalisere resultatet bør det gjennomføres analyser (som renhet, spiring, frøstørrelse) av frø fra alle populasjonene før frøet settes i produksjon, dvs. i løpet av vinteren 2002-2003 (Kontaktperson Helge Oskarsen, Agrokonsult). Det bør så raskt som mulig komme en antydning på totalt frøbehov av hensyn til planlegging av produksjon.
 - Etablering av jorddeponi. Jord med gode egenskaper for etablering av vegetasjon vil bli ettertraktet når tilbakeføringa tar til. Dersom det blir overskudd av jord i forbindelse med vegvedlikehold eller liknende, må den legges i anvist deponi. Det mest aktuelle er å videreføre deponiet etablert i massetaket på Storranden, som også ble benyttet i forbindelse med pilotprosjektet. Jorda i deponiet må bare brukes som del av ei total plan for revegetering ved tilbakeføring, dvs. ikke anvendes i daglig drift eller til ”sminking” av småskader.
 - Systematisk forebygging av nye skader i resterende driftsfase (jfr. kap 5.1). Det bør gjøres en samlet vurdering av militært behov, konsekvenser av eventuelle nye inngrep, plan for revegetering og alternative løsninger i forhold til den daglige drifta av feltet. Dette vil både forebygge nye inngrep og lette planlegging av selve tilbakeføringa.
 - Følge opp det gjennomførte pilotprosjekt. Den tekniske delen av prosjektet er gjennomført i 2002, og er omtalt flere steder i denne utredningen. Prosjektet har vært av stor verdi for å skaffe konkret erfaring med teknisk tilbakeføring av veger, og må overvåkes tett i årene som kommer i forhold til videre utvikling av vegetasjon og jordsmonn.
- Det bør vurderes å gjennomføre flere pilotprosjekt i andre områder og andre skadetyper kontinuerlig i tida fram mot avvikling. Dette er også antydning i Plan- og utredningsprogrammet (pkt. 5.3), og vil øke presisjonsnivået ved planlegging og gjennomføring av selve tilbakeføringa.

8 Litteratur

- Aasetre, J. 2000 Holdninger og kultur i norsk naturforvaltning. Doktorgradsavhandling, Fakultet for Samfunnsfag og Teknologiledelse, Geografisk institutt. NTNU, Trondheim.
- Bayfield, N.G. 1996. Long-term changes in colonization of bulldozed ski pistes at Cairn Gorm, Scotland. *Journal of Applied Ecology*, 33: 1359-1365.
- Billings, W.D. 1974. Arctic and alpine vegetations: plant adaptations to cold summer climates. I: J.D. Ives & R.G. Barry (red.): *Arctic and alpine environments*, s 403-444. Methuen, London.
- Billings, W.D. 1987. Constraints to plant growth, reproduction, and establishment in Arctic environments. *Arctic and Alpine Research* 19: 357-365.
- Billings, W.D. 1992. Phytogeographic and evolutionary potential of the Arctic flora and vegetation in a changing climate. I F.S.III Chapin et al. (red.): *Arctic ecosystems in a changing climate. An ecophysiological perspective*, s. 91-110. Academic Press Inc., San Diego.
- Bjørklund, I. & Hagen, D. 1997. Revegetering og landskapspleie i Hjerkinns skytefelt 1996-97. Sluttrapport. SMU-rapport nr. 7/97.
- Bliss, L.C. & Gold, W.G. 1999. Vascular plant reproduction, establishment, and growth and the effect of cryptogamic crusts within a polar desert ecosystem, Devon Island, N.W.T., Canada. *Canadian Journal of Botany* 77: 623-636.
- Bradshaw, A.D. & Chadwick, M.J. 1980. *The ecology and reclamation of derelict land*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Bradshaw, A.D. 1997. What do we mean by restoration? I: Urbanska, K.M. et al. (red.) *Restoration ecology and Sustainable development*, s. 8-16. Cambridge University Press, Cambridge.
- CAFF (Conservation of Arctic Flora and Fauna). 2001. *Arctic Flora and Fauna: Status and Conservation*. Edita, Helsinki.
- Cairns, J.jr. 1990. Some Factors Affecting Management Strategies for Restoring the Earth. I: Berger, J.J. (Ed). *Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth*, s. 347-351. Island Press, Washington DC.
- Cargill, S.M. & Chapin, F.S.III. 1987. Application of successional theory to tundra restoration: a review. *Arctic and Alpine Research* 19:366-372.
- Chambers, J.C. 1989. Seed viability of alpine species: variability within and among years. *Journal of Range Management* 42, 304-308.
- Clark, M.J. 1997. Ecological restoration – the magnitude of the challenge: an outsider's view. I: Urbanska, K.M. et al. (red.) *Restoration ecology and Sustainable development*, s. 353-380. Cambridge University Press, Cambridge.
- Conlin, D.B. & Ebersole, J.J. 2001. Restoration of an Arctic Disturbance: Differential Success of Species in Turf Transplants, Colorado, U.S.A. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 33: 340-347.
- Crawford, R.M.M. 1989. *Studies in plant survival. Ecological case histories of plant adaptation to adversity*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

- Crawford, R.M.M. 1997a. Habitat fragility as an aid to long-term survival in arctic vegetation. I S.J. Woodin & M. Marquiss (red.): Ecology of Arctic Environments, s. 113-136. Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Crawford, R.M.M. 1997b. Natural disturbance in high Arctic vegetation. I R.M.M. Crawford (red.): Disturbance and recovery in Arctic lands, s. 47-62. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Densmore, R.V. 1992. Succession on an Alaskan Tundra disturbance with and without assisted revegetation with grass. Arctic and Alpine Research 24, 238-243.
- Direktoratet for Naturforvaltning. 1998. Plan for overvåkning av biologisk mangfold. DN-rapport 1998-1. Trondheim.
- DiTomasso, A. & Aarssen, L.W. 1989. Resource manipulation in natural vegetation: a review. Vegetatio 84: 9-29.
- Elven, R., Fremstad, E., Hegre, H. Nilsen, L. & Solstad, H. 1996. Botaniske verdier i Dovreområdet. Rapport botanisk serie 1996-3. Vitenskapsmuseet – NTNU, Trondheim.
- Emmelin, L. 1982. Painting the Future - visual impact analysis of changes in the Swedish landscape. Forskningsrådsnämnden. Rapport 1982:15.
- Emmelin, L. 1993. Concept of Nature in Conservation Bureaucracy. I Lundgren, L. (red.) Views of Nature. Report 93:3, s. 21- 45. Swedish environmental protection agency, Stockholm.
- Fattorini, M. 2001. Establishment of Transplants on Mashine-Graded Ski Runs Above Timberline in the Swiss Alps. Restoration Ecology 9: 119-126.
- Feste Lillehammer A/S. 2002. Temautredning landskap. I trykk.
- Forbes, B.C. & Jefferies, R.L. 1999. Revegetation of disturbed arctic sites: constraints and applications. Biological Conservation 88, 15-24.
- Forbes, B.C. 1996. Plant communities of archaeological sites, abandoned dwellings, and trampled tundra in the eastern Canadian Arctic: A multivariate analysis. Arctic 49, 141-154.
- 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. & Kålås, J.A. 2000. TOV 2000 Nytt program for overvåking av terrestrisk biologisk mangfold – videreutvikling av dagens naturovervåking. NINA oppdragsmelding 702. NINA-NIKU, Trondheim.
- Gaare, E. 2002. Forsøk med regenerering av lav på hogstflater. Befaring på vinterbeiteområder i Anokangas, Muonio sameby. Manuskript.
- Gough, L., Wookey, P.A. & Shaver, G.R. 2002. Dry Heath Arctic Tundra Responses to Long-term Nutrient and Light Manipulation. Arctic, Antarctic and Alpine Research 34: 211-218.
- Grime, J.P. 1979. Plant strategies and vegetation processes. Wiley, Chichester.
- Gunnlaugsdottir, E. 1982. Vegetation development during restoration of eroded areas. Managed by the Icelandic state soil conservation. Medd. Växtbiologiska Inst., Uppsala, 4: 1-115.

- Hagen, D., Bjørklund, I. & Dahl, J.H. 1998. Totalkartlegging av skadeomfang i Hjerkinnskytefelt 1997. SMU-rapp.nr. 2/98.
- Hagen, D. 1994. Revegetering i Hjerkinnskytefelt - utprøving av metoder som utgangspunkt for forvaltning, og forebygging av terrengslitasje. Rapport 4/94, SMU, Universitetet i Trondheim.
- Hagen, D. 1996. Revegetering og landskapspleie - Hjerkinnskytefelt 1996-1997. Statusrapport frå praktisk revegetering i Hjerkinnskytefelt. Årsrapport. SMU-medd. 1/96.
- Hagen, D. 2002. Propagation of native Arctic and alpine species with a restoration potential. *Polar Research* 21, 37-47.
- Hagen, D. From small scale experiments to big scale project. Restoration experiences using native willows (*Salix* spp.) in a military training area at the Dovre Mountain, Norway. Under utarb.
- Hagen, D. Arctic and alpine restoration using native species transplants. Under utarb..
- Hagen, D., Aasetre, J. & Emmelin, L. 2002. Communicative Approaches to Restoration Ecology: a case study from Dovre Mountain and Svalbard, Norway. *Landscape research* 27 (3), 359-380.
- Handa, I.T. & Jefferies, R.L. 2000. Assisted revegetation trials in degraded salt-marshes. *Journal of Applied Ecology* 37: 944-958.
- Harker, D. (red.) 1993. *Landscape restoration handbook*. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Harper, K.A. & Kershaw, G.P. 1996. Natural Revegetation on Borrow Pits and Vehicle Tracks in Shrub Tundra, 48 Years Following Construction of the CANOL No1 Pipeline, N.W.T., Canada. *Arctic and Alpine Research* 28: 163-171.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T.Jr. & Geneve, R.L. 2002. *Plant Propagation. Principles and Practices* (7. utgave). Prentice Hall, New Jersey.
- Helm, D.J. 1995. Native grass cultivars for multiple revegetation goals on a proposed mine site in Southcentral Alaska. *Restoration Ecology* 3: 111-222.
- Jackson, L.L. et al. 1995. Commentary Ecological Restoration: A Definition and Comment. *Restoration Ecology* 3: 71-75.
- Jacobsen, P.A. & Skattum, P. 2002. *Temautredning – Etterladenskaper Bygg og Anlegg*. Multiconsult, Oslo.
- Jordan, W.R.III, Gilpin, M.E. & Aber J.D. 1987. *Restoration ecology. A synthetic approach to ecological research*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kielland, K. & Chapin, F.S.III. 1992. Nutrient absorption and accumulation in Arctic plants. I Chapin, F.S. Chapin III et al. (red.). *Arctic ecosystems in a changing climate. An ecophysiological perspective*. Academic Press, Inc., San Diego.
- Komendar, V.I. & Fodor, S.S. 1987. Restoration of the upper boundary of forests in the Carpathians Ukrainian SSR USSR. *Ukrayins'kyi Botanichnyi Zhurnal* 44: 25-28
- Larsson, J. Balle, O., Kristoffersen, H.P., Nordal, O., Rekdal, Y. & Toftedahl, J. 1985. *Vegetasjonskart Snøhetta 1:50 000*. Jordregisterinstituttet, Ås.
- Låg, J. 1981. *Berggrunn, jord og jordsmonn* (2. utg.) Landbruksforlaget, Oslo.

- Lesica, P. & Allendorf, F.W. 1999. Ecological Genetics and the Restoration of Plant Communities: Mix or Match? *Restoration Ecology* 7: 42-50.
- May, D.E., Webber, P.J. & May, T.A. 1982. Success of transplanted alpine tundra plants on Niwot Ridge, Colorado. *Journal of Applied Ecology* 19: 965-976.
- 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. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. Statens Kartverk, Hønefoss.
- Murray, D.F. 1987. Breeding systems in the Vascular Flora of Arctic North America. I: Urbanska (red.), *Differentiation Patterns in Higher Plants*. Academic Press, London.
- Nordberg, M.B.E., Simons, S, Alm, T., Alsos, I.G., Jakobsen, N.P. & Lund, L. 1998. Prosjekt "Revegetering Karasjokfjellet" 1995-1997 Avsluttende rapport. Tromsø naturvitenskap nr. 83. Tromsø.
- Oksanen, L. & Virtanen, R. 1997. Adaptation to disturbance as a part of the strategy of arctic and alpine plants. I R.M.M. Crawford (red.): *Disturbance and recovery in Arctic lands*, s. 91-114. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Oskarsen, H. 2002. Vedrørende innsamling og oppformering av sauesvingel fra Hjerkin. Intern notat.
- Parker, I.M. & Reichard, S.H. 1998. Critical issues in invasion biology for conservation science. I P.L. Fielder & P.M. Kareiva (red.): *Conservation biology for the coming decade*, s. 283-305. Chapman & Hall, New York.
- Pickett, S.T.A. & White, P.S. (red.) 1995. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, Inc., Orlando.
- Plan- og utredningsprogrammet. 2001. Tilbakeføring av Hjerkin skytefelt til sivile formål. Dovre kommune, Lesja kommune, Fylkesmannen i Oppland, Forsvarets Bygningstjeneste.
- Priestley, D. 1986. Seed aging: implications for seed storage and persistence in the soil. Comstock Publishing Associates, New York.
- Reynolds, J.F. & Tenhunen, J. D. 1996. Landscape function and disturbance in Arctic tundra. *Ecological Studies* 120. Berlin: Springer.
- Rognerud, S. 2002. Hjerkin skytefelt. Konsentrasjon av metaller i vannprøver innsamlet fra 20 bekker, 18. september 2001. NIVA Rapport LNR 4519-2002. Ottestad.
- Shaver, G.R., Rastetter, E.B., Nadehoffer, K.J. & Giblin, A.E. 1997. Carbon-nutrient interactions as constraints on recovery of arctic ecosystems from disturbance. I R.M.M. Crawford (red.): *Disturbance and recovery in Arctic lands*, s. 553-562. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Stortingsmelding nr 11 (1998-99). Regionalt skyte- og øvingsfelt for Forsvarets avdelinger på Østlandet - Regionfelt Østlandet. Oslo.

- Strandberg, B. 1997. Vegetation recovery following anthropogenic disturbances in Greenland. I R.M.M. Crawford (red.): Disturbance and recovery in Arctic lands, s. 381-390. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Urbanska, K.M. & Schütz, M. 1986. Reproduction by seed in alpine plants and revegetation research above timberline. *Botanica Helvetica* 96, 43-60.
- Urbanska, K.M., Hefti-Holenstein, B. & Elmer, G. 1987. Performance of some alpine grasses in single-tiller cloning experiments and in the subsequent revegetation trials above the timberline. *Berichte des Geobotanischen Institutes ETH, Stiftung Rübel, Zürich* 53: 64-90.
- Urbanska, K.M. 1995. Biodiversity assessment in ecological restoration above the timberline. *Biodiversity and Conservation* 4: 679-695.
- Urbanska, K.M. 1997. Safe site – interface of plant population ecology and restoration ecology. I K.M. Urbanska (red.): Differentiation patterns in higher plants, s. 81-110. Academic Press, London.
- van Andel, J. 1998. Intraspecific variability in the context of ecological restoration projects. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics*. 1: 221-237.
- van Diggelen, R., Grootjans, Ab.P. & Harris, J.A. 2001. Ecological Restoration: State of the Art or State of the Science? *Restoration Ecology* 9: 115-118.
- Walker, D.A. & Walker, M.D. 1991. History and pattern of disturbance in Alaskan arctic terrestrial ecosystems: A hierarchical approach to analysing landscape change. *Journal of Applied Ecology* 28: 244-276.
- Walker, D.A. 1997. Arctic Alaskan vegetation disturbance and recovery. I R.M.M. Crawford (red.): Disturbance and recovery in Arctic lands, s. 457-479. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Webb, N.R. 1997. The development of criteria for ecological restoration I Urbanska, K.M. et al. (red.) *Restoration ecology and Sustainable development*, s. 133-158. Cambridge University Press, Cambridge.
- Webber, P.J. & Ives, J.D. 1978. Damage and recovery of Tundra vegetation. *Environmental Consideration* 5: 171-182.

Vedlegg 1:

Noen vurderinger vedrørende tilbakeføring av veg

Veger kan bli den mest omfattende, og i mange tilfeller vanskeligste, typen inngrep å tilbakeføre på Hjerkin. Vegene går gjennom et mangfold av vegetasjonstyper, de representerer inngrep med svært ulike økologiske forhold og er anlagt med ulike

tekniske løsninger. Noen vegstrekninger er homogene, og samme revegeteringsmetode kan anbefales langs hundrevis av meter, mens andre strekninger må vurderes ned til 10 m nivå. Dette innebærer at løsninger på vurderes for svært ulike målestokker.



Tilbakeføring av veger vil bli den mest omfattende, og vanskeligste utfordringa på Hjerkin. Bildet er fra Haukbergkrysset.

Multiconsult har gruppert veger med utgangspunkt i opprinnelse av masser og plassering i terrenget (Jacobsen & Skattum 2002). Dette er også vesentlige forhold med

tanke på betingelser for naturlig gjenvekst. For å illustrere hvordan ulike typer veger har betydning for revegetering kan følgende

gruppering være et (langt fra altomfattende!!) eksempel:

1. Veger som er bygd ved at masser er lagt rett oppå eksisterende overflate, og der det fremdeles er organisk materiale og finstoff til stede når tilførte masse fjernes (gjelder for mesteparten av pilotprosjektet)
2. Veger som er bygd ved at masser er lagt rett oppå eksisterende overflate, men der den opprinnelige overflata består av grov mineraljord. Opprinnelig vegetasjonsdekke har vært så tynt og sparsomt at det er borte, og det er ikke noe organisk sjikt til stede (eks. deler av Ringvegen i Grøndalen, som går på fluvial sand, korte strekk av Storråndvegen langs E6 som går på grov stein).
3. Stedegne masser er skrapa sammen fra sidene, og brukt til å bygge opp vegen. Massene kan tilbakeføres direkte (evt. etter at subbus er fjerna) (gjelder store deler av Storråndvegen og stedvis langs Snøheimvegen). Tre aktuelle situasjoner (kanskje flere):
 - a) organisk materiale og finstoff til stede og gir gode forutsetninger for naturlig gjenvekst
 - b) lite organisk materiale og finstoff i stedegne masser, dvs. dårligere forutsetning for naturlig gjenvekst
 - c) naturlig gjenvekst langs vegen har kommet godt i gang, og tilbakeføring av naturlige masser vil føre til at den nye vegetasjonen blir ødelagt.

Av disse typene veg er den første enklest å tilbakeføre, og særlig der vegen ligger i terrenget, og det er tilført lite fremmede masser. Opprinnelig overflata har organisk innhold og finstoff, og ved å løsne i de komprimerte massene kommer luft og vann til og prosessene i jorda kommer i gang. Pilotprosjektet har vist at tilbakeføring av denne type veg gir umiddelbar god effekt på landskap og på forutsetninger for naturlig gjenvekst.

Dersom den opprinnelige overflata består av minerogene masser er ikke forutsetningene for

umiddelbar effekt like god. Tilførsel av stedegen jord kan være en løsning, men vil avhenge av omkringliggende vegetasjons- og jordtyper. Innblanding av noe organisk jord er aktuelt. Det som ofte vil være situasjonen er at også omkringliggende vegetasjon vokser på tilsvarende skrinne masser, og er sårbare for nye inngrep. Transplantering er dermed lite aktuelt. Tilsåing av ammearter er et aktuelt alternativ for å binde jorda og for initiere jordsmonnsdannelse.

En av de aller vanskeligste typen inngrep å finne en god løsning for er de vegene som er bygd ved at masse er skrapa sammen fra sidene, og der naturlig gjenvekst har kommet godt i gang. Den totale bredden av inngrepet kan være opptil tre ganger vegbredden. Tilbakeføring av massene vil tilbake stille naturlig tilvekst til null, men omrøring i massene vil bedre betingelsene for naturlig gjenvekst. Eksisterende vegetasjon og organisk jord kan mellomlagres, og legges oppå den nye overflata, slik at betingelse for etablering av ny vegetasjon blir optimale. Uansett vil vegetasjonshistorien i inngrepet være ulik fra den i omkringliggende område, og det vil ta svært lang tid før inngrepssonen blir usynlig. Det kan forventes at området for alltid vil skille seg fra det omkringliggende, men at dette kan tolkes som "naturlig" mønster i naturen. Alternativet for denne typen inngrep er å slette ut skarpe grenser, ved å jevne ut selve veglegemet. Vegetasjon i vegskråninga kan transplanteres så både den økologiske og estetiske effekten blir optimal. Omrøring i vegmassene bedrer forholda for naturlig gjenvekst, og vil skape en mosaikk i overflata. Når området er vokst til vil forsenkningene og forhøyningene i landskapet vises, men også i denne situasjonen vil de kunne tolkes som "naturlig" mønster. Nivå / standard på tilbakeføring (skissert i Plan- og utredningsprogrammet) vil være bestemmende for hvilken løsning som skal velges. Den første løsninga tilsvarer nivå 1, den andre løsninga tilsvarer nivå 2.



Pilotprosjektet har vist at veg som er lagt direkte oppå opprinnelig overflate kan tilbakeføres med umiddelbar god effekt på landskap og med gode forutsetninger for naturlig gjenvekst. Dette er den minst problematiske typen veg å tilbakeføre.

Vedlegg 2: Tabeller

Tabell 1: Økologiske forhold som er av betydning for naturlig gjenvekst og for valg av revegeteringsmetode (jfr. kapittel 3.2).

Variabel	Parametre
Fuktighetsforhold	<ul style="list-style-type: none">- tørr – fuktig- tilgang på vårfuktighet
Jord	<ul style="list-style-type: none">- kornstørrelse (innhold av finstoff)- innhold av organisk materiale
Topografi	<ul style="list-style-type: none">- snøfordeling (rabbe – leside – snøleie)- hellingsgrad- overflatestruktur (jevnt eller kupert)
Beliggenhet	<ul style="list-style-type: none">- vegetasjonsregion (moh)- tilgjengelighet (eks. avstand til veg)
Størrelse og form på inngrep	<ul style="list-style-type: none">- størrelse (total størrelse)- form (eks. langt og smalt eller kvadratisk)- randsoner (skarp grense eller glidende overgang til urørt vegetasjon)- avstand til nærmeste inngrep (isolert eller del av større område)
Vegetasjonsstatus	<ul style="list-style-type: none">- dekningsgrad (% dekning av vegetasjon)- naturlig gjenvekst (artssammensetning, spesielle arter, mangfold, fremmede arter)- avvik fra omkringliggende vegetasjon- forventet utvikling (naturlig gjenvekst)
Inngrepets historie	<ul style="list-style-type: none">- når (alder og vedlikehold)- hvordan har inngrepet / skaden oppstått- bruk (eks. årstid, varighet, omfang)

Tabell 2: Oppsummering av revegeteringsmetoder og anvendelse ved tilbakeføring. For hver metode er det gjort en kobling til den økologiske beskrivelsen av inngrepet (jfr. Tabell 1). Faglig beskrivelse av metodene står i kapittel 4.2, som bør leses parallelt for å få optimalt utbytte av denne tabellen. Rekkefølgen i tabellen følger kapittel 4.2. Tabellen inkluderer også metoder som ikke anbefales brukt ved tilbakeføringa. Kun hovedtyper av behandlinger inngår her, men kombinasjon av metoder nevnes i kommentar-rubrikken der det er spesielt aktuelt. Der ikke annet er oppgitt anbefales metoden kun i lågalpin region. Angivelse av omfang er vanskelig før nivå på tilbakeføringa er vedtatt, og må betraktes som et grovt angivelse, og et bilde av forholdet mellom metodene. Rangering av omfang fra mye til lite: omfattende – vanlig – stedvis – begrenset – ingenting.

Behandling	Økologisk tilstand der metoden anbefales	Eksempel på skadetype der behandlingen er aktuell	Antatt omfang ved tilbakeføring	Kommentar
Kunstgjødsel	<ul style="list-style-type: none"> - fukttilgang (vårvæte) - finstoff og org. materiale i jorda - naturlig gjenvækst i gang - små og store inngrep - også mellomalpin region 	vegkanter, tilbakeførte vegger og anlegg, småsår i terrenget	omfattende (inkl. kombinasjon med andre metoder)	gjennomføres maskinelt eller manuelt, kan kombineres med alginat, torv og vann der tilbakeføringa skal skje maskinelt
Naturgjødsel	<ul style="list-style-type: none"> - jfr. kunstgjødsel - nær veg 	vegkanter	ingenting	kunstgjødsel foretrekkes
Alginat			vanlig	brukes kun i kombinasjon med andre metoder som kunstgjødsel og evt. frø.
Organiske matter	<ul style="list-style-type: none"> - ustabil overflate (erosjonsfare) - ingen naturlig gjenvækst 	tilbakeførte skjæringer, småsår i bratt terreng	begrenset / ingenting	kan evt. vurderes i konkrete, svært spesielle tilfelle
Lokal jord til nytt toppdekke	<ul style="list-style-type: none"> - grov mineraljord - ingen naturlig gjenvækst - små eller middels store områder - nær veg 	etter fjerning av vegger / anlegg	stedvis	primært bruk overskuddsjord fra landskapspleie, kombinasjon med landskapspleie for å dempe synligheten av eksponerte inngrep
Jordbearbeiding i overflata	<ul style="list-style-type: none"> - fukttilgang (vårvæte) - finstoff og org. materiale i jorda - evt. omkringliggende vegetasjon 	tilbakeførte vegger, enkelt anlagte standplasser og avkjørsler, flatt eller svært hellende	omfattende	etter fjerning av tilførte masser for å løsne i komprimert overflate, unngå bratte inngrep pga. fare for erosjon i overflata
Småskala innsamling og tilsåing av frø / fragmenter	<ul style="list-style-type: none"> - fukttilgang (vårvæte) - finstoff i jorda - omkringliggende vegetasjon - også mellomalpin region 	små inngrep med helt spesielle krav til tilbakeføring (valg av arter)	begrenset / ingenting	evt. bruk av lavfragmenter i mellom-alpin, ved bevaring av spesielle arter eller populasjoner i konkrete inngrep

Storskala produksjon og tilsåing med stedeget frømateriale	<ul style="list-style-type: none"> - grov mineraljord - ingen naturlig gjenvekst - også i ustabil eller bratt oveflate - små og store inngrep - nær veg 	massetak, tilbakeførte skjæringer, etter fjerning av anlegg, evt. etter tilbakeføring av vegger	stedvis	forutsetter langsiktig planlegging
Vierplanter	<ul style="list-style-type: none"> - krever snødekke om vinteren. - små inngrep 	ved tilbakeføring av elvekanter, generelt ved små og eksponerte inngrep, ved behov for markering av kanter og grenser (ornamentalt)	begrenset / stedvis	svært aktuelt i utvalgte inngrep, oppformering av stedegete vierplanter fra stiklinger, planting i myrjord anbefales
Småplanter av stedegete arter (eks. lyng)	<ul style="list-style-type: none"> - små områder - fukttilgang (vårvæte) - finstoff i jorda - kringliggende vegetasjon - også mellomalpin region 	små inngrep med helt spesielle krav til tilbakeføring (valg av arter)	begrenset	langsiktig overlevelse og vekst dårlig dokumentert
Flytting av vegetasjon (transplantering)	<ul style="list-style-type: none"> - omkringliggende vegetasjon(5) - formen på inngrepet - lågalpin - fukttilgang - nær veg 	ved tilbakeføring av vegger og smale anlegg	stedvis	fare for nye skader.forutsetter skånsom innhenting av vegetasjon. gjennomført i pilotprosjektet, må avvente evaluering neste vekstsosong
Tilsåing med innførte arter	<ul style="list-style-type: none"> - grov mineraljord - ingen naturlig gjenvekst - også i ustabil eller bratt oveflate - små og store inngrep - nær veg 	massetak, tilbakeførte skjæringer, etter fjerning av anlegg, evt. etter tilbakeføring av vegger	trolig ikke aktuelt	Jfr. konflikt mellom bruk av innførte arter og målet med tilbakeføringa
Ikke-tiltak ("hands-off")	<ul style="list-style-type: none"> - fukttilgang (vårvæte) - finstoff og org. materiale i jorda - naturlig gjenvekst i gang - inngrepet følger opprinnelig terreng 	alle inngrep med naturlig gjenvekst kan vurderes	omfattende eller begrenset	naturlig gjenvekst som målretta behandling (jfr. diskusjonen om tiltak vs. ikke tiltak), strategi/nivå må klargjøres før omfanget av aktive tiltak avgjøres