HÅNDBOK I ØKOLOGISK RESTAURERING

Forebygging og rehabilitering av naturskader på vegetasjon og terreng

Dagmar Hagen og
Astrid Brekke Skrindo

Forsvarsbygg

HÅNDBOK I ØKOLOGISK RESTAURERING

Forebygging og rehabilitering av naturskader på vegetasjon og terreng

Dagmar Hagen og
Astrid Brekke Skrindo

Hagen, D. & Skrindo, A. B. (red.). 2010. Håndbok i økologisk restaurering. Forebygging og rehabilitering av naturskader på vegetasjon og terreng. 95 s. Forsvarsbygg.

Trondheim, april 2010

ISBN: 978-82-7972-100-0

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

GRAFISK FORMGIVING
Innmat: K. Sivertsen, NINA
Omslag: Forsvarsbygg

OMSLAGSFOTO
Silje Holen

KONTAKTINFORMASJON

Forsvarsbygg
Ola-Mattis Drageset
Postadresse:
Pb 405 Sentrum, 0103 Oslo
Besøksadresse:
Grev Wedelsplass 5
Telefon: 48 89 34 11

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Astrid Brekke Skrindo
Postadresse:
Statens vegvesen Vegdirektoratet,
Postboks 8142 Dep, 0033 OSLO
Besøksadresse:
Brynsengfaret 6A, OSLO
Telefon: 22 07 30 49

Norsk institutt for naturforskning
Dagmar Hagen
Postadresse:
Postboks 5685 Sluppen,
7485 Trondheim
Besøksadresse:
Tungasletta 2, 7047 Trondheim
Telefon 73 80 14 00

FORORD

Menneskers bruk av natur har til alle tider påvirket landskapet. Teknologisk utvikling og vårt moderne levesett har ført til at naturinngrep og slitasje gjennom spesielt de siste 100 år har blitt større, mer omfattende og varige enn i tidligere tider. Tap av habitater og leveområder for planter og dyr, samt innføring av fremmede arter er i dag den største trusselen mot biologisk mangfold. Vi bør ha svært gode grunner for å tillate nye inngrep i dag og begrensning av skadeomfang er avgjørende for bevaring av norsk natur for framtida.

Denne håndboka handler ikke om hvor, når eller om inngrep skal finne sted. Håndboka forholder seg til den realiteten at det stadig gjøres nye inngrep med effekt på natur. For å redusere skadeomfang, gjennomføre avbøtende tiltak og tilbakeføre ødelagte områder er det nødvendig med en løsningsorientert tilnærming.

Forsvarsbygg er stolte av å kunne utgi den første håndboka i økologisk restaurering i Norge. Vi ønsker å rette en stor takk til våre samarbeidspartnere; Direktoratet for naturforvaltning, Norges vassdrags- og energidirektorat, Statens vegvesen og Norsk institutt for naturforskning som alle aktivt har bidratt i prosessen med utformingen av håndboka.

Spesielt vil vi takke forfatterne Dagmar Hagen i Norsk institutt for naturforskning og Astrid Skrindo i Statens vegvesen. I tillegg vil vi takke Tone Lise Alstad Eid i Direktoratet for naturforvaltning for teksten om naturmangfoldloven i kapittel 5. Vi vil også rett en stor takk til Ola-Mattis Drageset og Thomas Olstad i Forsvarsbygg, Frank Johansen Direktoratet for naturforvaltning og Jon Arne Eie og Idunn Helen Kirkreit fra Norges vassdrags- og energidirektorat for deres viktige bidrag til arbeidet med håndboka.

Håndbok i økologisk restaurering skal fungere som et verktøy i planlegging og gjennomføring av forebyggende og avbøtende tiltak i forbindelse med naturinngrep. Den inneholder en teoretisk innføring i det faglige grunnlaget for restaurering og en praktisk del med beskrivelse av prosjektgjennomføring og konkrete metodebeskrivelser.

Økologisk restaurering favner vidt og kan inkludere tiltak rettet mot landskap og økosystemer samt populasjoner av enkeltarter. For at håndboka skal bli relevant og målrettet har vi valgt å begrense fokuset til restaurering og rehabilitering etter fysiske naturinngrep og slitasje på terrestrisk vegetasjon. Håndboka fokuserer ikke på skjøtsel av gammelt kulturlandskap. Våtmarksrestaurering berøres bare indirekte. Avgrensing og videre henvisning til tilknyttende fagfelt blir tydeliggjort i teksten.

Forsvarsbygg ønsker at håndboka vil bidra til økt oppmerksomhet rundt forebygging og rehabilitering av naturskader på vegetasjon og terreng og gjennom dette være et positivt bidrag til forvaltningen av norsk natur.

Frode Sjursen
Administrerende direktør
Forsvarsbygg

INNHOLD

Forord 3

1 Restaurering av natur er en god miljøløsning 6

2 Nødvendige og unødvendige naturinngrep 9

3 Restaureringsøkologi som forvaltningsverktøy 12
3.1 Restaurering = natur + samfunn 12
3.2 Realistiske mål er grunnlaget for vellykka tiltak 14

4 Naturverdier og sårbarhet 17
4.1 Naturverdier – kunnskap og bevaring 17
4.2 Hva er sårbar natur? 19
4.3 Når er inngrepet et problem som krever tiltak? 22

5 Lovverk og forskrifter 23
5.1 Lov om naturens mangfold (naturmangfoldloven) 23
5.2 Et lite knippe andre relevante lover 24

6 Økologisk restaurering må bygge på økologisk kunnskap 26
6.1 Økologi og restaurering 26
6.1.1. Dynamikk og suksesjon 26
6.1.2. Naturtyper og variasjon 29
6.2 Genetikk og restaurering 32

7 Beskrivelse av lokaliteter 36
7.1 Naturforhold i inngrepet 39
7.2 Beskrivelse av inngrepet 42
7.3 Beskrivelse av historie, bruk og planer 44

8 Planlegging og forebyggende tiltak 45
8.1 Planverktøy som kan redusere omfanget av nye naturinngrep 45
8.2 Forebyggende tiltak i planleggingsfasen 48
8.2.1 Bevisst arealbruk 48
8.2.2 Tilrettelegging for naturlig gjenvekst 49

9 Rehabiliterings- og restaureringsmetoder 51
9.1 Naturlig gjenvekst – ingen aktive tiltak 52
9.2 Terrengforming 54
9.3 Jordbehandling - jordbearbeiding på stedet 55
9.4 Tilførsel av næring og organisk materiale 60
9.5 Fysiske tiltak for å forsterke overflata og hindre erosjon 67
9.6 Plante og så med lokalt plantemateriale 69
9.7 Plante eller så med innført plantemateriale 76

10 Hvordan velge riktig metode? 79

11 Oppfølging, dokumentasjon, evaluering og overvåking 84

12 Noen utvalgte prosjekter fra etatene 87

13 Referanser og henvisninger i håndboka 94

1 RESTAURERING AV NATUR ER EN GOD MILJØLØSNING

Restaureringsøkologi kan gi gode miljøløsninger i gamle og nye inngrep, og bør inngå i planleggingsfasen, utbygging, drift og avviklingsfasen.

Gamle inngrep og ødelagte områder er sår i naturen. Nye utbygginger foregår hele tiden og medfører at nye inngrep oppstår. Sårene kan enten bli liggende overlatt til seg selv, eller det kan settes i verk rehabiliteringstiltak. Ved nye inngrep kan planleggingen ha tydelig fokus på å redusere negative effekter på natur, eller den kan gjennomføres med tradisjonell fokus på teknologi og økonomi. Det handler om å velge løsninger – og håndboka har som mål å gi grunnlag for å velge gode miljøløsninger (**Figur 1.1 og 1.2**).

Figur 1.1. En veg i Hjerkinn skytefelt, Dovrefjell, 1000 moh. fotografert sommeren 2002 før tiltak for fjerning av vegen settes i gang. Foto: D. Hagen.

Figur 1.2. Samme område som i Figur 1.1, etter at vegen er fjernet med gravemaskin og det er gjennomført tiltak som legger til rette for naturlig gjenvekst. Bilde er tatt i 2008. Foto: D. Hagen.

Naturinngrep og habitatødeleggelse er den største trusselen mot naturmangfoldet i verden og Norge i dag[1, 3]. Denne boka omhandler ikke bakgrunnen for at inngrep oppstår eller drivkreftene som styrer at stadig nye naturområder og habitater går tapt. Derimot er fokuset i denne boka hvordan det er mulig å forebygge naturinngrep og minimere negative effekter av inngrep og bruk i sårbare og verdifulle områder. Slike tiltak må være både kunnskaps- og erfaringsbaserte og hensynet til naturverdier og økologi skal tillegges spesielt stor vekt under planlegging og gjennomføring. Kunnskap og kartlegging av truete arter og sårbare naturtyper er et viktig utgangspunkt for restaureringstiltak.

Håndboka gir et teoretisk bakteppe rundt temaer som naturinngrep, naturverdier, sårbarhet, økologiske prosesser og variasjon i naturen. Det tverrfaglige fagfeltet restaureringsøkologi blir presentert, og behovet for å forstå både samfunnet, prosesser og natur i samspill for å få til vellykkete tiltak forklares inngående. Fordeler med økologisk restaurering blir presentert og begrunnes ut fra et ønske om at rehabiliteringen skal bli vellykket både for naturen og samfunnet. Boka har en omfattende praktisk del som inkluderer et system for beskrivelse av ødelagte lokaliteter, hvordan planlegging kan forebygge naturinngrep i nye anlegg og en gjennomgang av praktiske metoder for rehabilitering av nye og gamle inngrep. Dokumentasjon og evaluering av tiltak er avgjørende for å bygge kunnskap og boka viser hvordan dette kan inngå i prosjektet.

Rehabilitering av natur favner vidt. Svært ulike tiltak har gjennom årene blitt definert som rehabilitering. Her inngår flytting av elver, åpning av dammer, grøntanlegg og parker, skjøtsel av gammelt kulturlandskap, forsterking av kjøretraséer, tilplanting i vegkanter og restaurering av gamle inngrep i naturen (**Figur 1.3**). Noen av disse kan defineres som økologisk restaurering, men ikke alle.

Det er behov for ei bok som omhandler felles utfordringer og løsninger knyttet til bruk av natur som vil være relevant for mange samfunnsaktører. Det har derfor vært behov for å avgrense fokus til et utvalg naturtyper (i hovedsak terrestrisk natur), påvirkning (tekniske inngrep og ferdsel) og til den delen av rehabiliteringsprosessen som omhandler vegetasjonsetablering. Tema innenfor fagfeltet restaureringsøkologi (slik det er definert internasjonalt) som ikke blir behandlet i håndboka er f.eks. restaurering av enkeltarter og populasjoner, restaurering og skjøtsel av kulturlandskap, oppryddding etter forurensing, hagebruk og parklandskap, dyreliv og restaurering av vann og vassdrag.

Hvorfor det er viktig å kjenne potesialet for å redusere negative effekter i alle faser av et inngrep:

- **Planleggingsfasen:** Ved planleggingen av nye inngrep er det viktig å ha kjennskap til hva som skal gjennomføres på et tidlig tidspunkt. Da blir det mulig å ta nødvendige plangrep og gjøre nødvendige forebyggende tiltak.
- **Anleggs/utbyggingsfasen ved nye inngrep:** Anleggsfasen er naturlig nok svært kritisk ettersom det er nå selve inngrepene utføres, med potensial for unødig inngrepsomfang. Gode planer, flinke entreprenører og entydige regler er viktige forutsetninger for å redusere inngrepsomfanget.
- **Driftsfasen:** Selve driften kan være grunnlag for uønskede naturinngrep. Kartlegging av virksomheten og kunnskapsbaserte driftsplaner er viktige virkemidler. I tillegg kan det være nødvendig med avbøtende tiltak for å utbedre skader, og for å bryte opp etablerte system som kan forverre en tilstand. Det kan være nødvendig å endre rutiner og aktiviteten for å redusere negative effekter på vegetasjon og terreng.
- **Avviklingsfasen:** Noen virksomheter har tidsbegrenset varighet, eller inngrep skal fjernes. Bare unntaksvis er avvikling et tema når inngrep planlegges. Tilbakeføring av gamle anlegg krever målretta vurdering av inngrepet og området inngrepet ligger i, framtidige planer for området, målet med tilbakeføringa, ambisjonsnivå og økonomi.

Denne håndboka er relevant for alle disse fasene.

Formålet med boka er å finne best mulige løsninger på de utfordringene som ligger i hvert enkelt prosjekt eller tiltak. Løsningene tar utgangspunkt i at prosesser og vedtak er gjennomført i henhold til gjeldende lovverk, dvs. at det dreier seg om nye lovlige tiltak eller "gamle synder" der det er besluttet at det skal gjennomføres rehabilitering eller restaurering.

Figur 1.3. Rehabilitering av natur kan favne vidt og omfatte svært ulike typer tiltak i ulike miljøer. Noen typiske problemstillinger er illustrert her: Vegkanter som beplantes og tilsås, tilsåing av tipper etter kraftutbygging, miljøtiltak i byer og forsterking av kjørespor i utmark. Foto: Forsvaret/NVE/A. B. Skrindo/D. Hagen.

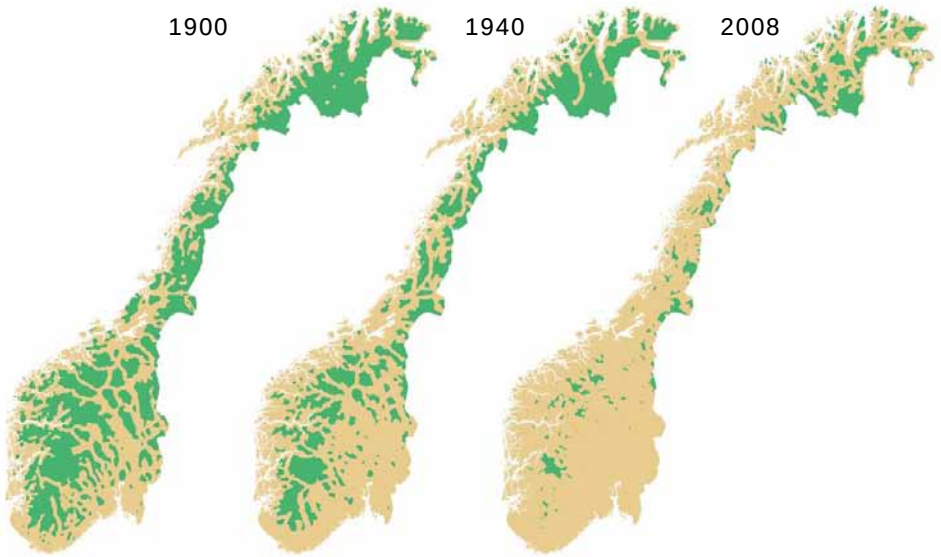
2 NØDVENDIGE OG UNØDVENDIGE NATURINNGREP

Noen naturinngrep er nødvendige i moderne samfunn, og noen inngrep er helt unødvendige. Omfanget og behovet for nye utbygginger blir ikke omtalt her, men fokuset er på hvordan det er mulig å redusere negative effekter av nye og gamle inngrep.

Naturinngrep kan defineres som fysiske tiltak eller aktiviteter som påvirker naturmiljøet, inkludert landskap, økosystem, vegetasjon og terreng. Det finnes et utall slike inngrepstyper. Forekomst eller fravær av inngrep er grunnlaget for å definere inngrepsfrie naturområder, såkalte INON-områder (se kart på nettsidene til Direktoratet for naturforvaltning [2]. Tap av INON-områder er en trussel mot naturmangfold og utviklingen følges nøye [3]. Andelen inngrepsfrie områder har gått dramatisk tilbake over hele landet i løpet de siste hundre år (**Figur 2.1**).

Tekniske inngrep er oftest knyttet til utvikling av infrastruktur, utvikling av næringsliv, boligbygging og rekreasjonsmuligheter. Ofte ser vi at etablering av tekniske inngrep medfører unødvendige tilleggsinngrep som har en negativ effekt på natur- og samfunnsverdier eller ikke er i samsvar med den bruken området er regulert til. Inngrep som har oppstått i områdene rundt tekniske anlegg eller aktivitet ute i terrenget kan være tilsiktet eller utilsiktet. Men ofte er de unødvendige for å opprettholde regulær bruk av området. Breie vegskråninger, inngrep rundt reguleringsdammer, tilførselsveger, riggområder og kjørespor etter skogsdrift eller militærøvelser er eksempler på slike tilleggsinngrep som ikke er nødvendig for den regulære bruken av anlegget. Også aktivitet ute i terrenget kan forårsake slike unødige eller uønska skader. Dette gjelder i første rekke ulike former for motorisert (og i noen grad også ikke-motorisert) ferdsel utenfor etablerte vegnett. Problemer og konflikter rundt arealbruk og naturinngrep ser vi stadig vekk – med ulike aktører og ulike problemstillinger (**Figur 2.2**).

Forholdet mellom påvirkning og effekter av inngrep krever gode forvaltningsløsninger. Omfanget og behovet for nye utbygginger og tilhørende naturinngrep er viktige tema i samfunnsdebatten, men vil ikke bli omtalt her. Denne boka handler om:



Figur 2.1. Andelen inngrepsfri natur i Norge er i tilbakegang og dette skyldes nye inngrep, som vegbygging og kraftlinjer i naturområder. Kilde: DN.

- hvordan uønsket effekt på vegetasjon og terreng kan begrenses i nye utbyggingsprosjekter
- hvordan gamle inngrep kan repareres eller fjernes og naturverdier gjenopprettes
- hvordan restaureringsøkologisk kunnskap kan brukes til å opprettholde og skape naturverdier når nye landskap formes i forbindelse med store utbygginger eller arealbruksendringer
- hvordan daglig bruk og påvirkning på naturmiljøet kan gi minst mulig negativ effekt på vegetasjon og terreng

Naturinngrep og naturskader er svært mangfoldige og forekommer på svært ulik skala (**Figur 2.3**). Fra milelange kjørespor i terrenget og store kraftverksanlegg, til små sideinngrep langs veger og slitasje rundt teltplasser i fjellet. Forskjellige typer inngrep representerer utfordringer for forvaltningen. Både i valg av avbøtende tiltak ved restaurering av gamle inngrep, og ved planlegging av nye. Enkelte inngrep er svært synlige og har en tydelig effekt på landskapskarakteren (**Figur 2.3**). I andre tilfeller kan det være ulike oppfatninger om hvorvidt et inngrep er negativt, eller om det bare er et spor etter en ønsket aktivitet. Dersom skadene er små, men tallrike i et begrenset areal, kan summen av de små skadene ligne større inngrep.

Det er ikke nødvendigvis en sammenheng mellom de estetiske og økologiske effektene av inngrep. Et stygt landskapsinngrep trenger ikke å representere en trussel mot naturmangfold. Og vice versa: Et inngrep kan være en trussel mot naturmangfold selv om det ikke framstår som spesielt stygt eller dramatisk. Effekten av et inngrep har heller ikke automatisk sammenheng med størrelse, men ofte er det slik at store inngrep har større negativ effekt.

God planlegging kan være avgjørende for å begrense skadeomfanget og legge grunnlaget for naturlig gjenvekst etter **nye inngrep**. Det er viktig å lete etter gode løsninger gjennom hele prosjektperioden, helt fra planlegging av forebyggende tiltak til minimering av skadeomfang i anleggsperioden, restaurering av skader etter at anlegget er ferdigstilt og oppfølging gjennom drifts- og bruksfase.

Gamle inngrep kan restaureres og gi områder forbedrede økologiske, estetiske og landskapsmessige kvaliteter for naturmiljøet og for folk flest. De er vanligvis bygd under andre rammebetingelser, med annen teknologi og regelverk enn dagens, og dermed kan gamle inngrep framstå som "unødig negative" for naturmiljøet. Ved fjerning av gamle inngrep må man ta utgangspunkt i inngrepet slik det faktisk framstår, og bruke kompetanse og erfaringer fra liknende situasjoner til å finne gode løsninger gjennom stedspesifikke tiltak. I utgangspunktet like inngrep kan ha svært ulik effekt på omgivelsene, avhengig av naturgitte forhold (terreng, naturtype) på lokaliteten og måten selve utbyggingen er gjennomført på. Ulike naturtyper har ulik sårbarhet, nærmere beskrevet i kapittel 3. I tillegg har valg av tekniske løsninger og fremgangsmåter stor betydning for omfanget av inngrepet.

Figur 2.2. Menneskelig aktivitet påvirker naturmiljøet, samtidig som den er en forutsetning for utvikling av samfunnet. Dette er en utfordring som krever kunnskap, gode miljøløsninger og riktig forvaltning.

Figur 2.3. I dag finnes naturinngrep over nesten hele landet, de er svært mangfoldige både i størrelse og utforming. Mange er knyttet til utvikling av infrastruktur i et moderne samfunn, som veger, kraftverk og rekreasjonsmuligheter. Naturinngrepene ved store prosjekter er irreversible og ofte store. Foto: NVE/ Forsvaret/A. B. Skrindo/D. Hagen

3 RESTAURERINGSØKOLOGI SOM FORVALTNINGSVERKTØY

Naturområder som er ødelagt av inngrep eller forstyrrelse blir tradisjonelt oppfattet som "tapt". Ved å ta i bruk kunnskap fra restaureringsøkologi kan slike områder få tilbake sine verdier som rekreasjonsområder og naturområder og forekomster av stedegne arter kan gjenopprettes.

Tradisjonelt har det grovt sett vært to hovedretninger i arbeidet med å forebygge og reparere vegetasjonsskader etter inngrep:

1. Den vitenskapelige tilnærminga, der økologisk funksjon og struktur er hovedfokus.
2. Den anvendte, praktiske tilnærminga, der estetiske hensyn samt økonomiske- og tekniske løsninger står i fokus.

Ikke uventet benytter ingeniører, gartnere og landskapsarkitekter vanligvis den praktiske tilnærminga, økologer og andre forskere den vitenskapelige. Fagfolk bruker også forskjellige begreper, og har ulike preferanser og verdisyn. Til sammen har dette tradisjonelt hindret samarbeid og integrering mellom de to retningene. Dette er nå i ferd med å bedres, og det finnes flere gode eksempler på godt samarbeid mellom økologer og praktikere, og grunnlaget er lagt for faglig utvikling og gode løsninger.

3.1 Restaurering = natur + samfunn

Restaureringsøkologi fokuserer på istandsetting av ødelagte og degraderte naturområder, arter eller økosystemer basert på økologiske prinsipper [6, 26]. Reparering av vegetasjonsskader kan ha svært ulike faglige tilnærminger, og spenne fra ren vitenskap til mer praktisk og anvendt aktivitet. Hovedbudskapet i boka er at slike tiltak må bygge på et økologisk fundament for å lykkes, selv om målet med tiltakene kan ha ulike økologiske ambisjoner. Alle restaureringsprosjekter, også rehabilitering, vedlikehold og forebygging, må spille på lag med naturen og utnytte naturlige prosesser i økosystemene. På sikt vil dette være både økologisk og økonomisk gunstig.

Det hersker en viss begrepsforvirring innen fagområdet, med mange ord og uttrykk som delvis betyr det samme og som også kan oppfattes ulikt i forskjellige fagmiljøer. I boksen forklarer vi begrepene *slik de er brukt i denne håndboka*.

Økologisk restaurering etter store inngrep har lang tradisjon i land med tett befolkning, der tapet av natur er dramatisk og behovet for å bevare og gjenopprette leveområder for planter og dyr er presserende. Både Vest-Europa og Nord-Amerika har omfattende praktisk erfaring og tunge vitenskapelige fagmiljøer. Restaurering har kommet lengst i ressurssterke land, men det finnes også eksempler på gode restaureringsprosjekter fra utviklingsland [4].

I Norge får restaurering av naturskader nå økende oppmerksomhet, både innen forskning, forvaltning og næringsliv. Fram til 1990-tallet var denne typen virksomhet knyttet til praktiske tiltak i regi av store utbyggere, med NVE i spissen. Det var fokus på landskapsforming og med vegetasjonsetablering av tipper i fjellet [48, 49, 50]. Disse tidlige erfaringene er et viktig bidrag inn i den mer systematiske og økologiske tilnærmingen som har vokst fram spesielt i løpet av det siste tiåret. I dag er det økende aktivitet, både med praktiske prosjekter, flere vitenskapelige miljøer og aktivitet i mange ulike naturtyper. En rekke av disse er beskrevet i NINA Temahefte 42 [5], som er den første sammenstillingen av restaureringsarbeidet i Norge.

Noen definisjoner og begreper:

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

Økologisk restaurering: Alle faser i rehabiliteringsprosessen der tilbakeføringen av et område tar utgangspunkt i de økologiske forholdene på stedet.

Restaureringsøkologi: Det vitenskapelige rammeverket som økologisk restaurering bygger på. Restaureringsøkologien er tverrfaglig og inneholder både biologiske og fysiske aspekter av økosystemet, samt forhold knyttet til samfunn og økonomi.

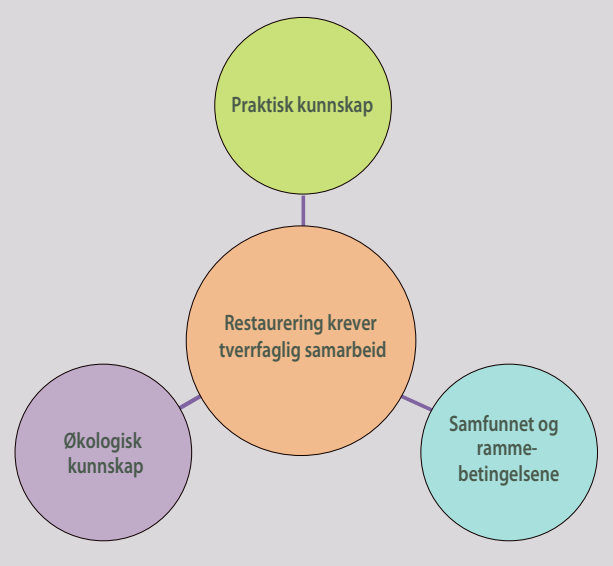
Den offisielle engelske definisjonen av restaureringsøkologi er ("Society of Ecological Restoration - SER"): Ecological restoration is the process of assisting the recovery of an ecosystem that has been degraded, damaged, or destroyed. [7]

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

Biotopforbedring: En type rehabiliteringstiltak som ofte har som mål å istandsette en spesiell komponent i økosystemet. Eksempelvis brukt i forbindelse med gjenoppretting av fiskebestand i regulert elv. [8, 27]

Kunnskap om økologiske og teknologiske løsninger er en forutsetning for å restaurere natur. Men ofte er rammebetingelsene rundt prosjektet (som samfunnsforhold, forvaltningssystemer, økonomiske rammebetingelser, juridiske forhold) avgjørende for om tiltakene lykkes. Restaurering i praksis dreier seg om et komplekst samspill mellom verdier, holdninger, forventinger, prioriteringer og ønsker (**Figur 3.1**). Og kan oppsummeres som "Hvordan avgjøre hvem som skal bestemme, når det skal gjennomføres tiltak, hva som skal gjøres og hvordan det skal gjennomføres?"

Den doble utfordringen i restaureringsprosjekter er å sikre at økologer, teknologer og entreprenører er klar over rammebetingelsene rundt et gitt prosjekt (*Hva er ønskelig?*), og samtidig sikre at alle aktører forstår de økologiske og praktiske mulighetene og ikke minst begrensningene ved restaurering (*Hva er mulig?*).



Figur 3.1. Vellykket gjennomføring av restaureringstiltak eller forebyggende tiltak krever tverrfaglig samarbeid som må inkludere både økologisk kunnskap, praktisk og teknisk kompetanse og forholdet til samfunnet og de økonomiske, politiske, juridiske og etiske rammebetingelsene (etter [30]).

Restaureringsøkologi er på frammarsj i Norge, og det er flere grunner til at dette skjer nå:

- Her i landet har vi hatt natur å ta av, og når man "vasser i natur" har det tidligere ikke vært naturlig å prioritere penger til restaurering. Tap av villmarksområder og utfordringer knyttet til arealbruk og arealbrukskonflikter har kommet tydeligere på dagsorden de siste årene. Dette har synliggjort behovet for restaurering som "løsningsorientert" forvaltningsverktøy for å stoppe tap av naturverdier.
- Norge har forpliktet seg til å stoppe tap av naturmangfold. For å nå dette målet er restaureringsøkologi et av flere aktuelle virkemidler.
- Hvert departement har fått eget sektoransvar for miljø. Dette ansvarliggjør de ulike sektorene og flere sektorer opplever de samme utfordringene.
- Det er et uttalt politisk ønske med økt næringsutvikling i utmark, spesielt knyttet til turisme og reiseliv. Fjellturisme og fisketurisme stiller store krav til kvaliteten på reisemålet, noe som også fører til konkrete utfordringer i skjæringsfeltet mellom bruk og vern. Restaurering og forebygging av slitasje og naturinngrep er et aktuelt forvaltningsverktøy.
- Stadig større andel av befolkningen bor i byer og tettsteder. Dette fører til sterkt arealpress, men også et ønske om å bevare natur og biologiske verdier i tett befolka områder. Ny forskning understreker betydningen av natur og vegetasjon for helse og trivsel. Flere store byer omdisponerer areal for å gjenopprette naturverdier. Prosjekter har gjerne målsettinger knyttet til både rekreasjon, vannkvalitet og naturmangfold. Graden av økologisk fokus varierer mye, og noen prosjekter er typiske rehabiliteringsprosjekter.

3.2 Realistiske mål er grunnlaget for vellykka tiltak

Formulering av konkrete og realistiske mål utgjør grunnlaget for vellykkede restaureringsprosjekter og tiltak, og er basert på en samlet vurdering av *hva som er mulig* (økologisk, teknisk, juridisk) og *hva som er ønskelig* (samfunnets framtidige behov, økonomiske og politiske prioriteringer, forventninger og behov i ulike brukergrupper). Ved å ta målformuleringen på alvor og ha en konstruktiv og involverende prosess øker mulighetene til å finne gode løsninger i den enkelte situasjon.

Det finnes mange eksempler på gjennomførte tiltak der de involverte i ettertid har svært ulike oppfatninger av om dette ble vellykket eller ikke. Nettopp fordi de vurderer resultatet kun ut fra egne forventninger, og ikke ut fra et felles formulert og vedtatt mål. Ulike parter kan ha forskjellige meninger og oppfatninger av hva som skal være målet med et gitt tiltak. Det er ikke alltid mulig å få alle parter til å enes om et felles mål, og da må det ta en avgjørelse basert på en samlet vurdering. Selv om ikke alle er enige må alle parter være kjent med målet og vurdere resultatet opp mot dette.

Det kan være fristende å formulere svært ambisiøse eller urealistiske mål, der man fristiller seg fra det som er økologisk mulig, eller glemmer å ta hensyn til økonomiske eller teknologiske begrensninger. Dette er å gjøre seg selv en bjørnetjeneste. Slike mål vil gi urealistiske forventninger om resultatet og vil komplisere praktisk gjennomføring av tiltaket. Målene må være så klare og så realistiske at de fungerer som en rettesnor for hele arbeidet. Urealistiske mål er ikke mulig å nå, og da blir hele tiltaket mislykket.

En **vellykket restaurering** er når målet er nådd.

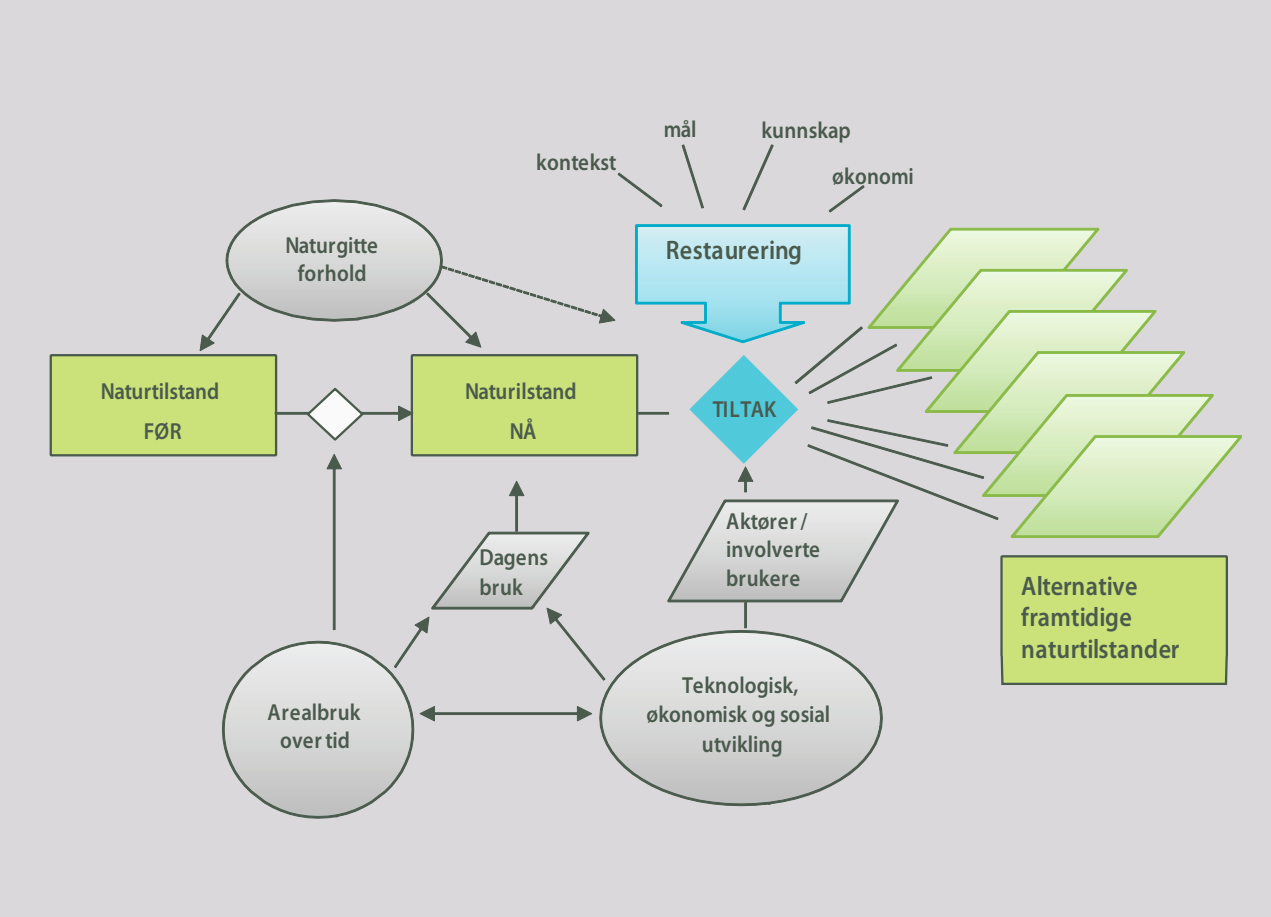
Da må målet være realistisk, klart formulert og kjent for de involverte før oppstart.

Målene med restaureringtiltak er ikke opplagte. Den endelige formuleringen av mål for et prosjekt eller et tiltak er gjerne påvirket av hvilken prosess som ligger bak og hvem som har fått delta og hatt innflytelse. Målene er ikke "objektive sannheter", men formulert ut fra det de involverte vurderer som "best" i den enkelte situasjon. Hva som er "best" er igjen formet av de involvertes fagkunnskap, prioriteringer og verdisyn, områdets framtidige bruk og er påvirket av politiske mål og trender i tiden. Et restaurert område kan sees på som "framtidas naturtilstand". Formulering av ulike mål og bruk av forskjellige metoder i restaureringsprosjektet gir alternative framtidige naturtilstander (**Figur 3.2**).

Målene må også relateres til tid. Et vegetasjonsdekke er dynamisk og vil gjennomgå mange stadier gjennom en suksesjon. Å oppnå målet for et tiltak kan ligge svært langt fram i tid. Delmål som beskriver stadier på veg mot det endelige målet vil da være nyttig for å vurdere om prosessen er på riktig veg.

Målene i restaureringsprosjekter spenner fra et rent økologisk/bevaringsbiologisk fokus til å skape et nytt område med helt andre kvaliteter enn utgangspunktet. Denne håndboka retter seg mot et stort mangfold av tiltak og dermed også mot ulike typer mål, som kan føre et område i ulike retninger. Noen hovedtyper av mål:

- Ofte er det **økologiske målsettinger** som er motivet bak restaurering. Det er ønskelig å gjenopprette eller bedre den økologiske statusen til et område og økosystemets funksjon. Dette kan være kortsiktige økologiske målsettinger som å hindre mer omfattende skader (f.eks. forebygge erosjon) eller å starte opp prosesser som medvirker til dannelse av jordsmonn. Det kan også være langsiktige målsettinger knyttet til tilrettelegging for videre naturlig gjenvekst, gjenopprettelse av vannveger og jordsmonn og etablering av økosystem som har samme økologiske funksjon som tidligere landskap (jfr. **figur 3.2**).
- Noen restaureringsprosjekter har mål knyttet til **bevaring av enkeltarter** eller populasjoner av trua arter. Dette kan være arter av spesiell økologisk, estetisk eller opplevelsesmessig verdi i det aktuelle området. Det kan også være sjeldne arter og rødlistearter, som samfunnet har definert som viktige å ta hensyn til.



Figur 3.2. Dagens naturtilstand er et produkt av naturgitte forhold, arealbruk og samfunnsmessig utvikling. Framtidig naturtilstand kan gå i ulike retninger ut fra hvilke samfunnsmessige forhold som påvirker aktørene. Restaurering må sees i rammen av en slik videre forståelse av landskapsutvikling [9].

- I løpet av de senere år er det gjennomført prosjekter der målet med tiltaket har vært å **tilrettelegge for menneskelig bruk** og friluftsliv. Det kan diskuteres om dette er et restaureringsmål ettersom det ikke direkte angår økosystemets funksjon. Vi velger imidlertid å inkludere dette ettersom slike prosjekter er viktige for å bevare naturverdier, spesielt i bynære områder og ved stier eller rasteplasser i naturområder. I en vid forståelse av restaurering er tilgjengeliggjøring av natur på denne måten klart innenfor definisjonen.

- Det finnes også en rekke prosjekter som ikke direkte har som mål å gjenopprette naturverdier, men som snarere har fokus på **vedlikehold og å minimere videre ødeleggelse**. Her er det snakk om å holde inngrep "i sjakk". Tiltak som skal forebygge erosjon eller kanalisering for å hindre inngrep i nye områder er slike eksempler. I områder med stor belastning vil det ikke være hensiktsmessig å forsøke å gjenopprette vegetasjon som i løpet av kort tid blir ødelagt på nytt. Forsvarets aktivitet i tungt belastede øvingsområder er eksempler på dette.

- Ved bygging av tekniske installasjoner som veger, dammer og bygninger har prosjekter andre mål enn å gjenopprette naturverdier. Men minimering av nedbygd areal og restaurering av randsoner er viktig for å unngå tap av naturverdier og redusert naturmangfold.

Figur 4.1. Strandtorn, Eryngium maritimum, *er en sjelden art i kategori EN: Sterkt truet på Rødlista 2006. Her er den truet av rynkerose,* Rosa rugosa, *en fremmed art i kategori Høy risiko i Norsk Svarteliste 2007. Foto: A. B. Skrindo.*

4 NATURVERDIER OG SÅRBARHET

Hva er egentlig verdien av natur? Hvor mye tåler naturen før den blir ødelagt og når er det på tide å sette i verk restaureringstiltak?

4.1 Naturverdier – kunnskap og bevaring

Verdi er noe som mennesket eller samfunnet tillegger eller fratar naturen – mer eller mindre eksplisitt, og ut i fra mer eller mindre klare kriterier. Verdiforståelsen er ulik i ulike fagområder, blant ulike samfunnsgrupperinger og endrer seg også over tid. Forvaltning av naturverdier medfører både naturfaglige, samfunnsfaglige og filosofiske problemstillinger. Vi velger i hvilken grad, på hvilken måte, og hva slag natur vi vil verne om, eller hvilke arter og områder vi ønsker å beskytte spesielt.

Verdier = det vi ønsker å ta vare på eller velger å prioritere ressurser for å bevare og gjenopprette.

I møtet mellom ulike typer verdier (for eksempel biologiske og økonomiske) må samfunnet prioritere mellom verdier som står i motsetning til hverandre. Typiske eksempler er forholdet mellom vern og bruk av naturområder, rovvilt og sau i utmarka, eller vurdering av behovet for nye naturinngrep opp mot den negative effekten dette påfører naturverdier (**Figur 4.1 og 4.2**)

Figur 4.2. Atlantisk høgmyr er en truet vegetasjonstype. Artsdatabanken skal i 2010 utarbeide ei offisiell rødliste for naturtyper, og sannsynligvis blir Atlantisk høgmyr med på denne lista. Foto: P. A. Aarrestad.

Naturverdier er mer enn naturmangfold. I forbindelse med konsekvensutredninger (KU) i utbyggingssaker omfatter naturmiljøutredningene tema som landskap, vegetasjon og planteliv, dyreliv, geologiske forekomster og forurensing. Det kan også være miljøvurderinger relatert til friluftsliv, reindrift og turisme, eller andre virksomheter som bruker naturverdier som ressurser eller attraksjon. På samme måte vil gjenoppretting av naturverdier, forebygging og avbøtende tiltak i restaureringsprosjekter være mer omfattende enn bare å etablere et vegetasjonsdekke.

I konsekvensutredninger eller andre oppsummeringer av naturverdier i forbindelse med naturinngrep er det særlig de nasjonale verdiene som vektes høyt, for eksempel naturvernområder eller rødlistearter. Forekomst av nasjonale verdier kan føre til endring i planene for prosjekter eller krav om konkrete avbøtende tiltak. Lokale verdier knyttet til folks nærområder, identitet eller hverdagsopplevelser fanges ikke på tilsvarende måte opp i miljøutredninger og planprosesser. Det finnes ikke gode kriteriesett for å identifisere slike verdier, som ofte er knyttet til "det typiske" eller "det nære". Hverdagslandskapet har stor betydning for folks oppfatning av inngrep. Alle utbyggingsprosjekter forholder seg på et eller annet vis til slike lokale verdier. Hvordan lokale verdier håndteres i forhold til restaurering eller rehabilitering er sannsynligvis avgjørende for om tiltaket blir oppfattet som vellykket. Effekter av mange små inngrep på lokalt nivå kan adderes opp til en regional eller nasjonal effekt på naturverdier. Det store potensiale for utbygging av små kraftverk i Norge er et eksempel på at mange små inngrep kan påvirke verdier på større skala. Forebyggende og avbøtende tiltak kan redusere negative effekter på lokale verdier.

For å kunne ta hensyn til naturverdier og gjennomføre målretta avbøtende tiltak er det avgjørende å vite hva som finnes og hvor det finnes. Det finnes ulike nasjonale verktøy og metoder for å kartlegge naturverdier. Tilgjengeligheten og kvaliteten på relevante databaser er i rask utvikling. I boksen er det listet opp en rekke relevante databaseløsninger som til sammen inneholder mye kunnskap og data fra norsk natur.

Naturbase inneholder oversikt over verneområder, leveområder for vilt og naturtypelokaliteter kartlagt etter håndbøkene fra Direktoratet for naturforvaltning, www.naturbase.no

INON viser fordelingen av inngrepsfri natur i Norge definert som avstand fra tyngre tekniske inngrep http://dnweb12.dirnat.no/inon/

Rødlistebasen er en oversikt over norske arter på den nasjonale "Rødlista", med beskrivelse av rødlistekategori (sannsynlighet for å dø ut), hvilke naturtyper de er knyttet til og påvirkingsfaktorer. http://www.artsdatabanken.no

Artskart inneholder stedfestet artsinformasjon basert på digitaliserte funn fra norske vitenskapelige institusjoner http://www.artskart.artsdatabanken.no/

Artsobservasjoner gir enkeltpersoner mulighet til å rapportere inn egne artsfunn http://www.artsobservasjoner.no

Norsk Svarteliste 2007 er den første oversikten over økologiske risikovurderinger for et utvalg fremmede arter http://www.artsdatabanken.no

Naturtypebasen inneholder beskrivelse av norske naturtyper etter det nye norske klassifiseringssystemet Naturtyper i Norge (NiN) http://www.naturtyper.artsdatabanken.no/

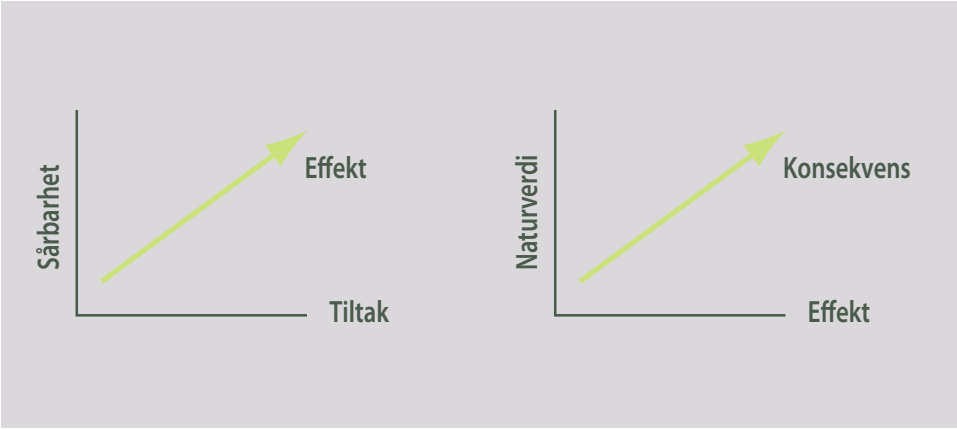
4.2 Hva er sårbar natur?

Ulike områder, vegetasjonstyper, økosystemer og landskapsformer har ulik toleranse for påvirkning. For forvaltningen og brukerne er det viktig med kunnskap om hvordan forskjellige aktiviteter påvirker naturverdier og hvilke områder som er de mest sårbare. Det finnes ikke noe etablert verktøy eller standardisert metodikk for kartlegging av sårbarhet tilsvarende det som finnes for verdikartlegging (**kapittel 3.1)**.

Begrepet sårbarhet har noe ulik betydning i ulike fagfelt, og vurdering av sårbarhet er ikke entydig eller metodisk standardisert. I en konkret og fysisk forståelse kan sårbarhet i defineres som "risiko for endring" forårsaket av en påvirkning. På denne måten blir sårbarhet fristilt fra verdivurderingen, ettersom risikoen for endring ikke vurderer verdien på det som endres. Deretter er det det mulig å diskutere om effekt egentlig har en betydning: "Hva innebærer den målte endringen" og "bør endringen utløse avbøtende tiltak". En slik konsekvensvurdering er gjerne basert på en verdivurdering i tillegg til sårbarhetsvurderingen (**Figur 4.3**).

For å beskrive sårbar vegetasjon i forhold til menneskelig påvirkning er det nyttig å bruke begrepene slitestyrke (*tolerance*) og regenereringsevne (*resilience*):

- Ulike vegetasjonstyper reagerer ulikt på mekanisk påvirkning. I hvor stor grad den enkelte vegetasjonstypen tåler påvirkning uten å bli ødelagt eller påvirket kalles **slitestyrke**. Forebyggende tiltak kan bedre slitestyrken, og dermed redusere omfanget av vegetasjonsslitasje ute i terrenget. Slike tiltak bør spesielt vurderes i områder der det forventes økt bruk eller der vegetasjonen har svært dårlig slitestyrke. Slitestyrken avhenger av fysiske forhold som jordstruktur, vanninnhold, terrengoverflate og av hvilke arter og plantesamfunn som vokser på stedet (**Figur 4.4**).
- Områder der vegetasjonsdekket er påvirket eller ødelagt vil ha en viss evne til gjenvekst; **regenereringsevnen**. Gjenvekstevnen varier i stor grad, avhengig av hvor omfattende ødeleggelsene er og av faktorer som jordforhold, terreng, vanntilgang, vegetasjonstype og klimatiske og geografiske forhold. I noen vegetasjonstyper eller noen situasjoner vil opphør i påvirkningen



Figur 4.3. Sammenhengen mellom sårbarhet, verdi og konsekvens i en konsekvensanalyse [10] Oversikten tilsvarer den som angis i Vegdirektoratets håndbok 140 [11].

Sårbarhet:

Dårlig slitestyrke[1] + svak gjenvekst[2] ➡ sårbar vegetasjon

[1] evnen til å tåle påvirkning (tolerance) før en skade oppstår

[2] evnen til gjenvekst dersom påvirkning opphører (resilience)

være tilstrekkelig til at området vokser til. I andre situasjoner kan slitasje føre til erosjon og skaden forverres over tid dersom det ikke settes i verk aktive avbøtende tiltak. Dersom inngrepet også har påvirket terreng og jordsmonn vil gjenveksten føre til en annen vegetasjon enn den som var til stede før inngrepet (**Figur 4.5**).

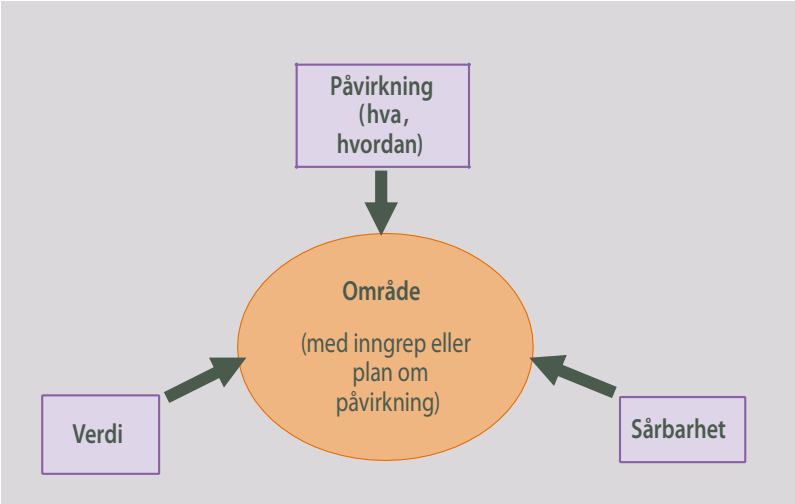
Noen områder har dårlig slitestyrke, men relativt god gjenvekst. Andre områder kan ha bedre slitestyrke, men svært dårlig evne til gjenvekst. Områder med kombinasjonen dårlig slitestyrke og svak gjenvekst er svært sårbare, som for eksempel fuktige lokaliteter i hellende terreng og tørr rabbevegetasjon på grovt substrat. I høgfjellet eller i arktiske områder har de fleste vegetasjonstypene dårlig gjenvekst, og ofte i tillegg dårlig slitestyrke. Dette gjør vegetasjon i disse områdene spesielt sårbare i forhold til ferdsel og tekniske inngrep.

Sårbarhet er derfor avgjørende for hvilke effekter som oppstår etter påvirkning, og er avhengig av forhold knyttet til selve påvirkningen og forholdene der påvirkningen skjer (**Figur 4.6**). ***Ulik påvirkning gir ulik effekt*:** Hva slags påvirkning er det snakk om, hva slags omfang og intensitet, er den varig eller midlertidig, er den knyttet til bestemte årstider? Er det snakk om tyngre tekniske inngrep eller er det slitasje ute i veiløst terreng? ***Ulike områder har ulike sårbarhet.*** *De gitte* naturforholdene på stedet er avgjørende for hvilke effekter som oppstår, som jord, vanntilgang, klima, terrengoverflate. Ulike vegetasjonstyper har ulik slitestyrke og ulik evne til gjenvekst. Generelt har fuktige vegetasjonstyper på fin jord, som myr, fuktskog og enkelte engtyper dårligst slitestyrke, mens tørre rabber, lavdominert skog og fjellvegetasjon på grovt substrat har dårligst evne til gjenvekst.

Sårbarhet må også vurderes i forhold til tid og rom (**Figur 4.7**). Et økosystem eller en art kan påføres en tydelig og målbar effekt, men dersom systemet har en god regenereringsevne og påvirkningen opphører kan effekten opphøre over tid.

Figur 4.4. Slitestyrken varier mye mellom ulike vegetasjonstyper. Lav er slitesvak og de tørre furumoene i Østerdalen illustrerer slitesvak vegetasjon. Gras er slitesterkt, og denne beitemarka i Gudbrandsdalen illustrerer slitesterk vegetasjon. Foto: A. B. Skrindo/D. Hagen

Figur 4.5. Ulike vegetasjonstyper har ulik evne til gjenvekst, avhengig av både økologiske og klimatiske forhold. Denne bregnedominert bjørkeskog i Lofoten har god regenereringsevne etter inngrep, mens tørre rabber i fjellet er kanskje det miljøet som har seinest gjenvekst etter inngrep. Foto: A. B. Skrindo/D. Hagen.



Figur 4.6. Forut for forebyggende eller avbøtende tiltak i et område må det gjøres en samlet vurdering av påvirkningen (inngrepet eller aktiviteten), sårbarheten til naturtypen og en verdivurdering. Dette vil være grunnlaget for å vurdere behov for tiltak og for å velge riktige løsninger.

Figur 4.7. Noen inngrep blir kanskje aldri revegetert. Som her ved Halnefjorden R7 på Hardangervidda. Vegskjæringen har delvis ustabile masser som gir vanskelige etablerings- og vokseforhold for planter. Foto: A. B. Skrindo.

4.3 Når er inngrepet et problem som krever tiltak?

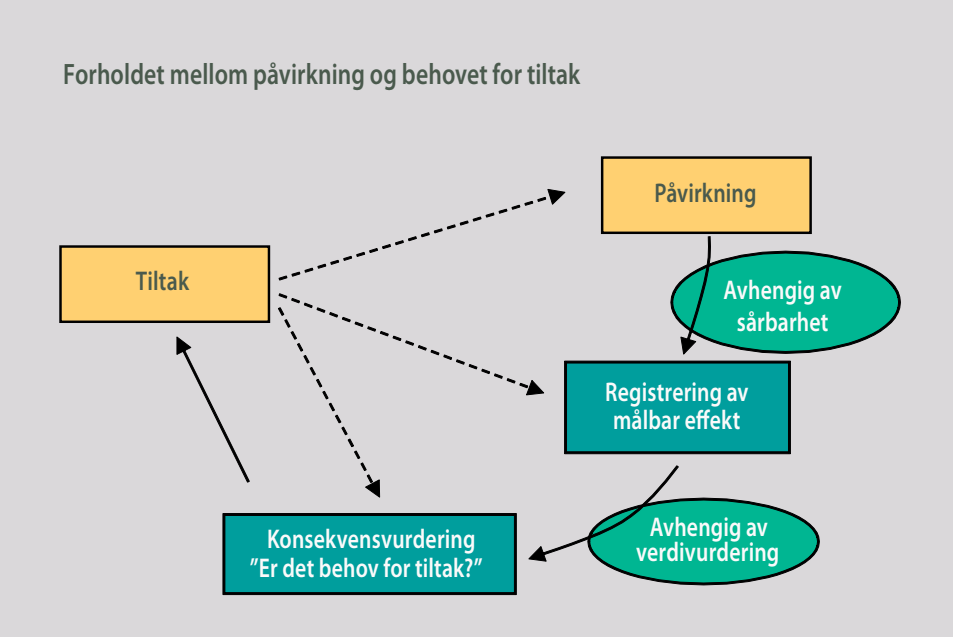
Effekter av en naturskade eller et inngrep kan måles gjennom systematiske registreringer eller som rene observasjoner. Deretter må det tas stilling til hvorvidt naturskaden skal gi grunnlag for å sette i gang avbøtende tiltak (**jfr figur 4.8**): Når er effekten av skaden akseptabel og når er den et problem? Finnes det gode tiltak som kan motvirke eller forebygge ytterligere skade? Det finnes sjelden absolutte grenser for når det er nødvendig eller riktig med tiltak. Dette avhenger av både faglige forhold, tekniske muligheter, prioriteringer og økonomi.

Behovet for tiltak vurderes ulikt av ulike grupper. Et inngrep kan av noen oppleves som positivt og vitne om økonomisk framgang eller om tidligere bruk eller positive opplevelser (en trivelig sti, et kraftverk). Samme inngrep kan av andre oppfattes som noe negativt som må utløse tiltak for å gjenopprette naturverdier. Behov for tiltak etter samme type inngrep vurderes også ulikt i forskjellige områder, avhengig av historiske forhold, eller dagens næringsliv, og kan være svært ulike selv i relativt like og nærliggende områder. Folks ønske om å gjennomføre restaureringstiltak påvirkes spesielt av deres tilhørighet til et område og deres holdninger til natur generelt.

Effekt (konkret): kan måles og registreres etter en påvirkning, er et mål på hvilke skader som faktisk har oppstått.

Konsekvens (normativt): når effekten eller skaden blir så omfattende eller på annen måte oppfattes som så uønsket at det utløser tiltak. "Skal det gjøres noe med det".

Problem: er "noe man ønsker å endre (ved å sette i verk tiltak)". Det er først når effekten fører til en konsekvens at den er et problem.



Figur 4.8. Et naturinngrep kan påføre en målbar effekt på vegetasjon og terreng. En effekt er ikke automatisk et problem, men dersom effekten vurderes som uønsket og representerer et problem i forhold til bevaring av natur- eller samfunnsmessige verdier kan det være aktuelt å sette i verk tiltak [12]. I denne håndboka er fokus rettet mot påvirkningen og tiltakene.

5 LOVVERK OG FORSKRIFTER

Restaurering eller rehabilitering av naturområder er sjeldent direkte omtalt i lover, forskrifter eller andre regler. Likevel er en rekke lover relevante i forbindelse med gjennomføring av slike tiltak. Dette gjelder både planleggingsfasen, selve gjennomføringen og tiden etter at tiltaket er avsluttet.

5.1 Lov om naturens mangfold (naturmangfoldloven)

Lov om naturens mangfold (naturmangfoldloven) ble vedtatt 19. juni 2009 og trådte i kraft 1. juli 2009 [13]. Naturmangfoldloven er svært omfattende og gir samordnende mål, prinsipper og regler for bruk og vern av naturens mangfold. Både på gen-, arts-, og økosystemnivå, og på tvers av sektorer. Loven skal gi grunnlag for en helhetlig økosystembasert forvaltning av norske land- og havområder. Loven gir virkemidler for å ivareta og forvalte norsk natur både i og utenfor vernede områder, og den skal virke sammen med annet lovverk som regulerer bruk av norsk natur. Loven vil derfor få stor betydning for alle sektorer som forvalter natur, eller som fatter beslutninger som har konsekvenser for og vil påvirke norsk natur.

Naturmangfoldlovens formålsbestemmelse (§ 1) lyder:

> "*Lovens formål er at naturen med dens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser tas vare på ved bærekraftig bruk og vern, også slik at den gir grunnlag for menneskenes virksomhet, kultur, helse og trivsel, nå og i fremtiden, også som grunnlag for samisk kultur*."

Formålsbestemmelsen vil være veiledende ved skjønnsutøvelsen ved vedtak etter loven, og vil ha betydning for tolkningen av de øvrige bestemmelsene i loven. Hovedmålet med loven er in situ[1]-bevaring, men loven inneholder også en plikt til å sette i verk ex situ[2]-bevaringstiltak hvis dette kan bidra til at en art på sikt overlever i naturen. Bærekraftig bruk og vern er virkemidlene for å oppnå målet som beskrives i formålsbestemmelsen. Vern kan i denne sammenheng både være beskyttelse mot inngrep, men også mer aktive tiltak som skjøtsel og restaurering.

Lovens kapittel II inneholder alminnelige bestemmelser om bærekraftig bruk. I kapitlet fastsettes blant annet forvaltningsmål for arter og naturtyper. Forvaltningsmålene innebærer at naturtyper, økosystemer og arter skal ivaretas på lang sikt og innenfor sitt naturlige utbredelsesområde. I tillegg oppstiller loven i § 6 en generell aktsomhetsplikt for enhver til å opptre aktsomt, og gjøre det som er rimelig for å unngå skade på naturmangfoldet i strid med forvaltningsmålene. Aktsomhetsplikten er rettet både mot offentlige myndigheter og private, herunder både enkeltpersoner og foretak. Lovens kapittel II lovfester flere miljørettslige prinsipper, som føre-var-prinsippet, prinsippet om at kostnadene ved miljøforringelse skal bæres av tiltakshaver, og prinsippet om miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder. Disse prinsippene gjelder generelt, også ved vedtak etter annet lovverk enn naturmangfoldloven.

Når det gjelder restaurering eller rehabilitering etter fysiske naturinngrep og slitasje, vil spesielt lovens kapittel V om områdevern være sentral. Naturmangfoldloven viderefører i stor grad verneformene fra naturvernloven. Men nytt i bestemmelsen om naturreservater i § 37 er at som naturreservat kan også vernes et område som er egnet til ved fri utvikling eller aktive gjenopprettingstiltak å få verneverdier som nevnt i bestemmelsen. Aktive

[1] in situ-tiltak: tiltak som gjennomføres på stedet, ute der skaden har skjedd

[2] ex situ-tiltak: tiltak som gjennomføres i et annet miljø, for eksempel i et veksthus, en biologisk stasjon eller under andre økologiske forhold enn det som finnes på stedet

gjenopprettingstiltak kan for eksempel være opprenskning i vannforekomster, fjerning av veier eller andre tekniske inngrep. Det kan også være snakk om å skape helt nye biotoper. Dersom det opprettes naturreservater som krever aktive gjenopprettingstiltak skal det på vernetidspunktet foreligge et utkast til plan for skjøtsel av området.

Lovens kapittel IV om fremmede organismer har ennå ikke trådt i kraft, men forskriftene til denne delen av loven er under utarbeidelse og vil etter planen komme innen kort tid. Innholdet i forskriftene vil trolig være relevant for valg av plantemateriale i revegeterings- og restaureringsprosjekter.

Nytt i naturmangfoldloven er også bestemmelser om prioriterte arter og økologiske funksjonsområder. Dersom en art velges ut som prioritert kan det ved forskrift velges ut økologiske funksjonsområder av mindre omfang, hvor det kan settes forbud mot tiltak som kan være til skade for den aktuelle arten. Slike funksjonsområder kan også være områder der aktiv skjøtsel eller andre typer tiltak som blant annet tilrettelegging, merking og gjenoppretting er en forutsetning for ivaretakelse av funksjonsområder. I slike tilfeller skal det legges frem en handlingsplan for å sikre områdene.

Loven gir i kapittel VI hjemmel for å utpeke utvalgte naturtyper som fastsettes i forskrift. Naturtypene kan være utvalgte i hele eller deler av landet. Ved utøving av lovens aktsomhetsplikt skal det tas særskilt hensyn til forekomster av utvalgte naturtyper for å unngå forringelse av naturtypens utbredelse og forekomstens økologiske tilstand. Ved vurdering skal det legges vekt på forekomstens betydning for den samlede utbredelse og kvalitet av naturtypen og om en tilsvarende forekomst kan etableres eller utvikles på et annet sted. Tiltakshaveren kan pålegges å bære rimelige kostnader ved ivaretakelsen, opprettelsen eller utviklingen av en slik forekomst.

Kapittel IX om håndheving og sanksjoner inneholder bestemmelser om retting og avbøtende tiltak, uforutsette konsekvenser av lovlig virksomhet, direkte gjennomføring og bruk av tvangsmulkt. Bestemmelsene om retting gir myndighetene hjemmel til å gi pålegg om å rette eller stanse forhold som er i strid med loven eller vedtak med hjemmel i loven. Den som forårsaker fare for forringelse av naturmangfoldet skal sette i verk tiltak for å forhindre at slik forringelse skjer. Dersom forringelsen allerede har inntrådt, gjelder plikten hindring av ytterligere forringelse og – om mulig – gjenoppretting av den tidligere tilstand for mangfoldet. Myndighetene kan selv sørge for iverksetting av pålegg om retting dersom den ansvarlige ikke selv etterkommer dette. Dersom det er nødvendig kan det gjøres bruk av den ansvarliges eiendom eller andres eiendom. Kapitlet om håndheving og sanksjoner gir også regler om miljøerstatning og straff ved overtredelser av bestemmelser i loven.

5.2 Et lite knippe andre relevante lover

Direkte og indirekte kan nok restaureringstiltak komme i berøring med mange andre lover, og dette må håndteres avhengig av type prosjekt, aktører og situasjoner. Nedenfor følger noen korte stikkord på et lite knippe lover som kan være spesielt relevante. Alle lovene finnes i fulltekst på Lovdata [13]

Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven): Loven regulerer mellom annet arealplaner og reguleringsplaner, og omfatter alle utbyggingsprosjekter. Både avbøtende og forebyggende restaureringstiltak vil komme i berøring med loven. Se for eksempel kapittel 8.1 i håndboka.

Lov om motorferdsel i utmark (motorferdselloven): Loven regulerer ferdsel med kjøretøy i utmark mellom annet for å verne om naturmiljøet. En del motorferdsel i utmark er unntatt loven, som for eksempel forsvarets øvelser og forflytninger. Det er også åpnet for å gi dispensasjoner for andre typer bruk. Motorferdsel i utmark kan føre til skade på vegetasjon og terreng, og dermed medføre behov for restaureringstiltak. Håndhevelse av dispensasjoner og tilrettelegging med kjøreforsterking i traseene er typiske forvaltningsutfordringer.

Lov om matproduksjon og mattrygghet mv. (matloven): Dette er en omfattende lov som mellom annet omfatter regulering av plantehelse og innførsel av organismer. Forhold knyttet til frøproduksjon og frøomsetning ligger også under denne loven, og dette er relevant for restaurering og revegetering (se for eksempel kapittel 9.6 B og 9.7).

Lov om patenter (patentloven) omfatter også patent på biologisk materiale som finnes i naturen, men som kan utnyttes industrielt. Dette inkluderer mellom annet patenter på godkjente frøsorter som kan brukes i restaurering Temaet behandles nærmere i kapittel 6.2, og også indirekte i kapittel 9.6 B .

Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven) skal sikre samfunnsmessig forsvarlig bruk og forvaltning av vassdrag og grunnvann. Dette omfatter også forhold som opprettholdelse av kantvegetasjon langs vassdrag, gjenoppretting av vassdragsløp og gjenåpning av lukka vassdrag. Her er kunnskap om restaurering svært relevant.

Norge har vedtatt **EUs vannrammedirektiv (Vannforvaltningsforskriften):** I direktivet formaliseres behovet for restaurering av modifiserte vannforekomster for å gjenopprette god økologisk standard. Direktivet setter som mål at det skal ivaretas eller oppnås god miljøtilstand i vannforekomstene, og restaurering er konkret beskrevet som virkemiddel for å oppnå god miljøtilstand [14]. Kunnskap om restaurering og de mulighetene som finnes er dermed en forutsetning for å oppfylle Norges forpliktelser i henhold til direktivet.

6 ØKOLOGISK RESTAURERING MÅ BYGGE PÅ ØKOLOGISK KUNNSKAP

Økologisk kunnskap gir muligheter til å gjennomføre gode tiltak. Økologi må være drivkraft og inspirasjon – selv om det kan gi noen vanskelige valg.

Kunnskap om økologiske prosesser og naturens evne til gjenvekst er en forutsetning for å utvikle gode restaureringsmetoder:

- Økologisk kunnskap er det beste verktøyet vi har for å beskrive den skaden som skal repareres, og koble dette til de metodene som skal velges.
- Økologisk kunnskap gjør det mulig å ta spesielt tak i den faktoren som er mest kritisk for et vellykket resultat.
- Metoder basert på økologisk kunnskap er mer bærekraftige ettersom de baseres på prosesser som systemet selv er i stand til å drive.
- Økologisk kunnskap gir grunnlag for å stille spørsmål ved etablerte metoder og utvikle bedre løsninger.
- Kunnskap om faren for genetisk forurensing og spredning av fremmede organismer må inkluderes i valg av planter og metoder.

6.1 Økologi og restaurering

6.1.1. Dynamikk og suksesjon

Naturen er i konstant forandring, den er dynamisk. Dynamikken foregår på svært ulik skala i både tid og rom og virker gjennom alle faser av økosystemet, både på enkeltarter (fra fødsel til død) og i samspill mellom arter over tid. For eksempel vil noen arter ikke kunne produsere avkom ved gitte klimaforhold. Andre individer blir utkonkurrert av andre større og mer konkurransesterke i samme art eller noen arter blir utkonkurrert av andre arter (**Figur 6.1**). Større forstyrrelser vil gi helt nye leveforhold som kan gi dramatisk påvirkning på økosystemer. Slike forstyrrelser kan både være naturlige (ved vulkanutbrudd, skogbranner, oversvømmelser) eller kan oppstå etter menneskeskapt forstyrrelse.

Hvordan arter reagerer på slike forstyrrelser er knyttet til livsstrategi. I restaurering er det særlig tre forhold som er viktig:

1. Artens evne til etablering/gjenvekst og regenereringsevne
2. Artens evnt til videre spredning og konkurranse
3. Artens evne til å motstå forstyrrelse (slitestyrke)

Målet med restaurering blir derfor å tilrettelegge for at de dynamiske økologiske prosessene skal virke, ikke å gjenskape et statisk bilde av et gitt antall og mengde arter. Økologisk restaurering må spille på lag med dynamikken og fokusere på:

- å legge til rette for innvandring/etablering/gjenvekst av arter
- å legge til rette for at hele livssyklusen til organismer kan gjennomføres
- å legge til rette for naturlig omsetning av næringsstoff
- å legge til rette for at nedbrytingen av døde organismer fungerer

Figur 6.1. Arter har ulike livsstrategier. Dette gir dem ulike egenskaper i forhold til etablering etter inngrep, konkurranse med andre arter og evne til å mostå miljøendringer. Mogop, løvetann, lappvier, strutseving, torvmose og furu. Foto: A. B. Skrindo/D. Hagen.

PILOT SUPER

I de fleste økosystem finnes det en døgndynamikk, en årstidsdynamikk og en mer langsiktig dynamikk som kalles suksesjon: *"En mer eller mindre lovmessig endring i artsmengder og artssammensetning etter naturlig forstyrrelse, høsting i naturmark, opphør av hevd i kulturmark eller opphør av vedlikehold etter inngrep som gir opphav til kunstmark"* [51].

Det er ofte vanlig å dele suksesjon i to hovedtyper. **Primærsuksesjon** er noe som foregår etter at et nytt miljø har oppstått, f.eks. når isbreer trekker seg tilbake, når sanddyner rykker fram, når bergflater gradvis blir dekket av jordsmonn eller når store tekniske inngrep har totalt endra naturmiljøet på en lokalitet (**Figur 6.2**). Dynamikken i økosystemet vil føre en primærsuksesjon i retning av noe nytt og annet enn det som var her før. **Sekundærsuksesjon** foregår etter en endring eller påvirkning i eksisterende vegetasjon, som resultat av en større eller mindre forstyrrelse. Dette kan være en oversvømmelse, en skogbrann eller menneskeskapte endringer som skogsdrift, slitasje eller tekniske inngrep som ikke har modifisert en lokalitet. Sekundærsuksesjon i naturlige miljø vil i større grad gå i retning av noe som ligner det opprinnelige. Etter menneskeskapte inngrep er miljøet ofte så påvirket at sekundærsuksesjon vil gå mot et endra økosystem (**Figur 6.3**).

Suksesjonsforløpene varierer både i tid og retning. Et suksesjonsforløp på ei myr i Finnmark inkluderer andre arter enn suksesjonsforløpet på en furumo i Hedmark. Prosessen er den samme: Noen arter kommer først, andre kommer til og noen dør ut etter hvert.

Styrende faktorer i suksesjoner er:

- Klimatiske forhold. Fuktighet, innstråling, vind, varme etc. vil påvirke veksthastigheten hos arter ulikt.
- Geologi og jordtype, som gir grunnlag for ulike arter.
- Tilgang på jordsmonn. Primærsuksesjonen starter med å opparbeide et organisk lag, noe som tar lang tid.
- Frøtilfang. Mengden og artene av frø, sporer og plantedeler som kan spire i jorda og omgivelsene vil variere fra område til område. Frøregn fra omgivelsene virker på samme måte.
- Artenes livsstrategi. Noen arter er pionerarter som spirer raskt, setter mange, små frø og lager frøbank. Men disse er dårlige konkurrenter i tett vegetasjon. Andre arter etablerer seg når det er et godt vegetasjonsdekke, de er gode konkur-

Figur 6.2. Primærsuksesjon i morene foran Marthabreen på Svalbard. Etter hundre år har vegetasjonen begynt å etablere seg, og etterhvert kan det dannes et jordsmonn dersom de klimatiske forholdene gjør det mulig. Foto: D. Hagen.

Figur 6.3. Sekundærsuksesjon langs Oslofjordforbindelsen (rv 23). Kantklipp hindrer oppslag av busker og trær helt inntil vegen. Foto: A. B. Skrindo.

renter, men setter frø seint. Noen arter takler forstyrrelse greit, andre arter dør med selv moderat forstyrrelse.

- Størrelsen på arealet hvor vegetasjonen er endra. Et stort inngrep vil ha relativt større kontaktflate mot eksisterende vegetasjon og dermed bedre tilgang på frø og tilvekst fra sidene.

Suksesjon i to like inngrep som er gjennomført i samme skogstype kan dermed forventes å forløpe relativt likt, for eksempel gjenvekst etter flatehogster i to blåbærgranskoger. På samme måte vil suksesjonsforløpet etter kjøreskader i lavfuruskog på Østlandet være ganske lik. Men et kjørespor i lavfuruskog på Østlandet vil ha et annet suksesjonsforløp enn et kjørespor i ei myr på Finnmarksvidda.

Naturlige suksesjonsforløp kan endres ved skjøtsel og beplanting. Ved ulike tiltak (som næringstilførsel, tilsåing og planting) kan et senere suksesjonsstadium etterliknes. Skjøtsel som slått, luking og evt. sprøyting kan fjerne planter eller endre konkurransefortrinnene for noen arter. Med slike virkemidler kan man lage grøntanlegg som fraviker mer eller mindre fra det naturlige suksesjonsforløpet på stedet. Den gradvise endringen i vegetasjonen vil likevel fortsette, men nå i henhold til de nye forholdene. For at skjøtsel skal få varig effekt, må tiltakene videreføres. Dersom skjøtselen eller vedlikeholdet opphører vil den naturlige suksesjonen gradvis ta over. Et klassisk eksempel er slåttenger: Så lenge engene slås til samme tid hvert år og høyet fjernes finnes det ei eng. Hvis slåtten opphører vi suksesjonen føre området over til annen vegetasjon.

6.1.2. Naturtyper og variasjon

Variasjonen i naturen skyldes et mangfold av geologiske forhold, landformer, klimatiske faktorer og menneskelig påvirkning. Størstedelen av variasjonen kan betraktes som økoklinal variasjon: *dvs. en parallell, mer eller mindre gradvis variasjon i artssammensetning og økologiske forhold*. Gradienten er ofte både geografisk (for eksempel varierer fuktighetsforholdene i en li gradvis nedover i lia) og skjer over tid (suksesjon). I *Naturtyper i Norge (NiN)* [15] deles variasjonen inn i tre typer som alle er av betydning for rehabiliteringsprosjekter, men der vi spesielt skal fokusere på *de lokale basisøkoklinene*:

- *Regionale økokliner* beskriver variasjon på storskala-nivå (regionalt nivå) og er av mindre betydning for lokal variasjon på en konkret rehabiliteringslokalitet, men har betydning om man sammenlikner prosjekter etter samme type inngrep i ulike deler av landet.

Figur 6.4. Langs økoklinen sur-basisk finner vi for eksempel tyttebær som liker relativt surt jordsmonn, og blåveis som er kalkkrevende. Foto: A. B. Skrindo.

- *Tilstandsøkoklinene* beskriver hvordan ytre påvirkninger som for eksempel forurensing, fremmede arter, forstyrrelse og bruksendring gir variasjon både på det fysiske miljøet og artssammensetningen. Dette er viktig for rehabiliteringsprosjekter med spesielle utfordringer i tillegg til de naturgitte forholdene.

Figur 6.5. I Rødsmoen ved Rena er det nesten rein mineraljord under det tynne vegetasjonsdekket. Myrene i Troms representerer den andre ytterligheten med tjukke torvlag og mye fuktighet. Begge jordtypene er sårbare for slitasje ved motorisert ferdsel i terrenget. Foto: D. Hagen/H. Tømmervik.

- *De lokale basisøkoklinene* står i en særstilling ettersom de er avgjørende for den naturlige variasjonen innen en gitt lokalitet. Alle lokaliteter kan beskrives som en kombinasjon av de økologiske og fysiske forholdene på stedet. Kompleksiteten er stor i de fleste økosystem og vegetasjonstyper. Kjennskap til de viktigste faktorene vil kunne bidra til å sette realistiske mål for rehabiliteringen, velge fornuftige metoder og bidra til at rehabiliteringen blir en økologisk restaurering av området. Det finnes mange lokale økokliner og flere inndelinger. Vi oppsummerer her den mest relevante økolinen for rehabiliteringsarbeid i terrestriske områder samt våtmarksområder, myr og elvekant i Norge slik de beskrives i NiN.

- ***Ressurstilgang*** beskriver ressursene planter trenger for å leve, og de mest sentrale er:

  - Mineralnæring, for eksempel syre-basestatus: Artssammensetningen varierer vesentlig avhengig av jordas syre-basestatus (**Figur 6.4 på side 29**). Noen arter trives best ved basiske forhold og andre ved surere forhold. Ved valg av plantemateriale for rehabilitering vil kunnskap om syre-basestatus i jorda være viktig. På samme måte vil tilførsel av jord fra et annet område påvirke levevilkår for plantene avhengig av jordas syre-basestatus.

  - Stoffomsetning og substrat: Variasjonen i vekstmasser er stor, og plantearter har ulike preferanser. Både nedbrytningsgraden, akkumulasjonen av organisk materiale og kornstørrelse er faktorer som arter er tilpasset til (**Figur 6.5**). Ved tilførsel av vekstmasser og ved håndtering av lokalitetens stedegne masser er det viktig å ta hensyn til dette.

  - Vann: Tilgjengelig vann er avgjørende for plantevekst, men vann kan også skape problemer for en del arter (**Figur 6.5**). Vannmetning og oversvømmelse over korte eller lengre perioder kan by på utfordringer. Vannmangel er også en sentral faktor som påvirker både etablering og veksthastighet for de fleste arter.

  - Lys og temperatur: Både lys og temperatur er avgjørende for plantevekst, direkte ved innstråling, men også indirekte via snødekkets varighet, kortere vekstsesong i arktisk-alpine områder og gjennom frostvirkninger på marka (**Figur 6.6**).

I alle naturtyper vil det være et sett av økokliner som er med og definerer naturtypen. Ved rehabilitering etter naturinngrep er det viktig å fokusere på den eller de økoklinene som har størst effekt på etablering av vegetasjon. I praksis ser vi at dette ofte er vanntilgang og jordforhold.

For å velge den beste rehabiliteringsmetoden, bør lokaliteten beskrives (se detaljer i **kapittel 7**). Et godt utgangspunkt er å identifisere hvilken naturtype som blir berørt av tiltakene. Det finnes mange måter å dele inn natur på, men vi anbefaler det nye systemet Naturtyper i Norge (NiN) som ble lansert

Figur 6.6. Temperatur og klimaforhold, både gjennom sommeren og gjennom vinteren er viktig for utbredelsen av arter og vegetasjonstyper. Foto: A. B. Skrindo/D. Hagen

høsten 2009. Dette inndelingssystemet er basert bl.a. på økoklinene som er gjennomgått over.

Naturtyper i Norge (NiN) er en ny måte å beskrive natur på som kommer til å bli standardmåten alle sektorer i årene som kommer. I rehabiliteringsprosjekter kan naturtypebestemmelse brukes som et hjelpemiddel for å beskrive lokaliteten, identifisere viktige økokliner og dermed den mest sannsynlige begrensende faktor for restaureringen. Slik blir det mulig å velge den best egna metoden. Begrepet "naturtype" er skalaavhengig og ulik skala er relevant for ulike prosjekter. I NiN blir naturtype definert som " en ensartet type natur som omfatter alt plante- og dyreliv og de miljøfaktorene som virker der". Begrepet "ensartet" vil ha ulik betydning på ulik skala og NiN opererer med skalainndeling på fem nivåer:

I. **Livsmedium.** Beskriver hvor organismene lever. Kan være veldig små til veldig store. (Eks. død ved, bløtbunn i ferskvann, organisk jord).

II. **Økosystem.** Beskriver naturvariasjon på "vegetasjonstype-skala". Oftest med minste utstrekning på 25 m, 100 m^2 og kartleggbar i målestokk 1: 5000. (Eks. kystlynghei, flomskogsmark, snøleier).

III. **Landskapsdel**. Beskriver "stor-økosystemer" som utgjør en enhet. Minste utstrekning 250 m, 1 hektar (0,01 km^2). (F.eks. myrsystemer, innsjø, bekkekløft).

IV. **Landskap.** Beskrives som "større områder med enhetlig visuelt preg". (F.eks. fjord- og dallandskap, strandflate).

V. **Region.** Brukes først og fremst for å beskrive variasjon langs regionale økokliner.

Ofte vil skalanivå "økosystem" være egnet for rehabiliteringsprosjekter, men også livsmedium og landskapsdel er svært relevante skalanivåer i mange prosjekter. Naturtype identifiseres ved å bruke kunnskap om lokaliteten og den nettbaserte "Naturtypebasen" [16]

6.2 Genetikk og restaurering

Etablering av ny vegetasjon etter inngrep involverer ofte bruk av frø eller plantemateriale. Tradisjonelt har kommersielle frøblandinger eller planter vært brukt til dette formålet. Dette kan være arter som finnes og er dyrket fram i Norge, det kan være nære slektninger av norske arter eller fremmede utenlandske arter.

Fremmede arter i norsk flora representer en trussel mot naturmangfold. Det er utarbeidet ei norsk "Svarteliste" [17] med risikovurdering av en rekke fremmede arter som representerer en slik trussel. Bruk av innførte arter eller sorter i revegeteringstiltak er en av påvirkningsfaktorene som kan forårsake spredning av fremmede arter eller gener. Fremmede arter kan fortrenge stedegen vegetasjon eller krysse seg med lokale populasjoner og gi genetisk forurensning. Faren for genetisk forurensing øker dersom det innførte plantematerialet er nært beslektet med noen av de stedegne artene. Også arter og frøblandinger med norsk opprinnelse kan representere en genetisk trussel mot naturmangfold ettersom en art kan bestå av underarter eller populasjoner med unike genetiske egenskaper.

Råd om valg av plantemateriale til revegeteringsformål og vurdering av uønska effekter fra innførte planter er i liten grad styrt gjennom regler og lover. I praksis betyr dette at slike vurderinger overlates til det enkelte prosjekt. Naturmangfoldloven [13] strammer inn grepet noe der det står:

- *§28 (Krav til aktsomhet). "Den som er ansvarlig for utsetting av levende eller levedyktige organismer i miljøet, skal opptre aktsomt, og så langt som mulig søke å hindre at utsettingen får uheldige følger for det biologiske mangfold."*

- *§ 30 (alminnelige regler om utsetting). "Ingen må uten hjemmel i § 31 eller tillatelse fra myndigheter etter denne loven sette ut*

  a) organismer av arter og underarter som ikke finnes naturlig i Norge, herunder utenlandske treslag,

  b) organismer som ikke fra før forekommer naturlig på stedet, dersom Kongen i forskrift har stilt krav om tillatelse til dette"

- *§ 31(Utsetting uten særskilt tillatelse). "Utsetting kan skje dersom aktsomhetsplikten etter § 28 blir overholdt, av*

  b) planter i hager, parkanlegg og andre dyrkede områder, hvis plantene ikke kan påregnes å spre seg utenfor området, samt norske treslag."

Dette kapitlet har ikke trådt i kraft per 01.03.2010, men det arbeides nå med forskriftsverket knyttet til denne delen av loven.

Når et område skal restaureres, bør valg av revegeteringsmetode inkludere en vurdering av temaet *genetikk og restaurering*. Spørsmål som ofte dukker opp er: Skal det velges innførte eller stedegne planter? Hva betyr "stedegen"? Hvor strenge krav skal det stilles til "stedegenhet"? Hvordan får man tak i stedegne planter eller frø?

Ofte har prosjekteier et ønske om å bruke stedegne planter. Men hva innebærer egentlig dette? Det finnes ingen entydig definisjon, begrepet "stedegen" kan brukes på ulik geografisk skala og prosjekter vil trolig ha ulike krav til stedegenhet. Eksempelvis kan en art være stedegen for Norge, men ha stor genetisk variasjon mellom landsdelene eller en art kan finnes naturlig i en naturtype, men ikke i naturtypen like ved. Med utgangspunkt i utenlandsk frømateriale kan det være foredlet fram kommersielle sorter som er godkjent i Norge og dermed definert som en norsk sort, selv om sorten genetisk sett ikke er norsk.

Den genetiske variasjonen innen en art er generelt slik at individer som lever nær hverandre har mer lik genetisk sammensetning enn individer som lever adskilt. Individer av samme art som lever i et avgrenset område og fritt krysser seg med hverandre kaller vi en populasjon. Naturlige barrierer som fjell, daler og fjorder har ført til at arter kan ha mange adskilte populasjoner og følgelig stor genetisk variasjon. Ved å flytte individer fra et område til et annet kan individer fra ulike populasjoner krysses, noe som kan gjøre populasjonene mer ensartet slik at spesielle genetiske særtrekk forsvinner. Kunnskap om eventuelle kort- og langsiktige effekter av innført plantemateriale på lokale arter og underarter er mangelfull. Kartlegging av genetisk variasjon i ulike geografiske områder finnes kun for noen få arter i Norge.

Dessverre mangler kartleggingen for de mest relevante artene i restaureringssammenheng, slik at kunnskapen om hvor stor forskjell det er mellom populasjoner av samme art (for eksempel rødsvingel) som opprinnelig vokser i ulike deler av landet (for eksempel Valdres og Lyngen) mangler. Dermed er det vanskelig å forutse konsekvensene for det genetiske mangfoldet ved innføring av rødsvingel fra andre deler av landet, eller fra et naboland. Ved foredling av arter som tidligere ikke har vært brukt bør vi være ekstra varsomme. Rødsvingel har vært i bruk i lang tid over store områder, og eventuell genetisk forurensing har trolig allerede forekommet svært mange steder. Dersom nye arter skal tas i bruk bør den genetiske variasjonen mellom populasjonene kartlegges. Det samme bør gjøres før man utvider bruken av arter som allerede er tatt i bruk.

En plantesort er en framforedlet undergruppe av en art. Forskrift til patentloven [18] definerer plantesort slik: "*Med plantesort forstås i patentloven og i forskriften her en bestand av planter innenfor en enkelt taksonomisk gruppe av lavest kjente rang, som*

1. *kan defineres på grunnlag av forekomsten av kjennetegn som skyldes en bestemt genotype eller kombinasjon av genotyper,*
2. *kan skilles fra enhver annen bestand av planter på grunnlag av forekomsten av minst ett av de nevnte kjennetegn, og*
3. *kan betraktes som en enhet når det gjelder evnen til å formere seg uforandret.*

Forekomsten av kjennetegn som nevnt i første ledd nr. 1, kan være invariabel eller variabel mellom sortsbestanddeler av samme slag, forutsatt at også variasjonsnivået skyldes genotypen eller kombinasjonen av genotyper." En sort er framforedlet med tanke på å fylle spesielle egenskaper. For at en sort skal kunne omsettes kommersielt må den derfor godkjennes etter et omfattende system som inkluderer vekst, fertilitet, konkurranseevne etc. Dette reguleres gjennom "Forskrift om prøving og godkjenning av plantesorter" [19].

Mange virksomheter i Norge baserer sin virksomhet på bruk av innført plantemateriale, foredlet til et mangfold av sorter utviklet for konkrete formål.

Landbruket, gartner- og hagebruksnæringa er eksempler på dette. Dermed er innførsel og spredning av fremmede gener i praksis svært vanskelig å regulere.

Det mangler kunnskap om hvor stor genetisk forskjell det er mellom planter av samme art som lever ulike steder i landet, og om de faktiske effektene en krysning mellom populasjoner vil ha. Dermed er det umulig å gi et enkelt svar på spørsmålet "hvor strenge krav skal det stilles til stedegenhet". Det kan også bli slik at prosjekter med gode målsettinger om bevaring av naturverdier kan bli en trussel mot naturmangfold. Her gir vi noen generelle anbefalinger, og håper at kunnskapen på dette feltet vil øke i årene som kommer.

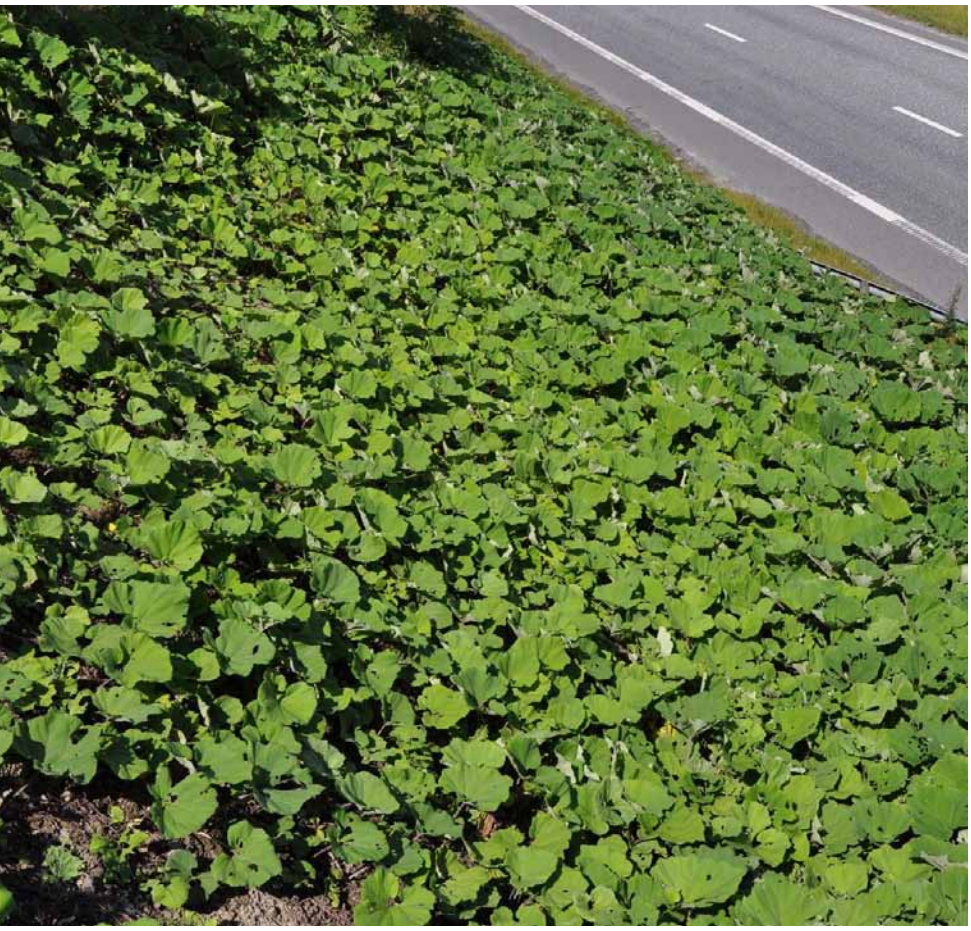
Generelle retningslinjer:

- Kravet til stedegenhet bør være strengt i naturområder der det tidligere ikke har vært innført planter (**Figur 6.7**).
- Planter med kjent negativ økologisk påvirkning på omgivelsene (for eksempel arter kategorisert i høy risiko i Norsk Svarteliste 2007) bør unngås (**Figur 6.8**).
- Det bør være en restriktiv holdning til planter og frø av arter som ikke har vært foredlet dersom den genetiske variasjonen ikke er undersøkt.
- I områder der det tidligere er plantet eller sådd, for eksempel i byer og tettsteder er det naturlig å ha mindre strenge krav til stedegenhet. Men også her er det svært viktig å unngå bruk av arter som sprer seg, og som kan utgjøre et potensielt problem.
- Føre-var-prinsippet må styre valg av arter i alle typer rehabiliterings- og restaureringsprosjekter.

Under beskrivelse av enkeltmetoder i kapittel 9 blir dette temaet direkte berørt og relatert til konkrete problemstillinger og løsninger. Tilgang og produksjon av stedegent plantemateriale har økende fokus ettersom kravene til gode, bærekraftige løsninger forsterkes.

Figur 6.7. I Longyearbyen på Svalbard er det sådd med grasfrøblanding som inneholder fremmede sorter og arter. Vegetasjonsdekket er spesielt godt synlig på høsten når resten av område har kommet i høstfarger. Den langsiktige effekten av tiltaket, på økologi og genetikk, er ikke undersøkt. Foto: D. Hagen.

Figur 6.8. Noen av artene kategorisert til høy risiko på Norsk Svarteliste 2007. Kjempespringfrø, parkslirekne, legepestrot og hagelupin. Foto: A. B. Skrindo.



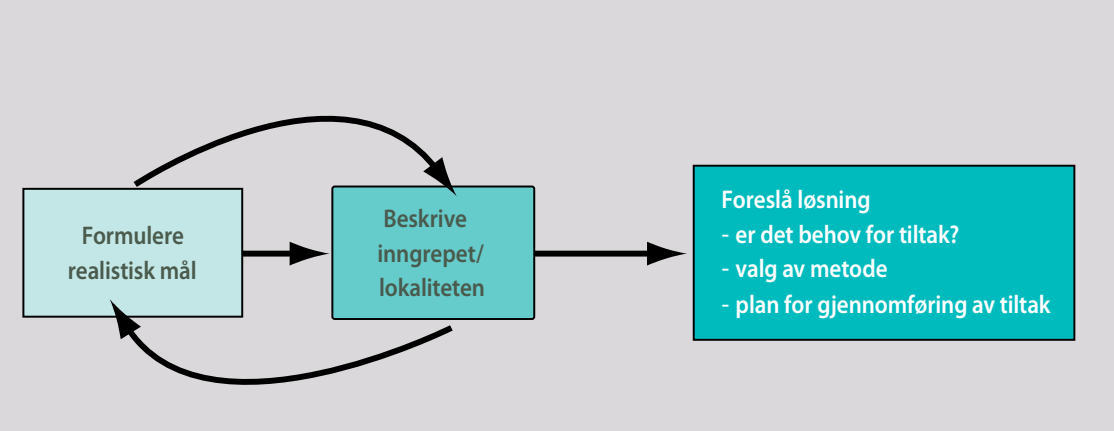
7 BESKRIVELSE AV LOKALITETER

Før man begynner å planlegge et tiltak er det nødvendig med en grundig dokumentasjon av lokaliteten eller skaden, med både beskrivelse av naturforhold, selve inngrepet, bruk og forvaltning.

Restaurerings- eller rehabiliteringstiltak må baseres på (**Figur 7.1**):

1. Konkret formulering av realistisk mål (**kapittel 3.2**)
2. Grundig og relevant lokalitetsbeskrivelse

Dette kapitlet gir en systematisk gjennomgang av hvordan en lokalitetsbeskrivelse kan gjennomføres, og hva den bør inneholde (**Tabell 7.1**). En systematisk kartlegging av lokaliteten vil sikre at man fanger opp de forholdene som er relevante for å formulere konkrete og realistiske mål for tiltaket, og er et avgjørende grunnlag for å velge den best egnete metoden for å nå målet (se gjennomgang av metoder i **kapittel 9**). Et system for skadebeskrivelse må være i stand til å dekke alle typer skader og inngrep.



Figur 7.1. Handlingskjede for restaurering av inngrep. Formulering av mål og beskrivelse av inngrepet må sees i sammenheng. Basert på kunnskap om inngrepet og målene for området er det mulig å foreslå løsninger og formulere en plan for gjennomføring av tiltak.

Tabell 7.1. Huskeliste for systematisk beskrivelse av lokaliteter. Lista er ei bruttoliste som tilpasses det enkelte prosjektet.

Lokalitet:

Stedsnavn (fra standard kartverk):

Kartfesting, for eksempel UTM-koordinater:

Planer for framtidig bruk

Hvordan skal området brukes framover

- type bruk, omfang, intensitet (kontinuerlig, enkeltepisoder)

Hvordan skal området forvaltes framover

- hvilke aktører er involvert i forvaltningen
- ressurstilgang (kompetanse hos involverte aktører, økonomi)
- juridiske føringer

Inngrepets historie/plan for nye inngrep

Fakta om inngrepet

- hva er direkte årsak til inngrepet (hva har skjedd)
- hvordan skal et nytt inngrep gjennomføres (hva skal skje)
- når oppsto inngrepet (eventuelt over hvor lang periode), resultat av en enkelthendelse eller av gjentatt påvirkning
- er inngrepet resultat av ordinær bruk eller ulovlig aktivitet

Historisk bruk

- hvordan ble området brukt før inngrepet
- har området synlig preg av tidligere bruk (både positive og negative spor)

Geografiske opplysninger

Tilgjengelighet

- avstand til etablert vegnett
- standard på vegnett (skogsbilveg, asfaltert veg, riks- eller fylkesveg, offentlig eller privat veg)
- annen tilkomstmåte (båt, helikopter, terrengkjøretøy)

Nærhet til kjente natur- eller kulturminneverdier

- er det kjente forekomster av spesielle natur- eller kulturminneverdier i eller ved lokaliteten eller langs adkomsten til lokaliteten? Sjekk Naturbasen og andre kilder (f.eks. fagrapporter fra konsekvensutredninger eller kommunen) for forekomst av verneområder, spesielle naturtyper, rødlistearter, freda kulturminner

Beskrivelse av selve inngrepet / eller hva som forventes ved nye inngrep

Størrelse og form:

- hvor stort er inngrepet (angi lengde eller areal) eller det planlagte inngrepet
- hvilken form har inngrepet (linje, punkt, flate)
- ligger inngrepet isolert som et enkelt inngrep, eller som del av større gruppe inngrep (angi evt. avstand til andre inngrep)

Tilstand:

- er hele eller deler av lokaliteten ødelagt som følge av inngrepet, eller er området bare delvis påvirket
- er påvirkningen jevnt fordelt eller store forskjeller i ulike deler av lokaliteten (og tilsvarende for planene ved nye inngrep)
- er det skarp eller glidende overgang til omkringliggende areal uten inngrep

Økologiske og fysiske forhold

Vanntilgang:

- angi om det er tørt, fuktig, bløtt, overvann, høy vannstand (myr eller sump)
- variasjon i lokaliteten
- variasjon gjennom vekstsesongen

Jord:

- stedegne eller tilførte masser
- type substrat (pukk, stein/blokk, grus, sand, leire eller anslå blandingsforhold)
- mineraljord, organisk jord eller en blanding
- eventuelle forurensinger (asfalt, giftstoffer etc.)

Topografi og terreng:

- har lokaliteten opprinnelig overflate eller er det gjennomført inngrep som har endra overflata (eventuell angi grad av endring), er det flatt, svak helling eller bratt, er det jamn overflate eller kupert
- overflatestruktur (glatt eller ujamt, løs eller komprimert)

Naturtype:

- angi hovedvegetasjonstype (myr, skog, fjell, ferskvann, havstrand, osv)
- koble til naturtype i NiN eller gi mer detaljert beskrivelse av vegetasjonstype dersom det er mulig

Klimageografisk region:

- ligger lokaliteten i fjellet, lavlandet, midt i mellom
- høyde (moh.)
- kyst eller innland

Tilstand i vegetasjon og terreng

Erosjonsstatus

- er det erosjon i lokaliteten i dag (litt, mye)
- kan det forventes at det vil oppstå erosjon dersom det ikke gjennomføres tiltak

Slitasjetilstand

- hvor mye av vegetasjonen er ødelagt i inngrepet (forventes ødelagt i et planlagt inngrep): fullstendig fjernet; delvis fjernet; kraftig påvirket, men ikke fjernet; synlig påvirket, men fremdeles rester av intakt vegetasjon (andel naken jord kan være en god parameter)
- i hvilken grad er det opprinnelige terrenget modifisert av inngrepet (forventes modifisert i et planlagt inngrep): fullstendig omformet; delvis omformet; intakt terreng, men ødelagt toppdekke

Forekomst av innførte arter

- er det tydelig oppslag av ny vegetasjon som skiller seg fra opprinnelig vegetasjon
- har det kommet inn aggressive, fremmede arter i lokaliteten: eks. slirekne, kjempespringfrø, kjempebjønnkjeks, oppslag av fremmede bartrær - sjekk Norsk svarteliste

Status på naturlig gjenvekst

- har naturlig gjenvekst med stedegne arter kommet i gang: antydning til gjenvekst, men sakte utvikling; antydning til gjenvekst, rask utvikling; ingen tegn til gjenvekst; rask gjenvekst, men helt fremmed vegetasjon

Andre opplysninger

Endra beslutningsgrunnlag

- Kan det forventes forvaltningsmessige, juridiske, beslutninger som vil påvirke området i framtida (når, hva, hvordan)?

Andre relevante forhold av betydning

7.1 Naturforhold i inngrepet

Naturforholdene i inngrepet er avgjørende for den naturlige gjenveksten og for hvilke metoder som er aktuelle å bruke ved revegetering eller restaurering.

Fuktighetsforhold

Tilgangen på fuktighet gjennom vekstsesongen er avgjørende for etablering av vegetasjon og plantevekst (**Figur 6.6**). Både nedbørsmengden, tilsig av vann fra omkringliggende områder og vannkapasiteten i jorda er avgjørende for fuktighetstilgangen på en lokalitet.

I områder med lite sommernedbør er smeltevannet om våren en avgjørende kilde til fuktighet tidlig i vekstsesongen, og helt avgjørende for etablering av vegetasjon. Et organisk jordsmonn bidrar til å holde på fuktigheten. Områder med dårlig utviklet jordsmonn, som for eksempel i høgfjellet, har liten vannkapasitet. Små søkk i terrenget vil være tilstrekkelig til å øke snømengden, og dermed gi økt vanntilgang utover forsommeren. Tilførsel av vann fra bekker og sig varierer også mye over korte avstander. Det kan derfor være skarpe, naturlige grenser i fuktighetstilgang over korte avstander. Naturlig gjenvekst går betydelig raskere i inngrep med god tilgang på fuktighet.

Generelt har fuktige vegetasjonstyper dårlig slitestyrke. Det er påvist nær sammenheng mellom skadeomfanget og bæreevnen til underlaget. Vanninnholdet i jorda er den viktigste enkeltfaktoren som påvirker bæreevnen. Tørr jord har større motstandsevne mot pakking enn fuktig jord, dvs. den tåler mer trykk før den blir presset sammen. I tillegg er fuktige vegetasjonstyper, som for eksempel myr, svært sårbare for endringer i vannbalansen. Selv små inngrep kan føre til endringer i vannsystemer og avrenning, og en liten skade kan raskt forverres med erosjon og avrenning.

Jord

Jorda sine egenskaper i en lokalitet har så stor betydning både for plantevekst og slitestyrke at det ofte kan være hensiktsmessig å gruppere inngrepstyper etter jordsmonn (**Figur 6.5**). Løsmasser fra massetak, steinbrudd, tunneler eller pukkverk har helt andre egenskaper enn stedegne toppmasser i et område. Ulike typer løsmasser kan brukes i rehabiliteringssammenheng, men for å oppnå en økologisk restaurering, kan kombinasjoner av ulike masser være nødvendig. Noen vegetasjonstyper finnes naturlig på svært grovt mineralsubstrat, for eksempel rabbevegetasjon på morenerygger i fjellet. Dersom det tilføres organisk jord eller finstubstrat ved rehabilitering av inngrep vil det føre til en annen vegetasjon enn den som var før inngrepet.

Grove jordmasser holder dårlig på fuktighet og tørker fort ut, og gir dermed dårlige forhold for plantevekst eller etablering av nytt vegetasjonsdekke. En viss andel finstoff er avgjørende for at jorda skal kunne holde på tilstrekkelig mengde fuktighet til at planter kan slå rot. Organisk innhold i jorda øker vannkapasiteten, og omsetning av organisk materiale øker tilgangen på viktige plantenæringsstoffer som fosfor og nitrogen. Toppmasser med organisk innhold og noe finstoff er den viktigste ressursen for gjenvekst i nye inngrep ettersom disse kan skilles ut i anleggsfasen, mellomlagres og deretter tilbakeføres (se beskrivelse i **kapittel 9.3**).

Generelt er substrat med mye finstoff mindre stabilt enn grovt substrat. I fint substrat er overflata svært løs, og forstyrrelse eller påvirkning vil lett føre til utrasing og erosjon. Høyt innhold av sand på eksponerte inngrep fører til ustabil overflate og sandflukt. I grove substrat kan det også lett bli spor i overflata, men mangel på finstoff gjør at det her i mindre grad oppstår erosjon utenfor selve inngrepet.

Stabile masser er avgjørende for etablering av planter. I bratt terreng kan jord lett skli ut. Rasvinkelen til ulike jordarter varierer og denne kunnskapen må utnyttes i rehabiliteringsprosjekter (**Figur 7.2**).

Topografi og terreng

Terrengform påvirker de økologiske forholdene på en lokalitet. Vegbygging eller andre tekniske anlegg i et landskap vil endre topografi og snøfordeling og dermed gi grunnlag for andre arter og vegetasjonssamfunn. For eksempel vil eksponerte lokaliteter i nedbørsfattige områder være svært tørkeutsatte. Bratt overflate gir ustabile masser og større fare for erosjon. Kupert overflate bedrer forholdene for naturlig gjenvekst ettersom frø eller plantedeler kan etablere seg i søkk, under steiner, eller i andre "lommer"med gunstig mikroklima.

Topografi påvirker flere av økoklinene beskrevet i kapittel 6, og er dermed avgjørende for etablering

av vegetasjon og hvilke arter som kan vokse på stedet.

- Vekstmassene varierer ofte mellom topper og forsenkinger.
- Tilgjengelig vann varierer mye fra toppen og ned mot forsenkninger.
- Snø fordeler seg ujevnt ved variert topografi: Det ligger mer snø i forsenkninger enn på toppene. Noe snødekke om vinteren gir fuktig jord utover forsommeren, mens et tykt snødekke også kan gi sein framsmelting og kort vekstsesong (**Figur 7.3**).

Klimageografisk region

Den geografiske plasseringa av et inngrep sier noe om hvilken vegetasjon som finnes og er også av stor betydning for evnen til gjenvekst og etablering av ny vegetasjon. Norge kan deles inn i vegetasjonsseksjoner som i stor grad er styrt av klimatiske forhold som temperatur, nedbør og nærhet til havet (oseanitet-kontinentalitet) og i vegetasjonssoner som er styrt av avstanden til ekvator samt høyde over havet (**Figur 7.4**). De klimatisk gunstigste områdene ligger i sør og på kysten, med varmekjære lauvskoger. Store arealer i Norge er del av den boreale sone, med barskog og myr som dominerende vegetasjonstyper. På fjellet og mot nord er arealene over skoggrensa, dvs. de tilhører den alpine vegetasjonssonen. Her er forutsetningene for plantevekst og gjenvekst etter inngrep generelt dårligere enn i mer frodige områder. Høgere til fjells, eller mot nord, betyr lavere temperaturer og kortere vekstsesong.

Erfaringer med restaureringstiltak i en region kan ikke overføres direkte til andre regioner, og utfordringene knyttet til revegetering eller restaurering kan være svært ulike. I fjellet kan det være vanskelig å få etablert ny vegetasjon. I flere områder i lavlandet kan problemet snarere være for rask etablering, men da av fremmede arter som hindrer gjenvekst av stedegen vegetasjon.

Vegetasjonstype

Ulike vegetasjontyper har ulike toleranse for inngrep (slitestyrke) og ulik regenereringsevne (evne til gjenvekst), se beskrivelse i kapittel 4. Det er to hovedgrunner til dette:

- Vegetasjonen er en respons på jordforhold, geologi, geografisk plassering, vanntilgang og topografi i en lokalitet. Alt dette påvirker hvor sårbar lokaliteten er (se resten av dette kapittelet). Generelt har fuktige vegetasjonstyper på fin jord, som myr, fuktskog og enkelte engtyper lavest slitestyrke. Mens tørre rabber, lavdominert vegetasjon i skog og fjellvegetasjon på grovt substrat har dårligst regenereringsevne.

Figur 7.2. Ustabile masser fører lett til erosjonsfurer i vegskråninger. Steinfylling langs E10 Lofast er dekket med humusholdig jord lagt lett oppå fyllinga, og dette har vist seg å gi stabile masser. Foto: A. B. Skrindo.

- Ulike plantegrupper, eller livsformer, har ulik toleranse for mekanisk påvirkning. Grasarter har generelt god slitestyrke og god evne til gjenvekst etter forstyrrelse. Dette skyldes at de har vekstpunkt helt nede ved bakken, og slitasjeskader påvirker dermed ikke vekstpunktet. Dessuten har grasarter god evne til raskt opptak av næring og vann og vokser fort. Dermed er de konkurransesterke arter i etterkant av et inngrep. Vi ser ofte at grasvegetasjon dominerer i gamle inngrep. I myr er det spesielt mosene som går tilbake ved moderate forstyrrelser, mens antallet karplanter er stabilt. I myr er fuktighetsgradienten mer avgjørende for slitestyrken enn artssammensetningen. På tørre rabber fører slitasje til redusert dekning for alle arter, spesielt lyng og lavartene.

Potensialet for naturlig gjenvekst varierer mellom vegetasjonstyper, inngrepstyper, klima osv. Beskrivelsen av hvilke vegetasjontyper som ligger rundt inngrepet og hvilke som var tilstede før inngrep vil gi grunnlag for å vurdere om inngrepet vil vokse igjen av seg selv, eller om det er nødvendig med tiltak for å etablere ny vegetasjon.

Figur 7.3. Topografi er en svært vikitig topografisk gradient med betydning for fuktighetsforhold og vekstsesongens lengde. Bilder er tatt i lågalpin region, Grødalen, Sunndalsfjella. Foto: D. Hagen.

Figur 7.4. Tre karakteristiske klimageografiske regioner representert her med Lofoten, Femundsmarka og Børgefjell. Foto: A. B. Skrindo/D. Hagen.

7.2 Beskrivelse av inngrepet

Egenskaper ved inngrepet er avgjørende for formulering av realistiske mål, og for valg av riktig restaureringsløsning. Dette omfatter både selve inngrepet, inngrepets plassering og forhold til omgivelsene.

Avstand til etablert vegnett

Ligger inngrepet langt inne på fjellet eller ligger det inntil en offentlig veg? Dette kan være avgjørende faktorer for å sette i gang revegeteringstiltak, og for hvilke løsninger som velges. Avstand til veg påvirker kostnadene ved eventuelle tiltak, og påvirker også valg av tekniske løsninger. Det bør være en grunnleggende forutsetning at utbedring av terrengskader og inngrep ikke medfører nye inngrep. Vegetasjonstyper og terrengform mellom inngrepet og nærmeste veg er forhold som må vurderes før tiltak velges for å unngå nye inngrep, og for å få en realistisk vurdering av kostnader og tidsplan.

Arealomfang

Omkringliggende, intakt vegetasjon er viktig for gjenveksten i et inngrep. Både som kilde for frø eller plantedeler som kommer inn med vind, vann eller dyr, og ved at vegetasjonen vokser seg innover i området.

I store inngrep er gjerne potensialet for gjenvekst dårligere, ettersom avstanden til intakt vegetasjon er større. Et langt og smalt område 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 (**Figur 7.5**). Det bør også registreres om inngrepet har samme tilstand over hele, eller om endring av opprinnelig terreng varierer.

Avstand til andre inngrep, dvs. om inngrepet ligger isolert eller som del av ei større gruppe inngrep, kan også være av betydning for valg av løsning.

Nærhet til kjente naturverdier

Det er viktig å ha kunnskap om eventuelle kjente forekomster av spesielle naturverdier, som verneområder, rødlistearter eller naturtyper med stor betydning for naturmangfold (d.v.s. prioritert naturtype etter DN-håndbok 13). Dette er verdier som samfunnet har definert som viktig å bevare og som kan legge føringer for valg av tiltak eller tekniske løsninger.

Figur 7.5. Der det er mange inngrep i samme område må eventuelle tiltak vurderes i større skala. I Hjerkinn skytefelt på Dovrefjell er det stor tetthet av veger. Disse skal fjernes som en del av arbeidet med tilbakeføring av området til sivil bruk (prosjekt Hjerkinn PRO). Foto: Forsvarsbygg.

Dagens tilstand på vegetasjon og terreng i lokaliteten

Hvordan er tilstanden på terrengoverflata og vegetasjonen i området etter inngrepet? Er vegetasjonsdekket helt ødelagt, finnes det rester av vegetasjon spredt i hele området eller er hele vegetasjonsdekket bare moderat? Er opprinnelig terreng intakt eller er formen endra gjennom inngrepet? Ligger inngrepet i en helling, slik at næring- og vannsig påvirker nedenforliggende vegetasjon?

Tips for å beskrive tilstanden på vegetasjonsdekket:

- Dekningsgrad: Hvor stor del av området er dekket av den gamle vegetasjonen sammenliknet med slik det var før inngrepet, eller sammenliknet med området rundt inngrepet som ikke er ødelagt (**Figur 7.6**)?
- Avvik fra omkringliggende vegetasjon: Hvordan ser vegetasjonen i inngrepet ut sammenliknet med området utenfor inngrepet? Er det andre arter, er det fremmede arter, er det ingen vegetasjon (**Figur 7.7**)?
- Avvik fra omkringliggende terreng: Hvordan er terrenget sammenliknet med området rundt, eller sammenliknet med områdets opprinnelige tilstand (**Figur 7.8**)?
- status for naturlig gjenvekst: Spesielt i gamle inngrep er det nyttig å vurdere hvor langt naturlig gjenvekst har kommet, om etableringen er godt i gang, hvor stor del av området som er dekket av ny vegetasjon, og om det er stor forskjell på ny og gammel vegetasjon (**Figur 7.8**).

Det er ikke alltid lett å vite hvordan området har vært før bare ved å studere inngrepet og omgivelsene. Tips kan være å snakke med folk som kjenner stedet fra tidligere, eller se om det finnes gamle bilder. Dersom det planlegges nye inngrep er det viktig å dokumentere før-tilstand gjennom beskrivelser og bilder.

Figur 7.6. Kjøreskader i Rødsmoen skytefelt. Fremdeles er det rester av opprinnelig vegetasjon og noe organisk materiale i sporet, og dette er grunnlag for gjenvekst dersom påvirkningen opphører. Dersom kjøringen fortsetter vil vegetasjonen slites helt bort og sporene kommer ned i den tørre mineraljorda under. Foto: D. Hagen.

Figur 7.7. Nyetablert vegetasjon skiller seg fra omgivelsene, spesielt der det er brukt fremmede arter og tilført gjødsel. Foto: A. B. Skrindo.

7.3 Beskrivelse av historie, bruk og planer

Ved gamle inngrep kan det være nyttig med kunnskap om hvordan inngrepet oppsto eller hvordan bruken av området har vært. I mange situasjoner vil dette være helt åpenbart og selvforklarende, mens det i andre tilfeller kan være litt mer uklart. I slik kunnskap kan det ligge informasjon som er nyttig for formulering av realistiske mål for restaurering og for selve gjennomføringen av tiltak.

Planlagt framtidig bruk er viktig for å formulere realistiske mål for eventuelle tiltak (jfr. figur i **kapittel 3.2**). Ambisjonsnivå, prioriteringer og ressursbruk er førende for hva som er realistisk å få gjennomført. Det er et viktig skille mellom nye, tekniske inngrep der usikkerheten spesielt er knyttet til anleggsfasen, og inngrep knyttet til generell bruk og slitasje der usikkerheten er knyttet til omfang og varighet av framtidig bruk. Kunnskap om driftsplaner og ressurser til vedlikehold er relevant informasjon.

Figur 7.8. Denne gamle tippen fra Kjeåsen ble opprinnelig tilsådd. I dag (2007) har stedegen vegetasjon gjort sitt inntog. Foto: J. A. Eie.

8 PLANLEGGING OG FOREBYGGENDE TILTAK

Det er alltid bedre å unngå nye inngrep enn å reparere dem etterpå. Et godt forarbeid og en inkluderende planlegging er det beste verktøyet for forebygging av nye vegetasjonsskader. Men da må aktørene kjenne mulighetene og utnytte dem til naturens beste.

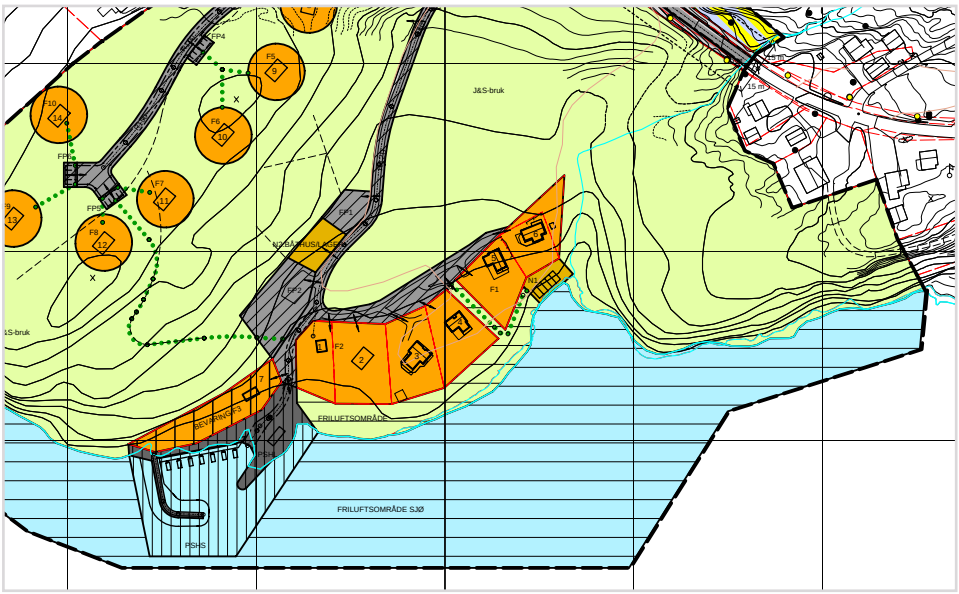
8.1 Planverktøy som kan redusere omfanget av nye naturinngrep

Her følger en gjennomgang av noen sentrale verktøy som berører planleggingsfasen i forbindelse med nye inngrep. Formelt sett gjelder samme forhold også ved utbedring av gamle inngrep, men noen verktøy er i praksis mindre aktuelle for slike tilfeller. Innholdet og systemene varierer mellom etatene, og derfor er denne gjennomgangen svært generell. Det henvises til den enkelte etat for detaljer knyttet til planleggingsverktøy [20, 21, 22, 23].

I nye utbyggingsprosjekter gir **Plan- og bygningsloven (PBL)** det formelle grunnlaget for planprosessen. Kommunen er planmyndighet i utbyggingsprosjekter og oversiktsplaner utarbeides som **kommuneplan** eller kommunedelplan. Ved de fleste utbyggingsprosjekter er det krav om **reguleringsplan** (for unntak se PBL).

Reguleringsplan

For områder hvor det skal gjennomføres større bygge- og anleggsarbeider skal det utarbeides reguleringsplan (hjemlet i Plan- og bygningsloven). Reguleringsplanen er en beskrivelse av planlagt fremtidig **arealutnyttelse** og inkluderer bl.a. detaljert, kartfestet arealbruk. Tillatelse til oppstart av et utbyggingsprosjekt kan ikke gis før reguleringsplanen foreligger. Kommunene har hovedansvar for reguleringsplanarbeidet, men regionale og nasjonale hensyn skal ivaretas i planene. Vegmyndighetene har en særskilt rett til å fremme vegsaker, naturvernmyndighetene har rett til å fremme vernesaker, osv. Private kan også legge fram forslag til reguleringsplaner. Det er opp til kommunen hvor detaljert og omfattende grunnarbeidet til reguleringsplanen skal utformes. Også arealbruk knyttet til gjennomføring av avbøtende tiltak og restaurering bør reguleres og kartfestes på dette stadiet i planlegging av nye inngrep (**Figur 8.1**).



Figur 8.1. Reguleringsplan med fritidsbebyggelse og landbruksområder.

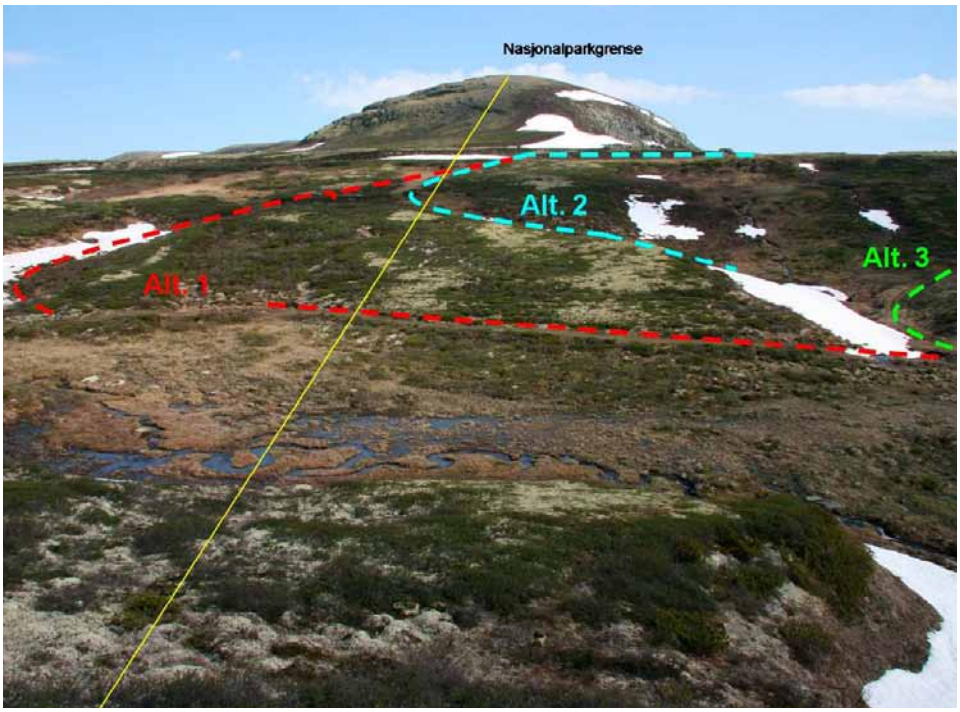
For eksempel ved regulering av ny veg skal arealer for mellomlagring av masser reguleres selv om arealene skal tilbakeføres til naturen etter avsluttet anleggsfase. Samme krav til regulering gjelder også ved tilbakeføring av ødelagte områder gjennom restaurering. Eksempelvis blir det i forbindelse med restaurering av Hjerkinn skytefelt i Dovre og Lesja kommuner utarbeidet reguleringsplaner for de områdene der inngrep skal fjernes.

Konsekvensutredning

I forbindelse med nye inngrep og utarbeidelse av reguleringsplan kan det komme krav om konsekvensutredning (KU) (Forskrift om konsekvensutredning, hjemlet i Plan- og bygningsloven). Det utarbeides et utredningsprogram som beskriver hvilke tema som skal inngå i utredningen [24]. Etatene har også egne retningslinjer og handbøker for gjennomføring av KU (f.eks. Statens vegvesen med Håndbok nr 140).

Formålet med en KU er å klargjøre konsekvensene av planlagte tiltak for miljø og samfunn, og dermed gi beslutningsgrunnlag for et eventuelt planvedtak eller konsesjonsvedtak. Konsekvensvurderingen skal inneholde grundig beskrivelse av tiltaket og en vurdering av dagens staus og framtidige konsekvenser. Her inngår en beskrivelse av berørte naturverdier og hvilke konsekvenser tiltaket kan få for disse. Godt datagrunnlag er nødvendig for å kunne gjennomføre verdi- og sårbarhetsvurderinger, samt vurdere konsekvensene av det planlagte tiltaket (**Figur 8.2**). En konsekvensutredning kan konkludere med at alle alternativer medfører store negative konsekvenser, og det blir da planmyndigheten som til slutt vedtar om tiltak skal gjennomføres. Formelt sett kan KU stoppe et prosjekt. Oftere er situasjonen at en KU brukes til å justere eller tilpasse prosjekter for å unngå tap av spesielle verdier. Vurdering av alternative løsninger eller avbøtende tiltak inngår også i en KU. Forekomst av spesielt verdifulle eller sårbare lokaliteter bør legge klare føringer for arealbruk i forbindelse med nye inngrep eller ved utbedring av gamle inngrep.

Verdi- og sårbarhetsvurdering og vurdering av avbøtende tiltak bør inngå i alle utbyggingsprosjekter og ved restaurering av gamle inngrep. Selv der det ikke er formet krav om KU eller andre former for miljøutredninger vil slike vurderinger bidra til å opprettholde og gjenopprette naturverdier.



Figur 8.2. Godt kart- og bildemateriale er viktig for god planlegging. Ulike alternative løsninger kan vurderes systematisk opp mot hverandre for å minimere negative miljøeffekter. Foto: L. Erikstad.

Prosjektering og anbudsutforming

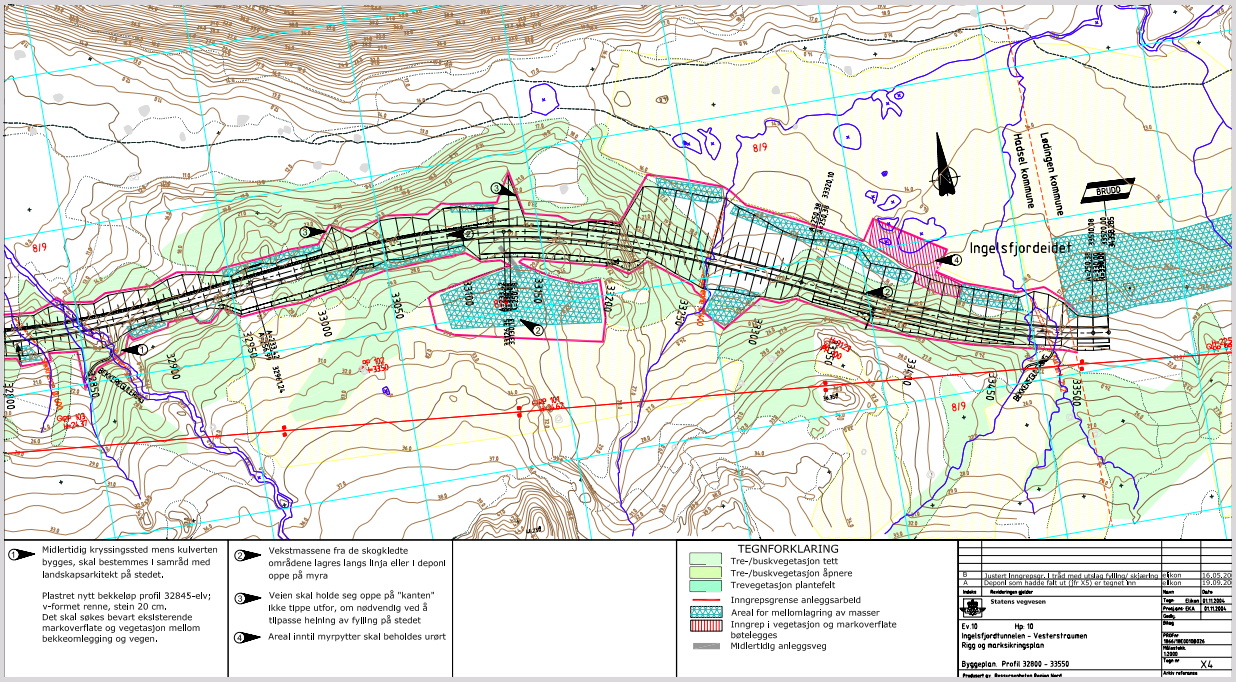
For store prosjekter er det gjerne krav om en **miljøoppfølgingsplan** (MOP), men i mindre utbygningsprosjekter varierer kravene til dette. De ulike sektorene stiller ulike krav til mindre prosjekt. Statens vegvesen stiller krav til en ytre miljøplan (som inkluderer kravene i en MOP) for samtlige prosjekter. Plan for avbøtende og restaurerende tiltak må være en naturlig del av denne fasen.

Utforming av **konkurransegrunnlag** for entreprenører inkluderer alle detaljene som skal til for at utbyggingen oppfyller utbyggers mål. Detaljer knyttet til hvilke hensyn som skal tas og hvilke krav som stilles til vegetasjonsetablering og håndtering av terreng og stedegne masser må innarbeides i konkurransegrunnlaget. Dermed kan entreprenøren ta høyde for dette i sitt tilbud, og det vil også sikre at dette blir en integrert del av selve prosjektet. Det bør også forventes at entreprenør er interessert i å samarbeide med andre profesjoner og fagfolk for å utvikle og gjennomføre praktiske løsninger i felt. Det kan stilles krav til entreprenøren om å dokumentere kompetanse på håndtering av vegetasjon og terreng. Dersom dette blir en del av konkurransegrunnlaget vil bransjen få økt bevisstheten om at dette er viktig. Det kan trolig også føre til bedre dokumentasjon av vellykka tiltak (**jfr kapittel 11**).

Kontraktsfestet rigg- og marksikringsplan

Eksempel fra utbygging av Lofast II, Rv 23, Statens vegvesen:

Rigg- og marksikringstegningene hadde målestokk 1:2000, og fulgte tilsvarende inndeling som plan- og profiltegningene over vegen. Tegningene hadde imidlertid mer plass til kart, for å vise mer av sideterrenget og landskapet vegen går gjennom. Kartet ble tydeliggjort for å framheve viktige trekk ved landskapet, og et tekstfelt ga ytterligere presisering av viktige forhold underveis. Innholdet i tegningene var samkjørt med tekstdelen av konkurransegrunnlaget. Typiske tema i planen: Langs veglinja ble det fastsatt ei inngrepsgrense som ga signal om hvor anleggsarbeidet kunne foregå. Spesielt sårbare landskapselement eller vegetasjon ble særskilt avmerket. Ingrep i slike områder ville bli bøtelagt. Planen anga også arealer for mellomlagring av masse og ga rammer for bruken av rigg- og deponiområder. Anleggsaktiviteten ble konsentrert til traseen og til et fåtall stedfestede midlertidige anleggsveger utenom traseen (Kilde: E. Kongsbakk, Statens vegvesen). [25]



Kontraktsfestet rigg- og marksikringsplan

Utforming av rigg- og marksikringsplaner kan være et viktig verktøy gjennom anleggsfasen, men bør introduseres tidlig i planfasen. For å operasjonalisere og konkretisere miljøhensyn ved store utbygginger anbefales det å utarbeide en kartfestet rigg- og marksikringsplan. Planen skal synliggjøre og stedfeste miljø- og landskapshensyn som entreprenørene skal ivareta i utbyggingsområdet. Ved utbygging av Lofast ble dette brukt som et sentralt planverktøy. Dette er et godt eksempel på tiltak som kan ha stor betydning i andre små og store prosjekter. En slik plan er et viktig bindeledd mellom planleggere og entreprenører og vil i større grad involvere de som jobber ute i felten til å finne de beste løsningene.

Forvaltningsplaner

De fleste sektorer har planer som beskriver hvordan aktiviteten skal organiseres og gjennomføres. Slike planer har ulike navn og innhold, men felles for dem er at de påvirker og regulerer bruken av arealer og ofte inkluderer naturområder. Dersom slike planer bygger på kunnskap om naturverdier, sårbarhet og kjennskap til forebyggende og avbøtende tiltak kan de være et svært viktig verktøy for å unngå negative miljøeffekter. Eksempel på slike planer er forvaltningsplaner for verneområder, driftsplaner for reindrift, forvaltningsplaner og skjøtsels- og tiltaksplaner i Forsvarets skyte- og øvingsfelt og driftsplaner i skogbruket.

8.2 Forebyggende tiltak i planleggingsfasen

Forebyggende tiltak kan redusere omfanget av naturinngrepet. Slike tiltak bidrar blant annet gjennom å redusere omfanget av berørt natur ved å spare areal og styre klar av sårbare naturtyper, tilrettelegge for naturlig gjenvekst etter avsluttet anleggsfase eller etter gjennomført tiltak (**Tabell 8.1**).

8.2.1 Bevisst arealbruk

Tilleggsområder som randsoner, rigg- og deponiarealer, anleggsveger o.l. blir ofte utsatt for større ødeleggelser enn nødvendig. Bevisst arealbruk inkluderer både valg av hvilke arealer som brukes (og hvilke som ikke brukes), samt minimering av arealbruk til det absolutt nødvendige. Arealbruken kan minimeres og planlegges bedre gjennom forebyggende tiltak.

Plassering av permanente og midlertidige installasjoner, veger og traseer

Berørte områder vil oftest inneholde partier som er mer sårbare og mer verdifulle enn andre. Så langt som råd må slike partier unngås. Valg av trasé for ny veg, regulerte kjøretraseer, steinbrudd, bygninger osv må ta hensyn til slike vurderinger.

Installasjonene eller anleggene legges ofte inn som en del i et større landskap. Grensene for inngrepet bør være klart definert før arbeidet starter opp, gjerne med fysiske markeringer i terrenget. Dette er i høyeste grad viktig der det er behov for midlertidige anlegg i en anleggsfase (**Figur 8.3**). Forslag til framgangsmåte: Se boks om Rigg- og marksikringsplan [25].

Ved transport over spesielt sårbare områder kan installasjoner som bruer og tunneler være til god hjelp. Å legge veien over eller under viktige naturområder kan være forskjellen på bevaring og tap av naturverdier i enkelte prosjekter. I mindre skala kan det i enkelte situasjoner være nødvendig å gjerde inn områder som ikke skal berøres.

Planlegging av arealbruk for massehåndtering

Som en del av forebyggende tiltak bør de ressursene (for eksempel jord og vegetasjon) som skal bygges ned tas vare på. Massene må mellomlagres og det er behov for en plan der håndtering og are-

Tabell 8.1. Oversikt over aktuelle forebyggende tiltak i planleggings- og anleggsfasen

Forebyggende tiltak
Bevisst aralbruk, redusere omfanget av berørt areal
• Plassering av installasjoner, veger og traseer
• Planlegge arealbruk for massehåndtering
• Definere inngrepsgrense
• Forsterking av midlertidige kjøretraseer
Tilrettelegge for naturlig gjenvekst
• Ta vare på toppmasser (jord og vegetasjon)
• Mellomlagring og gjenbruk av toppmasser
• Fjerne midlertidige anlegg

albruk av disse massene synliggjøres i prosjektet. Arealene for deponi forankres i reguleringsplanen. Deponiområdene må plasseres slik at de ikke medfører nye, store inngrep.

Definisjon av inngrepsgrense

Ved større utbygginger kan det være vanskelig å definere en klar inngrepsgrense. Logistikken for entreprenørene er komplisert og fokuset er først og fremst på byggverket og ikke på omgivelsene. Dette kan føre til unødige sideinngrep. Ved å lage en kontraktsfestet rigg- og marksikringsplan (**se kapittel 8.1**) kan inngrepsgrensen defineres og arealbruken begrenses. Planen må kunne justeres dersom det er uoverensstemmelse mellom entreprenørens framkommelighet og inngrepsgrensen. Men endring av grensen må avklares på forhånd, og det er viktig at løsning avgjøres i samarbeid med byggherre.

Forsterking av kjøretraseer

Ferdsel i terrenget sliter på vegetasjon og øvre jordlag. I en del situasjoner vil dette resultere i vann- og vinderosjon, som fører til at skadene forverres og naturlig gjenvekst ikke kommer i gang selv om ferdselen opphører. Ved fortsatt bruk uten tiltak kan kjørespor eller stier bli stadig breiere ettersom de som ferdes forsøker å komme utenom djupe spor.

Traseer som blir mye brukt og som skal ha fortsatt bruk kan forsterkes slik at slitestyrken bedres. Det finnes ulike metoder for dette, som for eksempel klopplegging, ulike typer matter av plast, stål eller organisk materiale, bark og kvist og grusing. I noen situasjoner har også tilsåing med slitesterkt gras vært brukt som tiltak. Disse ulike metodene omtales i kapittel 9.5. Forsterkingstiltak fører til kanalisering og mer konsentrert trafikk langs den forsterka traséen (**Figur 8.4 og 8.5 side 50**).

8.2.2 Tilrettelegging for naturlig gjenvekst

God planlegging kan sikre at terrenget og jordoverflata som er blottlagt gjennom inngrep får optimale forhold for gjenvekst.

Toppmasser som ressurs (jord og vegetasjon)

Toppmasser med jord og eventuelt vegetasjon er en uvurderlig ressurs for revegeteringen. Massene bør fortrinnsvis brukes i nærheten av opprinnelsesstedet, på økologisk lignende områder. Metoden omtales i detalj i **kapittel 9.3**.

Figur 8.3. I forbindelse med vegprosjektet Lofast var det behov for midlertidige anleggsveger. Vegen på bildet ble fjernet etter bruk. Foto: E. Kongsbakk.

Mellomlagring og gjenbruk av toppmasser

Toppmasser kan mellomlagres før bruk. Jordas egenskaper forringes med økt lagringstid, men i Norge har flere ulike jordtyper blitt lagret i inntil 3 år med godt resultat [xx]. Studier i USA viser gode jordegenskaper etter 5 års lagring [xx]. Massene bør lagres nært opprinnelsesstedet og stedet der de skal brukes, så langt dette er praktisk mulig. Jorda må ikke lagres under anaerobe forhold, dvs. en viss grad av drenering er viktig. Se flere detaljer i **kapittel 9.3.**

Fjerning av midlertidige anlegg

Anleggsveger, brakkerigger, deponiområder og andre midlertidige anlegg eller inngrep skal også inkluderes i den planlagte restaureringen. Ofte blir anleggsveger eller rester av massetak liggende eller bare delvis fjernet etter endt arbeid. Målet for disse områdene bør være å tilrettelegge for naturlig gjenvekst og fjerne alt utstyr, tilkjørt materiale og andre kilder til forurensing.

Figur 8.4. Det finnes etterhvert en del gode erfaringer med å legge ut ulike typer nett eller matter for å forsterke stier eller kjøretraseer. Dette bildet er fra en av hovedinnfartstiene til Børgefjell nasjonalpark. Foto: D. Hagen.

Figur 8.5. Et alternativ til matter er å legge ut klopper. Dette kan brukes for å øke framkommeligheten og redusere slitasjeskader, både etter tråkk og ved motorisert ferdsel. Foto: Forsvaret/D. Hagen.

9 REHABILITERINGS- OG RESTAURERINGSMETODER

Det finnes et mangfold av ulike metoder for økologisk resturering og reparering av naturinngrep. For å finne best egnet metode må vi kjenne til alternativene. Dette kapitlet er en katalogisk gjennomgang av mange ulike metoder.

Dette kapitlet inneholder en gjennomgang av ulike restaurering- eller revegeteringsmetoder som kan brukes for å gjenopprette naturverdier, utbedre inngrep eller forebygge forverring av naturskader. Lista er ikke uttømmende, men gir innblikk i det mangfoldet av metoder som finnes og som er representativt for dagens erfaringer i Norge (**Tabell 9.1**). Hver metode blir systematisk beskrevet etter samme mal (**Tabell 9.2**). Nye metoder og varianter av de omtalte metodene er under stadig utvikling. For mange av metodene er dokumentasjonen begrenset og pågående forskning vil bidra til å øke kunnskapen. Metodene beskrives med ulik grad av dokumentasjon og erfaringer, og de får ulik oppmerksomhet i teksten.

Håndboka har fokus på metoder som har som langsiktig mål å oppnå økologisk restaurering av et område. Også metoder med kortsiktige mål som å bygge opp organiske masser, stabilisere jordstrukturen eller forbedre det estetiske inntrykket er inkludert. Disse metodene kan ofte være første skritt på vegen til å restaurere et område økologisk.

Tabell 9.1. Oversikt over revegeteringsmetoder som beskrives i dette kapitlet.

Revegeteringsmetoder
Naturlig gjenvekst – ingen aktive tiltak
Terrengforming
Jordbehandling - jordbearbeiding på stedet
A Overflatebehandling (lufting av toppjord)
B Naturlig gjenvekst fra stedlige toppmasser
C Naturlig gjenvekst fra ikke stedlige toppmasser
Tilførsel av næring og organisk materiale
A Mineralgjødsel
B Naturgjødsel og kompost
C Alginat
D Andre organiske produkter
Fysiske tiltak for å forsterke overflata og hindre erosjon
A Organiske matter
B Geonett
Plante og så med lokalt plantemateriale
A Innsamling og utsåing av frø og plantedeler
B Innsamling og oppformering av lokalt frø
C Oppformering og dyrking av planter fra stiklinger, frø eller fragmenter
D Flytte vegetasjon (matter, tuer) med og uten mellomlagring
Bruk av innført plantemateriale

Tabell 9.2 Mal for systematisk gjennomgang av metoder.	
Innhold	**Forklaring**
Bakgrunn	Hva går metoden ut på og hva er den faglige bakgrunnen for hvordan den virker
Framgangsmåte	Hvordan metoden gjennomføres i praksis (inkludert forberedelser og direkte innsats i inngrepet)
Logistikk	Hva trengs av utstyr, materiell, tidsbruk, behov for spesialutstyr/spesialkompatanse
Tidsperspektiv	Hvor lang tid tar det å få effekt av metoden, og hvor lang tid tar det for å oppnå best effekt (kortsiktig/langsiktig effekt i forhold til målet med tiltaket),
Økonomi	Kostnad – inngangspris/m^2, relativ kostnad i forhold til andre metoder som kan brukes i tilsvarende inngrep
Anvendelighet	Under hvilke betingelser er metoden mest aktuell (koble direkte til skadetype og beskrivelse av inngrep i kapittel 7)
Erfaringer	Erfaringer med metoden i forskning og praktiske tiltak

9.1 Naturlig gjenvekst – ingen aktive tiltak

Bakgrunn: Selv om det har oppstått en skade på vegetasjonsdekket er det ikke alltid nødvendig å gjennomføre aktive tiltak. Av og til er det tilstrekkelig at den negative påvirkninga opphører, og naturens egen evne til gjenvekst utnyttes. Å velge denne løsningen kan begrunnes med at aktive tiltak ikke er mulig (av økonomiske, tekniske, juridiske, økologiske eller andre årsaker) eller at slike tiltak ikke er ønskelig (ved uklar framtidig bruk av området eller fare for at det kan oppstå nye inngrep eller genetisk forurensing).

Å la et inngrep ligge urørt innebærer både fordeler og ulemper som må vurderes opp mot hverandre i den enkelte situasjon (**Tabell 9.3**). Hensikten med å sette i verk aktive revegeteringstiltak er å unngå eventuelle ulemper med å bare satse på naturlig gjenvekst (**Figur 9.1**).

Brukerne av området kan oppfatte det som om inngrepet er forlatt og at noen "løper fra" ansvaret sitt. Naturlig gjenvekst gir ikke nødvendigvis samme vegetasjon som før inngrepet. Der jordforholdene er endra vil også levevilkårene for plantevekst være endra, og gi rom for andre arter. For eksempel gir ofte de komprimerte massene etter kjørespor i fuktige områder anaerobe forhold (det vil si at plantenes røtter ikke får tilstrekkelig oksygen) noe som hindrer mange arter i å vokse der. Den som arbeider med blottlagt jord i lavlandet har sett hvordan nye arter raskt kommer inn og fortrenger etablering av opprinnelige arter og vegetasjon.

Framgangsmåte:	Ingen aktive tiltak, inngrepet blir liggende urørt.
Logistikk:	Logistikken og gjennomføringen er enkel, ingen tiltak kreves. Et informasjonsskilt eller oppslag i lokalpressen om det valget som er gjort kan vurderes.
Tidsperspektiv:	De økologiske forholdene på stedet er avgjørende for tempoet på gjenveksten. Gjenveksten vil reflekteres av den naturlige veksten av planter i områdene rundt. Det er viktig å ha et realistisk forhold til at naturlig gjenvekst kan ta svært mange år. Ved gunstig klima og gode jordforhold kan et relativt godt vegetasjonsdekke bli etablert på en til to vekstsesonger, men under dårlige vekstbetingelser kan den samme prosessen ta flere tiår.
Økonomi:	Det er ingen direkte kostnader knyttet til ikke å gjøre tiltak.

Tabell 9.3. Oppsummering av fordeler og ulemper med naturlig gjenvekst.

Fordelene med naturlig gjenvekst	Ulempene med naturlig gjenvekst
• slipper uønskede eller uventede effekter av revegeteringstiltak • mindre ressurskrevende • ingen påvirkning av områder der naturlige prosesser allerede er godt i gang • reduserer faren for at det oppstår nye skader og inngrep ved tilbakeføring • kan oppfattes som miljømessig "riktigere" og mer naturlig enn å sette i verk tiltak	• går sakte, og ved enkelte inngrep foregår det ingen netto tilvekst over tid • erosjon kan resultere i større skader ettersom inngrepet blir liggende eksponert i lang tid • fører ikke nødvendigvis til vegetasjon som likner det opprinnelige • kan oppfattes som å løpe fra ansvaret

Anvendelighet: Eksempel på situasjoner der naturlig gjenvekst vil være god løsning:

- GODT I GANG: gamle inngrep der naturlig gjenvekst har kommet godt i gang, og der aktive revegeteringstiltak vil forsinke eller forstyrre de prosessene som har startet opp
- LA DET TA TID: 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)
- IKKE PRIORITERT: områder der det ikke er ønske om å bruke økonomiske ressurser på tilbakeføring (dvs. ikke stor negativ konsekvens for samfunnet) og inngrepene blir vurdert til ikke å ha en stor negativ konsekvens for økosystemet
- UMULIG PLASSERING: en del inngrep har en beliggenhet som gjør det umulig å gjennomføre tiltak uten at det vil føre til omfattende, nye skader

Erfaring: Forskning på primær- og sekundær suksesjon (se **kapittel 6.1**) viser at naturlig gjenvekst skjer i de fleste naturtypene som er aktuelle i denne håndboka, men med svært ulikt tempo. Det finnes noen dokumenterte erfaringer av naturlig gjenvekst over tid i form av vitenskapelige artikler, men det finnes få lange tidsserier. Under enkelte naturforhold og i enkelte inngrepstyper vil naturlig gjenvekst ta svært lang tid, eller bli ødelagt av erosjon eller andre former for forstyrrelse. Da kan gjenveksten bli negativ over tid – dvs. inngrepet forverres.

Figur 9.1. Ved tilbakeføring av Hjerkinn skytefelt skal store deler av området utenfor vegnettet få ligge uten restaureringstiltak. Bruken opphører og naturlige prosesser skal styre utviklingen. Foto: D. Hagen.

9.2 Terrengforming

Bakgrunn: Terrengforming er viktig for å tilrettelegge for revegetering. Metoden vil kunne forbedre det økologiske grunnlaget for gjenvekst. Både topografi, fuktighetsforhold, form på inngrepet og eventuelt jordegenskaper kan forbedres gjennom terrengforming. I noen restaureringsprosjekter kan det også være et mål å skape nye terrengformasjoner.

Framgangsmåte:	Terrengforming er en egen fagdisiplin som vi ikke går inn på her, men som vil være nyttig for å tilrettelegge for andre metoder. Godt samarbeid mellom ulike profesjoner (inkludert entreprenører, ingeniører, landskapsarkitekter og økologer) i denne fasen vil gi et optimalt grunnlag for videre restaurering. Grunnlaget for god landskapstilpasning må legges i planleggingsfasen av prosjektet (forebyggende tiltak).
Logistikk:	Terrengforming bør fortrinnsvis utføres før eventuelle revegeteringstiltak, men i større inngrep må det gjennomføres parallelt. Resultatet er avhengig av god kompetanse og landskapsforståelse hos entreprenør.
Tidsperspektiv:	Metoden kan ha både umiddelbar og langsiktig effekt på naturlig gjenvekst.
Økonomi:	Ved bygging av nye anlegg kan dette inkluderes i den ordinære avslutninga av anlegget. Ved god planlegging (jf. kapittel 8) kan det tilrettelegges for vegetasjonsetablering uten tilleggskostnad. Ved gamle inngrep er dette en tilleggskostnad styrt av kostnadene til leie av maskinfører og utstyr.

Anvendelighet: Terrengforming kan omfatte småskala utbedring av enkeltinngrep, så vel som storskala gjenskaping av landskapsformer i både gamle inngrep og nye anlegg. Terrengforming kan være en tilstrekkelig metode for å tilrettelegge for naturlig gjenvekst, eller den kan kombineres med andre metoder. I prosjekter som omfatter omlegging av arealbruk kan det være aktuelt å skape nye formasjoner eller nytt terreng (**Figur 9.2**).

Erfaring: Terrengforming er en naturlig del av store utbyggingsprosjekter. Norge har lang landskapsfaglig erfaring. Tradisjonelt har form og estetikk vært viktige drivkrefter i terrengforming, men her ligger det et stort potensial for bedre økologisk innhold i prosjektene. Terrengforming er mindre brukt ved rehabilitering av eldre inngrep. Noe erfaring finnes ved rehabilitering av eldre tipper. Allerede fra 1970-tallet var forming av massetak og steintipper i forbindelse med store vannkraftprosjekter en del av NVEs virksomhet. Foruten å få en god landskapstilpassning var hensikten også å legge forholdene bedre til rette for vegetasjonsetablering, enten ved naturlig revegetering eller ved tilsåing eller planting [48, 49, 50]. Ved åpning av gamle tipper i dag kan NVE sette oppdaterte miljøkrav om tiltak for å bedre terrengtilpasningen så vel som planteveksten.

Figur 9.2. Terrengforming krever tilpasset utstyr, og i store prosjekter er tungt, maskinelt utstyr nødvendig. Dyktige maskinførere og gode planer er nødvendig for å hindre nye inngrep. Foto: D. Hagen.

9.3 Jordbehandling - jordbearbeiding på stedet

A Overflatebehandling (lufting av toppjord)

Bakgrunn: Utgangspunktet for denne metoden er at de komprimerte delene av jordmassene skal få tilført luft og vann, slik at prosessene i jorda kan komme i gang. I områder der jorda har et komprimert topplag med noe organisk innhold kan mindre jordbearbeiding på stedet være en god metode for å få i gang økologiske prosesser og etablering av naturlig vegetasjon (**Figur 9.3**). Dette gjelder for eksempel ved kjøreskader eller stisystemer og i områder der veger og anlegg er bygd ved å legge et toppdekke rett oppå eksisterende vegetasjon og terreng.

Anvendelighet: Dette er en godt egnet metode ved inngrep i flate områder der det finnes rester av organisk jord eller rester av opprinnelig vegetasjon. Metoden må vurderes spesielt kritisk for hellende terreng, eller ved finkorna substrat p.g.a. faren for erosjon. Resultatet blir trolig mest vellykket der alle deler av inngrepet ligger i nærheten av intakt vegetasjon, spesielt veger eller andre linjeinngrep. I større flateinngrep er metoden noe mindre egnet, men unntak kan være dersom det er god tilgang på organiske masser i området, eller dersom metoden brukes i deler av området for å etablere mosaikk.

Framgangsmåte:	Hvis toppdekket skal fjernes: Vurder type og tykkelse av toppdekke, tykkelsen på det komprimerte laget, samt faren for erosjon. Det kan være nødvendig å fjerne eventuelt dekkende masser for å komme ned til det organiske jordlaget. Følg spesielle retningslinjer dersom dekkmassene er forurenset. Etter at toppdekket er fjernet (eller det ikke finnes organisk toppdekke): Harving eller omrøring av overflata vil øke tilgangen på luft og vann og etter hvert få i gang mikrobiologiske og kjemiske prosesser i jorda. Det er tilstrekkelig å "løfte" det komprimerte sjiktet uten å snu opp ned på massene. Andel organisk materiale og forekomst av frø i den opprinnelige overflata er avgjørende for oppstart av gjenvekst. Studier har vist at frø som ligger i jorda kan være spiredyktige selv etter flere tiår i frøbank, særlig i kaldt klima. En vurdering av jordtype og topografi må gjennomføres for å vurdere faren for erosjon.
Logistikk:	Vellykket gjennomføring forutsetter erfarne maskinførere, som i tillegg til teknisk kompetanse også har forståelse for landskapsforming og økologiske forhold. Eventuelt må maskinføreren følges opp tett av personer med utfyllende kompetanse.
Tidsperspektiv:	Umiddelbart etter tiltaket vil området se rufsete ut, men dette kan også føre til at området ser naturlig ut. Spiring fra frøbanken vil starte opp og et nytt vegetasjonsdekke blir etablert, men tempoet det skjer i vil være avhengig av forholdene på stedet (jfr (kapittel 9.1).
Økonomi:	Kostnadene er knyttet til maskinell utførelse, eventuell transport av masse og installasjoner før selve luftingen av toppjorda kan starte.

Figur 9.3. Ved å lette og løfte i komprimerte toppmasser kommer det luft og vann inn i jorda og de økologiske prosessene kan komme i gang. Foto: D. Hagen.

På hver lokalitet må omrøringsdybden vurderes kritisk. I skrinne områder kan den være begrenset til noe få centimeter, mens i frodigere, fuktigere områder kan det være behov for flere desimeter. I bratt terreng kan lufting av jorda gjøre at området blir mer erosjonsutsatt. Det er derfor viktig å vurdere faren for erosjon før topplaget omrøres.

Eksempel på inngrepstyper der dette er en aktuell metode er ved moderate kjørespor hvor det organiske laget ikke er slitt helt bort, eller langs stier og tråkk der man ønsker å reversere slitasjen.

Erfaring: Jordbearbeiding er spesielt aktuelt i forbindelse med fjerning av midlertidige veger som er bygd oppå eksisterende vegetasjon. Dette er gjort med godt resultat på bl.a. Hjerkinn [28] og ved fjerning av pilotvegen i deler av Lofast (Sørdalen) [25]. Ved etablering av store steintipper i vannkraftutbygging er det erfaring med å bruke finstoffene etter sluttrensken og kjøresålen i tunnelen. Disse massene ble lagt ut som et øvre lag, og for å løse opp i massene ble tippene harvet før de ble tilsådd.

B Naturlig gjenvekst fra stedlige toppmasser

Bakgrunn: Denne metoden er i noen sammenhenger også kalt "naturlig revegetering fra stedlige toppmasser".

I ethvert intakt jordprofil vil det øverste jordlaget (toppmassene) inneholde organisk jord, frø, sporer, plantedeler, sopp og mikrofauna. Toppmassene er det beste utgangspunktet for å restaurere et degradert økosystem. Når et naturområde skal bygges ut eller jord skal fjernes ved grøfterens eller andre typer vedlikehold er det derfor svært fornuftig å ta vare på tilgjengelige toppmasser for rehabilitering av kantsoner eller andre nærliggende inngrep.

Fra toppmassene vil frø, sporer, røtter og stengler (propagulebanken) spire til nye planter (**Figur 9.4**). Innholdet i jorda blir derfor avgjørende for hvilke planter som etableres. Toppmasser som brukes nær opprinnelsesstedet vil gi arter og vegetasjon som er bedre tilpasset enn om massene blir flyttet fra et område med andre miljøforhold.

Gjenvekst fra stedlige toppmasser er utgangspunktet for en sekundær suksesjon (se **kapittel 6.1**) og avhengig av hvilke frø det finnes rester av i jorda og de ulike artenes livsstrategi. Noen arter spirer og etablerer seg, mens andre ikke spirer eller dør raskt. Noen arter vil tåle jordbehandlingen (oppgraving, lagring og tilbakelegging) bedre enn andre arter.

Framgangsmåte:	Planlegging er nøkkelen til vellykket bruk av denne metoden i nye utbyggingsprosjekter. Fjerning, mellomlagring og tilbakelegging av løsmasser må gjøres i separate prosesser, og det må skilles mellom undergrunnsmasser og toppmasser. **Figur 9.5.** Toppmasser tas av. Toppmasser defineres som det organiske topplaget i jordprofilen som inneholder frø og plantedeler. Toppmassene mellomlagres separat fra andre masser nær opprinnelsesstedet. Hvis undergrunnsmassene også skal tas av, lagres de for seg. Toppmassene legges relativt løst tilbake på arealer som skal restaureres. Det oppstår ofte toppmassemangel. Et tynt lag over alt er bedre enn noen tykke flekker. Toppmassene skal ikke komprimeres eller glattes. De underliggende massene skal heller ikke komprimeres når de legges tilbake. På denne måten vil vann og luft trenge inn i jorda og frø og plantedeler vil spire lettere.
Logistikk:	Metoden krever arealer for lagring. Dette kan inngå i en reguleringsplan. For entreprenører som ikke tidligere har brukt metoden krever det oppfølging av gravemaskinførere. Det kan generelt beregnes 0,1 m^3 masser pr 1m^2 areal som skal dekkes.
Tidsperspektiv:	Generelt vil fuktig klima og fuktige lokaliteter gi raskere revegetering enn tørt klima og tørre naturtyper. I jord der det er mye frø, sporer og plantedeler vil revegeteringen gå raskere enn i områder der dette må spres inn fra omgivelsene.
Økonomi:	Det er ikke knyttet store ekstrakostnader til metoden, men deling i topp- og undergrunnsmasser gir merarbeid for entreprenøren. Kostnadene ved metodene er styrt av transportavstand for jorda. Primært bør det brukes jord med opprinnelse så nær inngrepet som mulig, og i de fleste tilfeller vil dette være både mulig og naturlig.

Anvendelighet: Metoden er mest aktuell i forbindelse med utbyggingsprosjekter der masser skal fjernes og områdene nær utbyggingen skal rehabiliteres. Men det er viktig å tenke på denne metoden i forbindelse med alle typer drift og vedlikehold, slik at den ressursen som slik jord representerer kan utnyttes. Det finnes mange stygge eksempler på at organisk jord er tippet på elva, mens områder i nærheten er gjødsla og tilsådd. Dette er en dårlig løsning – både økonomisk og økologisk!

Figur 9.4. Jordbehandling "Naturlig gjenvekst fra stedlige toppmasser" fra Øksfjorden, vegprosjektet Lofast E10. A er fra 2005, B er fra samme sted 2008. Foto: A.B. Skrindo.

Metoden må ta utgangspunkt i eksisterende jordressurser i området. Aktuelle jordkilder er:

- Masser fra tidligere vegvedlikehold.
- Opprinnelige overskuddsmasser fra landskapsforming i prosjektet.
- Myrjord kan i helt spesielle tilfeller hentes fra myrer i området og blandes inn i stedlig mineraljord. Det er da en forutsetning at jordressurser ikke hentes ut på en slik måte at det kommer i konflikt med naturfaglige verdier i området, eller fører til nye vegetasjonsskader eller inngrep.

Erfaring: Det finnes etter hvert en del erfaring med metoden både fra bruk i små, gamle inngrep til store, nye vegprosjekter og vannkraftprosjekter med inntil tre års mellomlagring av masser.

- Erfaringer med gjenbruk av toppmasser i store vegbyggingsprosjekt fra Oslofjorden og Lofoten er svært gode (**Figur 9.5 A og 9.5 B**). Det er brukt ulike jordtyper og konkluderes med at revegeteringen går relativt raskt (god vegetasjonsdekning i løpet av 1-2 sesonger) og at artssammensetningen gjenspeiler startfasen i en naturlig sekundær suksesjon. Langs Oslofjordforbindelsen (Rv 23) og Lofast II (E10) ble det lagt på ca 30 cm tykt lag av toppmasser [25,29]. Begge vegstrekninger gikk gjennom mange ulike jordtyper og toppjordtykkelsen burde teoretisk sett variert mer, men toppmassene fungerte tilfredsstillende. Det vil si at i områder med svært skrinn jord (for eksempel i deler av fjellområdene, rabber i Nord-Norge og furumoer på Østlandet) vil metoden være vanskelig å anvende. Erfaring fra furuskog langs Oslofjordforbindelsen ga gode resultater. Toppmassene inneholdt en del undergrunnsmasser som medførte at toppjorda ble uttynnet, men også her ble resultatet tilfredssstillende. Disse prosjektene er grundig dokumentert og henvisning til rapporten står bak i håndboka.
- Ved nybygging av vannkraftprosjekter er også dette en metode som anbefales både ved anlegg av veier, rørgater og steintipper. Særlig anvendelig er metoden der røret fra vanninntak til kraftstasjon graves ned.
- På Dovrefjell har overskuddsjord fra vedlikehold i skytefeltet på Hjerkinn (grøfterens etc.) vært brukt i revegeteringstiltak i gamle inngrep [30]. Jorda er lagt som nytt overflatesjikt i inngrepsområdet med grov grus uten naturlig gjenvekst. Områdene har blitt mindre synlige fordi de har fått en farge som går mer i ett med omkringliggende områder. Toppjorda er blandet med undergrunnsjorda for å få et jordsmonn som tilsvarer det opprinnelige. Naturlig gjenvekst etter tilførsel av jord har delvis kommet i gang, men går svært seint. Metoden er også brukt i kombinasjon med transplantering av vegetasjon fra omkringliggende områder (se metode i kapittel 8.6 D) og dette ser ut til å være en god kombinasjon.

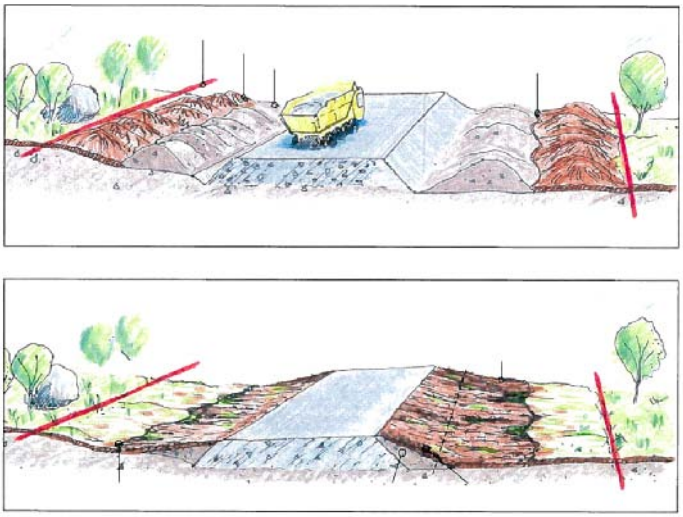
Mellomlagring vil kunne forringe massene, men det er gode erfaringer fra bl.a. Oslofjordforbindelsen og Lofast II som viser at lagring i både små ranker (<1 m høye) og store hauger (>2 m høye) kan fungere godt. Toppmasser kan lagres i flere år, men massene vil fungere bedre jo kortere mellomlagringen er. Dette er også avhengig av jordtypen.

Tykkelsen på det tilbakelagte topplaget vil være avgjørende for resultatet. Det optimale er å ha like tykt organisk topplag som det sammenlignbare økosystemet, men hvis toppmassene har relativt høy andel organisk materiale er det gode erfaringer med bare et 3-5 cm tykt lag. Men det er ofte toppjordmangel og andre praktiske hindringer. Gravemaskiner kan ha problemer med å legge ut tynnere lag enn 10 cm.

Ved tilbakelegging er det viktig at toppmassene legges relativt løst tilbake på undergrunnsmassene (som heller ikke skal komprimeres) slik at overgangen mellom undergrunnsmassene og toppmassene blir glidende. En ru overflate og en gradvis overgang til undergrunnsmasser vil bidra til at vannet trenger ned i jorda. Løse masser motvirker erosjonsrenner, spirevilkårene er bedre og det blir små lommer med gunstig mikroklima som fremmer spiring og overlevelse.

C Naturlig gjenvekst fra ikke-stedlige toppmasser

Bakgrunn: I jord med organisk innhold finnes organismer som er viktig for næringsomsetning, og det finnes fragmenter og frø fra planter. Til sammen gir dette et svært godt utgangspunkt for etablering av ny vegetasjon. Der det ikke finnes tilgang på toppmasser i nærheten av inngrepet (se pkt B "Naturlig gjenvekst fra stedlige toppmasser"), kan toppmassene hentes fra andre steder. Toppmassene blir da



Figur 9.5 A. Naturlig gjenvekst fra stedlige masser langs veg. Øverst: massene deles i to sjikt (topp og bunn) som mellomlagres mens vegen lages. Nederst: De grå undergrunnsmassene er lagt nederst og de brune toppmassene øverst. Tegning: E. Kongsbakk, Statens vegvesen ([25]).

Figur 9.5 B. Jordbehandling -Naturlig gjenvekst fra stedlige toppmasser. Tilbakelegging av masser langs ved utbyggingen av Lofast (E10). Massene nærmest fotografen er ikke ferdig utlagt. Foto: A. B. Skrindo.

sett på som tilførte, eller fremmede. Tilsvarende kan overskudd av toppmasser fra et sted brukes i annet område.

I massene finnes det blant annet frø, sporer og plantedeler som er tilpasset området der jorda ble hentet fra. Dersom jorda flyttes over lange avstander kan plantene som spirer få problemer med å overleve siden artene ikke hører til i de nye omgivelsene. Selv om en del planter ikke overlever, vil normalt frø etableres raskere hvis det tilføres toppmasser (organisk jord) enn om det bare er undergrunnsmasser. Et problem er at det kan komme inn fremmede arter med den innførte jorda. Disse kan etablere seg raskt, og gi en avvikende vegetasjon som kan fortrenge stedegne arter.

Framgangsmåte:	Toppmasser legges relativt løst tilbake på arealer som skal restaureres, unngå komprimering. Massene inneholder frø, sporer og plantedeler som spirer og blir til ny vegetasjon sammen med frø som spres inn fra omgivelsene.
Logistikk:	Systematisk planlegging er avgjørende for gjennomføring av metoden. Masser må bestilles og fraktes, eventuelt mellomlagres og deretter legges ut. Hvis massene allerede finnes i området er logistikken mindre omfattende.
Tidsperspektiv:	Generelt vil fuktig klima gi raskere revegetering enn tørt klima. Jordas innhold av næring og plantedeler i kombinasjon med klimatiske forhold er avgjørende for hvor lang tid gjenveksten tar.
Økonomi:	Hvis jord skal kjøpes vil jordprisen være styrende for kostnad. Beregn 0,1 m^3 masser pr 1 m^2 areal som skal dekkes. Det er ikke knyttet store ekstrakostnader til selve anleggsarbeidet utover den tida det tar å påføre massene.

Anvendelighet: I alle inngrep der de naturlige toppmassene er fjernet eller slitt vekk vil tilførsel av toppmasser forbedre etablering av vegetasjon sammenliknet med gjenvekst på reine undergrunnsmasser. Fordelene med tilførsel av ikke stedegen jord må vurderes opp mot faren for spredning av fremmede og aggressive arter.

Erfaring: I Norge er denne metoden brukt både i mindre inngrep i naturområder og i deler av store vegprosjekter. Dokumentasjon av metoden er så langt begrenset. Hvis masser med uønskede arter flyttes mellom steder med lignende klima kan masseforflytningen være med på å spre uønskede arter. Eksempel på dette finnes langs E10, Lofast [25]. Her ble det brukt naturlig revegetering fra stedlige masser, men noen masser ble flyttet og har ført til etablering av høymole til et område der denne arten tidligere ikke fantes. Høymole er kjent som et aggressivt ugras som er svært vanskelig å bli kvitt (**Figur 9.6**). Erfaringer fra kraftverksprosjekter viser at det ved bruk av tilførte toppmasser kommer en del ettårige planter f.eks meldestokk, men at disse går ut etter noen år. Beregninger fra byggingen av Lomen kraftverk i Valdres viste også at kostandene med påføring av jord økte proposjonalt med jordtykkelsen.

9.4 Tilførsel av næring og organisk materiale

Plantenæring er ofte en begrensende faktor for plantevekst. I plantesamfunn med lite plantenæring vil tilførsel av næring og/eller organisk materiale gi økt vekst og produksjon. I alpine områder samt tørre områder med lite organisk jord (lav-furuskog på Østlandet, furuskog på deler av Finnmarksvidda) er det lav produksjon av organisk materiale. Jordøkologiske prosesser går sakte, og fører til sakte omsetning av næringsstoff. Resultatet er en naturlig mangel på plantenæringsstoff (særlig nitrogen og fosfor) i jorda. Plantene i slike områder er tilpasset denne situasjonen, blant annet gjennom langsom vekst og god evne til å ta opp næringsstoffer. Ulike metoder for tilførsel av organisk materiale og næringsstoffer er aktuelle for å øke gjenveksten i områder med naturlig næringsmangel. Tilførsel av næring og/eller organisk materiale kan gi økt plantevekst, spesielt i lokaliteter med slik naturlig mangel på næring.

Figur 9.6. Jordbehandling "Naturlig gjenvekst fra ikke-stedlige toppmasser". Ved bruk av denne metoden er det viktig å unngå jord med uønskete arter. Foto: A. B. Skrindo.

I lavlandsområder med gode vekstforhold vil det normalt være tilstrekkelig plantenæring og organisk materiale i jorda, og det vil være andre forhold som styrer utvikling av plantesamfunn (eks. konkurranse mellom arter). Hvis et inngrep fører til at det organiske jordlaget blir ødelagt kan mangelen på næring også påvirke vegetasjonsutvikling i låglandsområder.

A Mineralgjødsel

Bakgrunn: Mineralgjødsel i kombinasjon med frø har vært den vanligste revegeteringsmetoden etter de fleste inngrepstyper. Bruk av mineralgjødsel har vært den vanligste metoden for å øke tempoet i naturlig gjenvekst i fjellet. Dette fører til 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 urter busker og lyng øker. Dominans av grasarter vil ofte vedvare i områder som har fått en eller annen form for næringstilførsel, men den langsiktige effekten av næringstilførsel på vegetasjon er ikke entydig.

Framgangsmåte:	Gjødsling kan gjøres på ulike måter, over små eller store områder, maskinelt eller manuelt. De ulike variablene som må vurderes er: • Type: Mineralgjødsel finnes i ulike varianter, og et aktuelt NPK-forhold for dette formålet er 11-5-18. • Mengde: Gjødselmengde må tilpasses forholdene i lokaliteten og omkringliggende områder. I fjellet skal det lite til før man får en effekt, mens det i andre økosystem kan være andre behov. Det har ingen hensikt å gjødsle mer enn plantene klarer å ta opp, dette vil bare føre til avrenning. Vanligvis er det heller ikke ønskelig med for kraftig produksjon, så de mengdene som brukes i landbruket er relativt uinteressante. • Pellets eller løsning: Pellets vil gi en lengre virkning enn gjødselløsning, og hvis det er sandholdige masser eller svært tynt organisk lag vil en gjødselløsning raskt vaskes ut. Gjødselløsning vil gi en jevnere gjødsling enn pellets. Det er mindre jobb å spre pellets enn løsning, spesielt dersom det skal spres manuelt. • En eller flere gjentak: Hvis det er praktisk mulig, vil gjødsling i små doser flere ganger gi en mer langvarig effekt enn en stor dose. Overskuddet vil vanligvis vaskes ut ved bruk av store doser. Dersom et område skal gjødsles igjen etter en sesong eller to må dette presiseres i anbudsbeskrivelsen eller prosjektbeskrivelsen, ettersom dette vil forlenge prosjektperioden betydelig. Ved tiltak i et vegløst område vil det være uaktuelt å gjenta en maskinell gjødsling pga. fare for nye ødeleggende inngrep. • Gjødslingstidspunkt: Tidspunktet for gjødsling er ofte styrt av praktiske forhold. Best effekt vil det bli ved gjødsling i første eller midtre del av vekstperioden. Det bør ikke gjødsles på høsten ettersom dette kan forlenge plantenes vekstperiode, og forstyrre de naturlige fysiologiske forberedelsene til vinteren.
Logistikk:	Næringsanalyse av jorda vil indikere hvor mye og hva slags gjødsel som er optimalt. Erfaringer fra fjellet og fra tørr vegetasjon i låglandet viser rask respons ved gjødselmengder på 20 kg/daa (200 g/m^2), men dette må tilpasses hvert enkelt prosjekt. For kraftig gjødsling fører til avrenning til vann og vassdrag og kan gi et miljøproblem. Gjødsling kan foregå både manuelt og maskinelt, og kan også være aktuelt for mindre inngrep utenfor etablert vegnett. Lave konsentrasjoner av tilført næring er tilstrekkelig for å få effekt.
Tidsperspektiv:	Med god kunnskap om næringssituasjon og vegetasjonstilstand kan metoden ha både kortsiktig og forventet langsiktig effekt. Det er begrenset kunnskap om langsiktig effekt i ulike naturtyper. Dersom plantevekst er begrenset av mangel på næringsstoffer, vil gjødsling gi synlig og målbar effekt allerede påfølgende sesong.
Økonomi:	Gjødsling kan gjennomføres etter vanlige kommersielle prinsipp av en valgt entreprenør, og kostnader oppgis som pris per m^2. Manuell tilførsel i mindre områder eller områder utenfor etablert vegnett har tilleggskostnader knyttet til personell.

Anvendelighet: I kombinasjon med planter eller frø, kan mineralgjødsel gi vokseforhold selv i undergrunnsmasser uten organisk jord. Bruk av mineralgjødsel kan også anbefales i inngrep der det er noe organisk materiale tilstede og der naturlig gjenvekst har startet. Det har ingen hensikt å gjødsle på rein mineraljord, ettersom det ikke finnes plantemateriale som kan ta opp næringa. De kortsiktige effektene av gjødsling (avvikende farge og økt grasvekst) kan i visse situasjoner være et argument for ikke å gjødsle. Gjødsling kan kombineres med de fleste andre tiltak beskrevet i dette kapitlet.

Erfaringer: Tilførsel av næring har tradisjonelt blitt kombinert med tilsåing av grasfrø. Det er god dokumentasjon på at gras vokser bedre ved økt næringstilførsel ettersom grasarter har spesielt god evne til å ta opp mye ekstra næring. Det er også vist at veksten øker i intakt, eksisterende vegetasjon i fjellet ved gjødsling. Mengdeforholdet mellom artene endres, og andelen gras øker kraftig. I låglandsforsøk, som langs Oslofjordforbindelsen, hadde gjødsling liten effekt [29]. Dette tyder på at toppjorda var tilstrekkelig næringsrik i utgangspunktet. Det er unødvendig bruk av ressurser å tilføre næring eller organisk materiale i områder der dette ikke vil ha noen effekt.

Generelt er det mangelfull kunnskap og erfaringer med langsiktig effekter av gjødsling på vegetasjon og artssammensetning. Noen forsøk viser at artsmangfoldet går tilbake ved gjødsling, mens andre forsøk viser det motsatte.

Det finnes flere praktiske forsøk med bruk av kunstgjødsel i fjellområder, men dokumentasjonsnivået varierer (**Figur 9.7**). I Hjerkinn skytefelt på Dovrefjell er metoden forsøkt brukt i områder der naturlig gjenvekst har kommet i gang. Dette førte umiddelbart til økt grasproduksjon. Tørrgraset som ble produsert ble liggende som ei organisk matte i feltet. Dette ga mer stabile fuktighetsforhold og stabilitet i overflata de påfølgende vekstsesongene. Etter mer enn 10 år har området fått betydelig økt vegetasjonsdekning, og artsmangfoldet har også økt. Forsøksfeltet ligger i et søkk, og den nye vegetasjonen utvikler seg forskjellig fra det som finnes på rabbene rundt inngrepet.

Figur 9.7. Skarp grense mellom gjødsla og ikke-gjødsla vegetasjon sesongen etter gjennomført tiltak. Nitrogentilførsel i fjelløkosystem er forventet å gi rask økning i biomasse og økt blomstring. Den langsiktige effekten på økosystemet er ikke godt dokumentert. Foto D. Hagen.

B Naturgjødsel, kompost og slam

Bakgrunn: Naturgjødsel og ulike former for kompost og kloakkslam inneholder i likhet med kunstgjødsel også næringsstoffene nitrogen og fosfor, og har dermed samme forventede effekt på vegetasjon. I tillegg har naturgjødsel (blautgjødsel) noe vanninnhold, klebe- og bindeegenskaper, tilfører vegetasjonen organisk materiale og kan inneholde noe frø. Kortsiktig og forventet langsiktig effekt av næringstilførsel er den samme som for kunstgjødsel, men den langsiktige effekten av fremmede arter er usikker.

Framgangsmåte:	Kompost, kloakkslam/råslam eller naturgjødsel spres maskinelt med tilsvarende utstyr som brukes i landbruket. Et tynt lag er tilstrekkelig, og blir det for tjukt vil massene klebe seg på vegetasjonen og hemme veksten av eksisterende planter.
Logistikk:	Tilgangen på gjødsel samt transportavstand er avgjørende faktorer for gjennomføringen. I tillegg kreves nærhet til veg, ettersom blautgjødsla må spres maskinelt.
Tidsperspektiv:	Med god kunnskap om næringssituasjon og vegetasjonstilstand kan metoden ha både kortsiktig og forventet langsiktig effekt. Det er begrenset kunnskap om langsiktig effekt i ulike naturtyper.
Økonomi:	Kostnader vil avhenge av prisen på naturgjødsel eller kompost og transportavstander.

Anvendelighet: Metoden er mindre aktuell enn mineralgjødsel, på tross av tilleggsegenskapene. Praktisk og teknisk gjennomføring er mer krevende, tilgangen på naturgjødsel og kompost er mindre forutsigbar og naturgjødsel inneholder frø fra fremmede arter. I en varmkomposteringsprosess vil de fleste frø dø fordi temperaturen i komposten blir før høy (ofte ca 60 °C).

Erfaring: Naturgjødsel, kompost og slam er godt kjent fra nyetablering av grøntanlegg og gir generelt en forlenget gjødslingseffekt i forhold til mineralgjødsel. De direkte effektene er svært lik effekten av kunstgjødsel, med grasvekst og påfølgende mosevegetasjon. Mange grøntanlegg har god erfaring med naturgjødsel og kompost, spesielt i kombinasjon med plantning av trær og busker. Fra et vannkraftprosjekt er det også noe erfaring fra bruk av masser fra renseanlegg. Massene ble lagt ut på steintipp og man fikk det første året stort oppslag av tomatplanter og ettårige planter, men disse gikk ut etter et års tid. Det er stilt spørsmål om kloakslam kan være helsefarlig og bruken må derfor også vurderes avhengig av hvor det skal brukes.

Det finnes noe erfaring med tilførsel av naturgjødsel i gamle inngrep i fjellet. Tilførsel av naturgjødsel til naturområder kan føre til spredning av fremmede arter, spesielt dersom gjødsla transporteres til fra områder i en annen vegetasjonsregion eller fra dyrka mark. På Dovrefjell/Hjerkinn førte spredning av naturgjødsel fra et fjøs nede i dalen til stort oppslag av fôrplanten kvitkløver.

C Alginat

Bakgrunn: Alginater er produkter basert på tangmel av brunalger, som inneholder sentrale plantenæringsstoffer og vekststimulatorer. Slike stoffer kan bidra til hurtig rotutvikling og 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 forventet langvarig effekt på veksten.

Framgangsmåte:	For å velge riktig type alginat må det tas jordprøve. Næringsinnhold, substrattype og topografi er grunnlag for å velge riktig type alginat. Ut fra jordprøveresultatene vil også behov for kalking klarlegges. Alginatet løses i vann etter angitte mengdeforhold og spres utover enten for hånd eller maskinelt.
Logistikk:	Maskinell påføring krever kort avstand til veg og samme type logistikk som andre typer maskinelle tiltak. Småskala bruk med manuell spredning krever tilgang på vann nær tiltaket. Alginat kan eventuelt brukes i kombinasjon med frø, og da gjerne stedegne frø.
Tidsperspektiv:	Kortsiktige resultater der alginat brukes i kombinasjon med frø viser god etablering og kraftigere vekst sammenliknet med kunstgjøsel. Fremdeles er det mangelfull dokumentasjon på langsiktige, økologiske effekter av alginat.
Økonomi:	Bruken av alginat i kombinasjon med frø kan gjennomføres etter vanlige kommersielle prinsipp av en valgt entreprenør, der kostnader oppgis som pris per m^2. Omfanget av metoden avgjør kostnaden, men bruk av alginat er vesentlig dyrere enn kunstgjødsel.

Anvendelighet og erfaring: Alginatprodukter sammen med grasfrø har tradisjonelt vært mest brukt ved etablering av golf-greener og fotballbaner, men også til mer ekstensiv revegetering. Det er gjennomført noen forsøk med bruk av alginatprodukter i fjellet i kombinasjon med gjødsel og/eller gras. Tiltakene er delvis utprøvd i områder med svært dårlige betingelser for naturlig gjenvekst, og etter 5-6 år er det etablert et vegetasjonsdekke av gras i de tilsådde feltene. Bruk av alginater i kombinasjon med frø i myr i Finnmark hadde ingen effekt, da fuktighetstilgangen ga grunnlag for vekst uavhengig av alginatet [32]. I 2008 ble det etablert et forsøksfelt i tørr furuskog i Østerdalen der alginat inngår, og der effekten av alginat kan sammenliknes med effekten av kunstgjødsel. Etter en vekstsesong viser resultatene en kraftigere vekst med bruk av alginat sammenliknet med kunstgjødsel i kombinasjon med grasfrøblanding (**Figur 9.8**).

Alginater er prøvd ut i kombinasjon med frø i flere andre land og under ulike økologiske forhold. Flere av tiltakene viser grunn til optimisme med tanke å etablering av vegetasjonsdekke under svært vanskelige betingelser. Fremdeles er det mangelfull dokumentasjon på langsiktige, økologiske effekter av alginat.

Figur 9.8. Forsøksfeltet ble tilsådd med kommersiell grasfrøblanding og tilsatt alginat (venstre) og fullgjødsel (høyre). Etter en vekstsesong er det noe kraftigere vekst og biomasse der det er tilført alginat. Foto: A. B. Skrindo.

D Andre organiske produkter

Det finnes flere organiske produkter som har som funksjon å holde på fuktighet, stabilisere overflata samt tilføre organisk materiale og næring til frø og etablert vegetasjon. Som for eksempel:

- Bark/flis er brukt for å stabilisere bratte sand- og siltholdige vegkanter. Tradisjonelt er dette ofte brukt for å holde beplantninger i grøntanlegg ugrasfrie.
- Røtter/greiner/kvist er brukt for å stabilisere grunnforholdene i blaut myr og for å stoppe vannstrøm og erosjonsfare i hellende terreng. Dette er brukt av Forsvaret i kjørespor i Troms (**Figur 9.9**).
- Utlegging av høy er brukt for å stabilisere miljøforholdene i overflata. Høyet medvirker til gunstigere mikroklima. I noen situasjoner er det også lagt ut tørt gras med frø som en kilde til frøspredning [41].
- Cellulose (avfallsstoff fra papirproduksjon) er et organisk substrat med god evne til å binde vann og med noe klebende struktur. Dette er blant annet prøvd på Hjerkinn (Dovrefjell), men effekten så langt ser ut til å være noe tilsvarende som oppnås med bruk av alginat og gjødsel.
- Mykorrhiza (med bl.a. sporer av mykorrizadannende sopper) i pulver er brukt i vesktforbedring. Mykorrhiza bedrer plantene sin evne til å ta opp næring og vann fra jorda og er en svært viktig faktor i naturlige økosystemer. De fleste mykorrhizadannende sopper er spesialister og danner mykorrhiza bare med noen arter. Det krever derfor god kunnskap om både soppen og økosystemet for å ta i bruk dette i økologisk restaurering. Så langt er mykorrhiza gjerne brukt i forbindelse med med plantinger i grøntanlegg.

Det finnes produkter fra kreative aktører som forsøker å finne løsninger og samtidig tjene penger på et produkt. Det er viktig å gjøre seriøse, faglige vurderinger av produktene og tilbyderne. Det er i alles interesse å unngå at avfallsstoffer med middels, eller kanskje ingen dokumenterte virkninger på vegetasjonsetablering dumpes inn i restaureringsprosjekter.

Noen kontrollpunkter som kan være nyttige:

- Krev skriftlig produktinformasjon med innholdsfortegnelse (inkl. næringsinnhold og hvilken form næringsstoffene er tilgjengelige, surhetsgrad).
- Finnes det giftige stoffer eller fare for avrenning fra produktet (spesielt dersom produktet er avfallsstoff etter en kjemisk prosess), eks PAH, tungmetaller, syre, klor.
- Hvilke mengder anbefales (for å få inntrykk av hvor mye som trengs og hvilke krav dette stiller til logistikk).
- Hva er pris per enhet (koblet til mengdebehov).
- Er tilbyder leveringsdyktig nå og i framtida (i stand til å levere produktet til ønsket tid og sted, hva med tilgangen over år).
- Er produktproduksjonen bærekraftig (utgangsmateriale, foredling, energi, transport etc.).

Figur 9.9. Røtter/greiner/kvist er brukt for å stabilisere grunnforholdene i blaut myr og for å stoppe vannstrøm og erosjonsfare i hellende terreng. Foto: Forsvaret.

9.5 Fysiske tiltak for å forsterke overflata og hindre erosjon

Ved inngrep i hellende terreng kombinert med tørke og vind blir massene lett ustabile. Spesielt i områder med mye sand hindrer dette ny vegetasjonsetablering. Ustabile masser forhindrer ny vegetasjonsetablering, og erosjon kan forverre situasjonen ytterligere. I noen situasjoner kan fysiske forsterkingstiltak være en løsning.

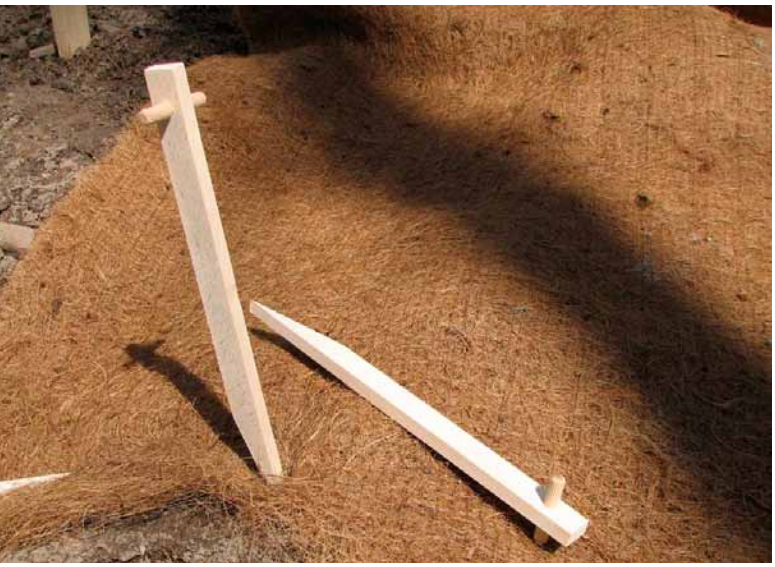
A Organiske matter

Bakgrunn: Det er utviklet ulike typer stabiliserende matter som kan legges på overflata, der hensikten er å stabilisere og i tillegg tilføre organisk materiale etter hvert som matta går i oppløsning. Mattene er laget av materiale som halm, jute eller kokosfiber. Levetid for halmmatter er angitt til 1-2 år, mens kokosmatter har en forventet levetid på 3-5 år. Nedbrytingstida varierer imidlertid mye med temperatur og fuktighetsforhold, og i tørre områder og i fjellet tar det lengre tid.

Anvendelighet: Erosjonssikring er et av formålene med metoden. Dvs. den er relevant i områder med helling og ustabil overflate (**Figur 9.10**). Erfaringene viser tydelig at dersom mattene skal gå i oppløsning og tilføre jorden organisk materiale må det være tilgang på vann og ikke være for kaldt. Nye forsøk er i gang, og vil gi mer kunnskap om effekter av mattene under ulike miljøforhold. I tillegg er dette en aktuell metode for områder som fortsatt skal være i bruk, og vedvarende utsatt for slitasje. Også i prosjekter der målet er forsterking av kjøretraseer kan dette være en aktuell metode.

Metoden kan kombineres med frø, gjødsel, alginat og vann. De organiske mattene er laget med støttenett av plaststoff eller jute som holder dem sammen. Støttenett av plast blir liggende som søppel i naturen etter at matta har gått i oppløsning. Nær vann og elver kan dette også bli et uønsket fiskegarn.

Framgangsmåte:	Mattene leveres i ruller med ulike bredder og trilles ut oppå terrenget. Matta festes med jordspyd som går gjennom og godt nedi bakken fordi massene under matta er ustabile. Det er også mulig å kjøpe matter som er innsatt med frø. Dette kan synes enklere, men det er vanskelig å ha kontroll med hva slags frø som spres og tilpasning av frømengden.
Logistikk:	Matter, jordspyd, frø og eventuell gjødsel skal fraktes og legges ut. Festing av matter med trespyd må gjøres for hånd. Det er avgjørende at mattene har god kontakt med underlaget. Blir det åpning mellom matta og jorda er det risiko for undergraving og sedimenttransport under matta. Det bør brukes 2-5 jordspyd per m^2 for å få god kontakt.
Tidsperspektiv:	Dersom mattene virker etter hensikten vil de stabilisere jorda slik at frø kan spire og etablere seg allerede første sesong. Temperatur og fuktighet er de avgjørende faktorene for hvor raskt mattene går i oppløsning. Der vokseforholdene er gode vil graset gro gjennom og skjule matta. Der veksten går sakte eller det er lite frø til stede vil matta være synlig helt til den er brutt ned.
Økonomi:	Matter leveres i ruller til en relativt høg pris per m^2 sammenliknet med for eksempel sprøytesåing.



Organiske matter er både relativt dyrt og er arbeidskrevende, og anbefales på krevende lokaliteter med spesielle behov.

Erfaring: Det finnes noen erfaringer med organiske matter fra ulike naturtyper og med ulike resultat.

- Organiske matter er brukt som erosjonssikring langs vassdrag, (gjerne der nye vannveger er åpnet), ved endra elveløp eller i forbindelse med regulerte strekninger. Dette er ofte områder med relativt god fuktighetstilgang. I områder med gode vokseforhold og/eller god fuktighetstilgang er det rapportert om gode resultater ved bruk av kokosmatter. som f.eks. i et prosjekt i Leirelva, Trondheim kommune, og i myrområder i Finnmark. NVE gjorde de første forsøkene med bruk av kokosmatter høsten 1996 i Reisaelva i Troms. Erosjonsnett ble brukt i øvre del av skråningen kombinert med stein i skråningsfoten. Det ble også gjort forsøk i Søya i Surnadal, og i det regulerte Møsvatn i Telemark. Mattene råtnet betydelig allerede etter 5-7 år i disse områdene.

Figur 9.10. Organiske matter av kokosfibre er lette å legge på, og de stabiliserer overflata. Også på svært skrinn jord. Matta må festes godt til bakken dersom den skal fungere optimalt. Metoden er relativt kostbar, men kan være aktuell på mindre områder med spesielle utfordringer. Foto: D. Hagen.

- Under mer ekstreme miljøforhold er ikke erfaringene like gode. Der det legges ut matter i svært tørt og grovt substrat viser foreløpige erfaringer at etablering av vegetasjon går dårlig, og det tørre og kalde klimaet fører til at kokosmatta ikke går i oppløsning. Spirende småplanter dør første vekstsesong pga. tørke [28]. Metoden er under utprøving i ulike terrengtyper i tørr furuskog i Østerdalen, der organiske matter testes i kombinasjon med andre metoder (se **Figur 9.10**).

B Geonett

Bakgrunn: Erosjonssikring er ofte sentralt i restaureringsprosjekter. I tillegg til organiske matter (omtalt **i 9.5 A**) finnes det andre typer matter som består av mer bestandig stoff. Disse er ikke ment å gå i oppløsning, men skal ligge permanent for å stabilisere overflata slik at vegetasjon kan etablere seg. I svært sårbar vegetasjon med forventet stor ferdsel er geonett vurdert som en bedre løsning enn oppløsbare nett. Plasnett eller stålnett er bestandige over tid, og holder seg på plass til de eventuelt fjernes kontrollert (**Figur 8.4**).

Beskrivelse av *framgangsmåte*, *tidsperspektiv*, *logistikk* og *gjennomføring* samt *økonomi* er i hovedsak sammenfallende med organiske matter.

Andvendelighet: Metoden brukes der forsterkningen må være permanent, spesielt i erosjonsutsatte lokaliteter der det forventes fortsatt bruk eller økt påvirkning framover tid.

Det anbefales å bruke nett uten mulighet til strekking, ettersom dette er mest stabilt. Det er også en fordel å klippe ned vegetasjonen før matta legges på, slik at plantene kan vokse gjennom nettet, og ikke bøyes ned og kveler bunnsjiktet i vegetasjonen.

Erfaring: Det finnes både noen praktiske og noen mer vitenskapelige erfaringer med bruk av slike matter i ulike naturtyper, spesielt fra myr og fuktig vegetasjon. Generelt har matter en erosjonsdempende effekt og omfanget av vegetasjonsskader utenfor nettet avtar raskt i de fleste rapporterte forsøkene.

Eksempler på prosjekter der det er brukt slike matter er ved sti- og kjøresporforsterking i turområder (eks. Børgefjell nasjonalpark), militære treningsområder i Troms [33] og i svenske fjell [34], erosjonssikring av fyllinger og flomsikring. Galvaniserte stålnett [35] har også kommet på markedet og er under utprøving i myrområder på Vestlandet og på Hardangervidda.

Erfaringer fra et markforsterkingsprosjekt i Sverige gir en del klare anbefalinger om metoder og nettyper ved utlegging av nett langs kjøretrase i myr, med hovedfokuset på kjøring med lette terrenggående kjøretøy [34]. Tilsvarende tiltak er også aktuelle ved bruk av tyngre kjøretøy og ferdsel til fots, men resultatene er ikke nødvendigvis direkte overførbare.

9.6 Plante eller så med lokalt plantemateriale

Bruk av kommersielle frøblandinger har tradisjonelt vært den vanligste revegeteringsmetoden, men det finnes etter hvert en del erfaring med bruk av stedegent plantemateriale fra ulike naturtyper, både i liten og stor skala. Fordelen med lokale sorter er at de er tilpasset miljøforholdene, at de har farge og utseende som ikke skiller seg ut fra omgivelsene og de ikke representerer noen fare i forhold til genetisk forurensing (se kapittel 5.4). Hovedhinderet for bruk av lokalt, eller stedegent materiale er tilgangen på frø eller planter og følgelig også kostnadene. Vær oppmerksom på at begrepet "stedegen" ikke er entydig definert. I hvert prosjekt som ønsker å bruke stedegent plantemateriale, må dette begrepet avgrenses for å ungå misforståelser. Vi ser at noen aktører definerer "stedegent" som "norsk", mens andre definerer "stedegent" som "lokalt oppformert plantemateriale". Se diskusjon i 6.2 Genetikk og restaurering.

A Innsamling og direkte utsåing av frø og plantedeler

Bakgrunn: En rekke arter produserer rikelig med frø med god spireevne. Disse frøene kan ha et potensial som startpunkt for naturlig gjenvekst på lokaliteter der artene er naturlig tilpasset. Også fragmenter eller vivipare enheter som yngleknopper eller utløpere kan brukes på tilsvarende måte.

Framgangsmåte:	Relatert til hvilke arter som skal brukes må noen problemstillinger inngå i vurderingene før tiltaket iverksettes: • Høstingstidspunkt, når er frøene modne? • Kreves spesielle forhold ved mellomlagring, spesielt fuktighet eller temperatur (f. eks. fuktighet for moser, tørre forhold for frø)? • Går frøene i dvale dersom utsåing ikke kan skje før neste sesong, og kreves det i såfall spesiell behandling av frøene for å bryte dvalen? • Under hvilke forhold vil frøene eller plantedelen ha optimal etableringsevne? Høsting kan gjøres for hånd eller maskinelt. Frø kan samles for hånd ved å plukke direkte fra plantene. Engvegetasjon kan slås, mellomlagres som løst høy eller rundballer før utlegging av høyet (med frø) (se også 9.4.D). Mose kan skaves av i flak som siden blir lagt ut som fragmenter.
Logistikk:	Frøene eller plantedelene må samles for hånd og såes ut på spesielle, utpekte lokaliteter. Frø av de fleste arter tåler lagring ei stund etter innsamling, men lagringsevnen varierer mellom arter. Noen frø vil kreve lagring ved lave temperaturer for å bryte den naturlige dvalen. Yngleknopper har dårlig lagringsevne Ulike arter modnes på ulikt tidspunkt, samtidig som modningstiden varierer fra sted til sted. Selve innsamlingen er avhenging av tett oppfølging for å kunne samle frøene på riktig tidspunkt. Innsamlingen av frøene er tidkrevende, dessuten kreves det nitidig og forsiktig innsats for å spre frøene utover i terrenget, uten at det blir for stort svinn. Rent bortsett fra å identifisere de riktige artene, er selve gjennomføringen av innsamling og utsåing enkel og krever ikke teknisk utstyr.
Tidsperspektiv:	**Frø:** Hos mange arter skjer frømodning relativt seint på sommeren, men det er variasjon i modningstidspunkt mellom arter og fra sted til sted. Innsamling må derfor skje når frøene hos den enkelte art er modne, og før frøene blir spredt naturlig. Først påfølgende sommer vil frøene spire (enten de ble lagret eller sådd ut høsten før). **Plantedeler:** Etableringshastighet og vekst av vegetative deler varierer mellom organismegrupper og arter. Avhengig av artenes livsforløp og voksehastighet vil tidsperspektivet for vegetasjonsetablering variere. En økologisk vurdering tilsier at tiltaket forventes å ha en lokal god effekt på lang sikt, men det finnes ikke mange eksempler på slike studier.
Økonomi:	Enhetsprisen er høg fordi det kreves mye arbeidsinnsats, men denne metoden vil sjelden bli aktuell over store arealer.

Anvendelighet: Metoden er såpass innsatskrevende at den i praksis vil være knyttet til små tiltak med helt spesielle mål for revegeteringen. Metoden kan være et grep for å øke lokal medvirkning, f.eks. i form av et skoleprosjekt.

Erfaring: Det finnes noen spredte eksempler på bruk av håndsamling av frø til direkte utsåing i inngrepsområder, men kun som småskala forsøk. I en rekke land, f.eks. USA, er imidlertid bruk av håndsamla frø en svært utbredt aktivitet, og det finnes en rekke små og halvstore firmaer som har spesialisert seg på dette markedet. De fleste forsøk som beskrives i litteraturen er knyttet til bevaring av sjeldne arter eller populasjoner, eller for reetablering av lavdekke etter beiteskader.

Moser kan formere seg fra sporer og vegetative deler. I lysgårder på det nybygde sykehusanlegget Ahus ble det gjort et etableringsforsøk med mosetuer og fragmenter av moser der flere arter viste god etablering og spredning etter en sesong [36].

Dette prøves nå også ut i en større vegfylling. Et større forsøk med heigråmose i tørr mineraljord ble igangsatt på Island 2008, men foreløpig er det ikke publisert noen resultater herfra. Moser er en naturlig del av mange naturtyper, og dette kan være en metode som kan supplere andre metoder. Langs anleggsveien til Alta kraftverk ble lav- og mosefragmenter brukt, og det kan trolig finnes flere likende forsøk fra rundt omkring. Men her har vi ikke særlig informasjon om metodikk og resultater.

Langs Oslofjorforbindelsen ble det samlet, stratifisert[3] og sådd ut frø fra forveda arter i området (**Figur 9.11**). En del frø spirte, men det var vanskelig å skille hvilke frøplanter som kom fra frøene i de stedegne toppmassene og hvilke som var sådd. Den tydeligste effekten var at smågnagerne i området hadde fest! Det pågår småskalaforsøk med håndplukka frø ulike steder i landet og her vil det komme nye, interessante resultater de kommende år.

[3] Stratifisering betyr å gi frø en behandling som bryter frøhvilen. Enkelte frø trenger kulde, andre varme. Andre igjen krever spesiell kjemisk behandling (som de kan få dersom de passerer gjennom magen på en fugl eller et annet dyr) for å spire. Noen arter har ingen slike krav for å spire.

Innsamling, knusing og spredning av lavfragmenter har vært utprøvd i forsøk på Finnmarksvidda [37]. Det finnes en del erfaringer fra Europa med forsøk på å øke veksthastigheten for lav [38]. Metoden bør utvikles videre, med flere arter og på andre substrat, særlig med tanke på revegetering i høgfjellet.

Utlegging av høy med modne gras- og urtefrø fra slåtteeng har gitt ny engvegetasjon langs vegkanter tilknyttet jordbrukets kulturlandskap. Denne metoden er også brukt i Alpene [41].

B Innsamling og oppformering av lokalt frø

Bakgrunn: Dersom det er ønskelig å revegetere store områder med frø fra lokale populasjoner er det mest aktuelt å ta i bruk den metodikken som profesjonelle frødyrkere bruker for oppformering. Utgangspunktet er da håndsamla frø i eller ved lokaliteten som skal revegeteres. Frøproduksjonen må foregå i flere faser: innsamling, første generasjons oppformering og andre generasjons oppformering i større målestokk.

Figur 9.11. Bruk av stedegne arter vil innebære innsamling og utsåing av frø eller plantefragmenter. a) Frøplanter av blåbær. b) Etablering av mose etter innsamling og utsåing av mosefragmenter. Foto: A. B. Skrindo.

Framgangsmåte:	Frø samles inn manuelt. Frøproduksjonen utføres av profesjonelle frøavlere.
Logistikk:	Utsåingen utføres på samme måte som for kommersielle frø. Sprøytesåing er mest aktuelt over store områder, mens også mindre såmaskiner eller såing for hånd kan brukes. Logistikk er avhengig av inngrepets beliggenhet og størrelse.
Tidsperspektiv:	Oppformering fra stedegne frø er en mye dyrere metode enn bruk av kommersielle frø som kan kjøpes direkte fra forhandler. Produksjonstida er avhengig av hvor mye frø som samles inn, kvaliteten på frøet (som varierer mellom år avhengig av sesongen), hvor mye som skal produseres, hvor vellykket den enkelte dyrkingssesongen er og om noe av frøet tas i bruk før nødvendig mengde er oppformert. Etter utsåing forventes 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 forventes å ta tid, ettersom dette tiltaket er mest aktuelt på lokaliteter med dårlige vekstbetingelser.
Økonomi:	Produksjonstiden går over flere år og frøet får høy pris per kilo. Prisen avhenger også av hvor vellykket produksjonen er. Det vil i tillegg være utgifter forbundet med innsamling, rensing og frøanalyser. Selve utsåinga innebærer samme logistikk og kostnad som utsång av kommersielle frø.

Figur 9.12. Oppdyrking av frømateriale av sauesvingel samlet på Hjerkinn, Dovrefjell. Bilde til venstre viser tresking av første generasjon med forsøkstresker på Vollebekk i 2004. Bilde til høyre viser blomstrende sauesvingel, klar for tresking og grunnlag for videre foredling eller til bruk i revegetering på Hjerkinn. Foto: H. Oskarsen, Agrokonsult AS.

Anvendelighet: Dette er en omfattende, krevende og langsiktig metode som bare er aktuell ved behov for store mengder frø og der kommersielt tilgjengelige sorter ikke skal brukes. Frø oppformert på denne måten kan ikke omsettes kommersielt ettersom de ikke er godkjente frøsorter (jfr Forskift om såvarer, hjemlet i Matloven). I nasjonalparker og de fleste andre verneområder er det spesifisert at innførsel av fremmed plantemateriale ikke er tillatt. Også i andre naturområder kan det av ulike grunner være ønskelig å unngå slik innførsel.

Erfaring: I forbindelse med restaureringen av skytefeltet på Hjerkinn er det fastslått at det ikke skal brukes innførte arter. Der er det oppformert sauesvingel (*Festuca ovina*) basert på frø innsamlet i området [39] (**Figur 9.12**). Det finnes erfaring med oppformering av frø fra lokale populasjoner til andre formål, som markblomsterfrø til blomstereng, og det eksisterer et nettverk av frøprodusenter i Norge.

Flere fjellplantearter er inkludert i forsøk med utvikling av frøblandinger basert på lokalt innsamla frø, Norfrø og Fjellfrø, ledet av Bioforsk [40]. I tillegg er oppformering av frø fra arter som også finnes eller har nære slektninger i Norge utprøvd i Alpene i stor skala [41].

C Oppformering og dyrking av planter fra stiklinger, frø eller fragmenter

Bakgrunn: Stedegent plantematriale kan produseres fra oppformering av småplanter fra stedegne frø, fragmenter og stiklinger kan framskaffe stedegent plantemateriale. Gjennom en oppformeringsperiode på noen måneder i veksthus er det mulig å produsere nye planter som er på størrelse med flere år gamle individer. Disse nye småplantene kan deretter plantes ut i det berørte området.

Framgangsmåte:	Innsamling av plantemateriale på gunstig tidspunkt (avhengig av hva som samles, stiklinger oftest på våren og frø på høsten). Oppformering gjøres av kvalifiserte personer i gartneri/planteskole.
Logistikk:	Oppformering fra stiklinger forutsetter at stiklinger samles en sesong, og deretter dyrkes i veksthus eller planteskole før de plantes ut i løpet av påfølgende sesong (eller seinere dersom det ønskes større planter ved utplanting). Planter som kjøpes ferdig oppformert kan plantes ut direkte.
Tidsperspektiv:	Utplantinger har umiddelbar effekt, ettersom plantene har en viss størrelse og dekning. Langsiktige effekter forventes å være etablering av nytt vegetasjonsdekke av stedegne arter, men avhengig av forutsetningene på den enkelte lokalitet. Plantene vil også virke som frøfeller og også slik bidra til økt naturlig gjenvekst.
Økonomi:	Kostnaden ved tiltaket beregnes direkte ut fra pris per plante. Småskala produksjon av planter til enkeltprosjekt er aktuelt for å unngå genetisk forurensing. Dette øker stykkprisen, men kan være en praktisk og god løsning som har et langsiktig økologisk perspektiv. Kostnaden per plante av henger også av størrelsen på plantene og hvor lenge de står i veksthus.

Anvendelighet: Oppformering av stedegent stiklingmateriale er en aktuell metode i flere typer inngrep. I store inngrep der det skal skapes nytt terreng kan vierplantinger i forsenkningene bryte opp store flater, langs elvekanter kan utplanting av busker og tre bidra til raskere stabilisering. Metoden kan kombineres med tilsåing, men dersom plantene er små bør det ikke såes grasfrø tett inntil planten ettersom graset vokser raskere og kan hemme planteveksten. Metoden kan også benyttes i mindre områder der det er ønske om synlige tiltak (gjerne av estetiske eller sosiale hensyn).

Tørketålende lyngarter kan være aktuelt for inngrep på ekstreme rabber eller i høgfjellet, der det er svært vanskelig å finne egna tiltak. Produksjon av vierplanter og visse andre stedegne arter pågår allerede i kommersielt omfang.

Erfaring: Oppformering og dyrking av planter fra stiklinger eller fragmenter er vanlig innen hagebrukssektoren, og det finnes mye erfaring og kunnskap på området for mange grøntanleggsplanter. Erfaringene med ville arter er begrenset, men flere arter har vært utprøvd med godt tilslag. En del av de foredla artene eller sortene finnes også viltvoksende eller har nærstående slektninger i naturen.

Det finnes etter hvert en del erfaring med bruk av vierarter og ulike lyngarter, både gjennom forskning og mer storskala oppformering og utplanting (**Figur 9.13**). På Hjerkinn ble det gjennomført storskala oppformering i veksthus og utplanting av grønnvierplanter i 1999 [42]. Plantene ble satt ut i myrjord som også ble henta lokalt. Etter 10 år viser plantene god overlevelse og kondisjon der de er plantet så det er snødekke om vinteren, men de vokser sakte. Forsøk med direkte utplanting av vierstiklinger i felt, som ikke har vært foredla i veksthus, viser et mer variabelt resultat. Tilgang på vann og ikke alt for grovt substrat ser ut til å være viktig for resultatet. Også fra andre land finnes gode erfaringer med bruk av vier til ulike typer restaureringstiltak. Erfaringer med lyngarter er lovende, men varierer mellom arter. Mjølbær og røsslyng synes å være interessante arter, mens krekling og tyttebær er mer usikre. Generelt vokser lyngartene sakte, spesielt i høyereliggende og tørre områder [30]. De første årene går mye av energien i plantene til å produsere

Figur 9.13. Oppformering i veksthus av stedegne fjellarter. Vardefrytle (fra frø), mjølbær og grønnvier (fra stiklinger). Foto: D. Hagen.

røtter, og først etter flere år kommer den overjordiske veksten i gang.

Stiklinger av både or og vier/pilearter har vært benyttet av NVE på arealer langs vassdrag og også noe på tipper. Or, som lever i samboerforhold med nitrogenfikserende bakterier, ser ut til etablere seg relativt bra på tippmasser i låglandet. På større arealer og der det er ønske om tilbakeføring til produktiv skog er det en del gode erfaringer med å plante furu.

Det er økende interesse omkring utvikling av lokalt plantemateriale til bruk i restaureringstiltak, så her er det forventet økt kunnskap og nye erfaringer i årene som kommer.

D Flytting av vegetasjon (matter, tuer) med og uten mellomlagring

Bakgrunn: Ved å bruke tuer eller vegetasjonsmatter som strartpunkt for ny vegetasjonsetablering kan de sårbare stadiene i planteetablering (spiring og tidlig overleving) unngås og sjansen for langsiktig overlevelse øker. Tuer eller matter er dekkende og frøproduserende allerede ved utplanting. Det viktigste ankepunktet mot denne metoden har vært faren for at reparering av et område skal føre til nye inngrep dersom det hentes vegetasjonstuer fra intakt vegetasjon.

Framgangsmåte:	Tuene graves opp og flyttes med spade eller gravemaskin. Tua må være tykk nok til at hoveddelen av røttene er med og at tua henger sammen. Tuene kan mellomlagres, men de bør stå tett for å redusere faren for uttørking. Tuene plantes forsiktig ut og dyttes litt nedi jorda. Underlaget er avgjørende for etableringen, jorda må ikke være for komprimert og det er en fordel med en del organisk jord. Det er avgjørende for et vellykket resultat at tuene hentes på en måte som ikke medfører nye inngrep.
Logistikk:	Små tuer som kan flyttes direkte uten mellomlagring er det enkleste. Store tuer med mellomlagring vil kreve god planlegging, utstyr som klarer å skave av og flytte tuene, areal for mellomlagring og deretter utstyr for utplassering. Jordarbeidet i forbindelse med utplasseringen er også avgjørende. Det er en fordel å bruke denne metoden i kombinasjon med stedlige toppmasser der dette er mulig.
Tidsperspektiv:	Utplanting har en umiddelbar visuell og økologisk effekt. Tidsperspektivet vil være avhengig av om det skjer med eller uten mellomlagring. Overleving av tuene er avgjørende for hvor god den kortsiktige effekten blir. Store tuer har større umiddelbar effekt enn små. Langsiktig effekt forventes å være etablering av nytt vegetasjonsdekke av stedegne arter som sprer seg fra tuene og fra frø som fanges. Resultatet er avhengig av forutsetningene på den enkelte lokalitet.
Økonomi:	Kostnadene er knyttet til maskinell utførelse. I utbyggingsprosjekter kan merkostnaden reduseres ved god planlegging, og denne metoden kan erstatte mer tradisjonelle metoder i slike prosjekter.

Figur 9.14. Bruk av stedegne arter: Her er tuer av naturlig vegetasjon flyttet til ei rundkjøring på E10 ved Gullesfjordbotn i Troms. Foto: A. B. Skrindo.

Anvendelighet: Innflytting av vegetasjonstuer er aktuelt i forskjellige typer inngrep:

- I områder der det skal skapes en mosaikk for å bryte opp store flater.
- I mindre områder der det er ønske om synlige tiltak (gjerne av estetiske eller sosiale hensyn).
- I områder der naturlig gjenvekst går sakte og det er viktig å etablere startpunkter for naturlig gjenvekst.

For å unngå ytterligere inngrep i omkringliggende natur, er metoden spesielt godt tilpasset utbyggingsprosjekter der vegetasjon uansett skal fjernes. Da vil det gjerne være nødvendig å mellomlagre torvene inntil området som skal plantes er klart.

I gamle inngrepsområder er det en forutsetning at torvene kan hentes skånsomt, uten fare for erosjon og slik at nye inngrep unngås. Et vellykket resultat setter store krav til entreprenøren, og det bør utabeides en klar instruks for hvor og hvordan torvene skal hentes ut. Økologisk vurdering av enkeltinngrep er påkrevd før gjennomføring.

Erfaring: Flytting av vegetasjonstuer har tidligere vært utprøvd i ulike økosystem, men er dårlig dokumentert (**Figur 9.14**). De senere årene har det vært satt i gang mer systematisk oppfølging av slike tiltak og her vil det komme ny kunnskap i årene som kommer. Både uttak, tuestørrelse og betingelser for mellomlagring er forhold som krever mer kunnskap. Et par prinsipper er at det ikke må hentes tuer fra tørr lyngvegetasjon eller fra områder med helling (pga. fare for nye inngrep og erosjon). Dessuten at såret plastret best mulig ved å klappe inntil omkringliggende vegetasjon etter at tuene er gravd opp (for å redusere omfang av naken jord og bedre forholdenene for gjenvekst).

Jordklumpen som følger med ved plantinga ser ut til å være viktig for langsiktig overleving og vekst. Et tiltak på Dovrefjell/Hjerkinn viser god overleving i transplantene etter seks sesonger (2002-2008). Noen av buskene har stor dødelighet på gamle skudd, men de aller fleste har rikelig oppslag med nye skudd. Det er etablert et overvåkingsprosjekt for å følge den naturlige vegetasjonsetableringen rundt tuene.

9.7 Plante eller så med innført plantemateriale

Bakgrunn: Å plante eller så med innført, kommersielt plantemateriale, spesielt grasfrøblandinger, har tradisjonelt vært den vanligste revegeteringsmetoden. De viktigste målene ved denne metoden har vært å stabilisere jordmassene og estetiske hensyn ("få det grønt"). Det finnes kommersielle frøblandinger og planter som er tilpasset mange ulike vokseforhold. Det pågår stadig utvikling av nye sorter frø og planter for å møte behovet for bedre tilpassa plantemateriale, og også materiale som dekker behovene i spesielle naturmiljøer eller under spesielle klimatiske forhold. Faren for genetisk forurensing er alltid til stede ved bruk av innført plantemateriale (se diskusjon i **kapittel 2**).

I norske revegeteringsprosjekter har det vært vanlig å bruke kommerielle sorter av arter som finnes i Norge, som sauesvingel, rødsvingel, engkvein og engrapp, men der sortene eller proviniensene ikke kommer fra det området de skal såes ut. Mange av sortene av grasfrø har vært avlet fram fra mellomeuropeisk materiale, men i de senere årene har det kommet flere sorter på markedet som er avlet fram fra norsk materiale. Etterspørselen etter frø er selvsagt viktig for hvilke sorter som utvikles for et kommersielt marked. I tillegg har det i revegeteringsprosjekter også vært brukt frø av arter som ikke er naturlig forekommende i Norge, som for eksempel italiensk raigras og hagelupin.

Art: Den klassiske definisjonen av en art er at to individer som tilhører samme art kan krysse seg og få befruktningsdyktig avkom. I naturen er det vanlig å snakke om underarter eller varianter om populasjoner som har utviklet spesielle tilpasninger gjennom generasjoner.

Sort: En sort er en rase eller en type innen en art som er sertifisert for kommersiell bruk. Sort-begrepet blir brukt innen kommersiell frøproduksjon for å beskrive varianter av arter, med godkjente egenskaper. En sort er godkjent som hjemmehørende i det landet der den formelle godkjenning er gjort, uavhengig av hvilket land det opprinnelige plantemateriale er fra. Dvs. norske sorter kan komme fra utenlandsk materiale.

Bruk av arter som finnes naturlig i Norge blir brukt både i økosystem der de hører naturlig hjemme, men også i økosystem hvor de ikke hører hjemme. I ethvert prosjekt der det er mål om stedegen vegetasjon, vil en vurdering om hva som skal defineres som stedegen plantemateriale være nødvendig. I noen prosjekter vil det være tilstrekkelig krav til stedegenhet at arten finnes i Norge, i andre prosjekt vil det være krav om genetisk opphav fra prosjektområdet og at plantemateriale tilhører riktig naturtype. Se diskusjon i **6.2** Genetikk og restaurering.

Framgangsmåte:	Detaljer om hvordan kommersielle frø og planter skal såes og plantes er godt kjent og blir ikke inkludert her.
Logistikk:	Valg av planter og frø baseres på hvilke arter/sorter som er kommersielt tilgjengelig, eller det må planlegges i så god tid at oppformering av ønskete planter er mulig.
Tidsperspektiv:	Tilsåing med frøblandinger gir oftest rask etablering av et plantedekke. Den langsiktige effekten for naturlig gjenvekst er ofte uforutsigbar. Ved bruk av fremmed plantemateriale kan det nye vegetasjonsdekket avvike fra det opprinnelige, både økologisk og estetisk.
Økonomi:	Tilsåing med kommersielt tilgjengelig frø med fremmede sorter er er en etablert metode, og kostnadene regnes per m^2 tilsådd areal. Total kostnad er dermed avhengig av tiltakets omfang og transportavstander.

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

- Tilsåing med arter som er best mulig tilpasset miljøet og naturtypen de såes ut i, og der målet er at de innførte sortene skal etableres og forbli en del av vegetasjonen i området for framtida. Dette krever at det materialet som brukes er i stand til å sette frø eller formere seg på annen måte.
- Tiltak der det utsådde materialet blir brukt for å tilrettelegge for naturlig gjenvekst. Dette kalles gjerne "ammearter" ("*nurse-species*"). De skal virke stabiliserende på overflata, og på sikt ikke ha innvirkning på vegetasjonen i området. Ammearter må derfor ideelt sett være arter som ikke overlever i området på sikt, og som ikke kan krysse seg med stedegne populasjoner.

Anvendelighet: Bruk av kommersielt plantemateriale i form av frø er en metode som kan brukes under de fleste forhold. Både ved gode jord- og vokseforhold og i skrinne områder med dårligere vokseforhold.

Fordelen med metoden er at det er mulig å etablere vegetasjon i svært skrinne inngrep innen et kort tidsperspektiv. Dette kan være nødvendig i noen situasjoner for å hindre erosjon eller forverring av inngrepet. Frø i kombinasjon med vann og næring (som gjødsel eller alginat) gir klart best spiring og etablering. Næringstilførselen gir en unaturlig grønnfarge, spesielt de første par vekstsesongene. Frø- og næringsmengde er svært avgjørende for resultatet og må tilpasses vekstbetingelsene i hvert enkelt inngrep. Det er viktig å ikke så for tett slik at naturlige arter skal klare å etablere seg i området, men mengden vil variere mye (fra ca 1,5 -10 kg/daa). På arealer hvor det er viktig å hindre erosjon kan det være nødvendig å så noe tettere.

Valg av arter må være avhengig av målet med tiltaket (se **kapittel 1**) og hvilket tidsperspektiv prosjektet har. Ved bruk av ammearter bør det brukes arter med dårlig overlevingsevne. Samtidig må man akseptere at den vegetasjonen som da etableres vil bli svært avvikende fra den omkringliggende i en overgangsfase.

Tradisjonelt er metoden brukt for å istandsette områder av estetiske eller jordstabiliserende hensyn, selv om det nok er delte oppfatninger om den estetiske effekten av et slike fremmed plantedekke. Ved bruk av metoden i økologisk restaurering må følgende forhold vurderes:

1. Er det mulig å velge arter som tilhører økosystemet (i et valgt suksesjonsstadie) som skal restaureres og finnes det plantemateriale basert på lokale sorter.
2. Hva kan være er aktuelle "ammearter" som går ut på sikt.

3. Hva er faren for genetisk forurensing eller spredning av fremmede arter i den aktuelle lokaliteten

Denne metoden er ikke aktuell i områder som enten har en spesiell status eller naturverdier som kan bli truet av innførte arter, som for eksempel i verneområder. Se også **kapittel 6.2** om restaurering og faren for genetisk forurensing og hvordan dette også er et tema i Naturmangfoldloven.

Ved inngrep der det finnes organisk jord med frø, sporer og plantedeler kan det være helt overflødig å så i tillegg. Det har vært vanlig å så "for sikkerhets skyld", men der det ikke er spesielle grunner til å så bør det unngås. Alle frø eller planter som tilføres et nytt område kan føre til genetisk forurensing. Dette er spesielt viktig i naturområder der det tidligere ikke har vært sådd eller plantet.

I det store vegprosjektet Lofast II, som går gjennom tidligere inngrepsfrie naturområder, ble det for første gang i et større norsk vegprosjekt bestemt at revegetering utelukkende skulle være fra stedlige toppmasser og omgivelsene (åpnet 2007) [25]. På tross av denne avgjørelsen hadde flere i prosjektledelsen likevel visse planer om å så til langs Lofast "for sikkerhets skyld". Av praktiske årsaker (som tunneler, fjorder og bruer) kunne ikke såbilen komme fram før to år etter at de første vegkantene var ferdige. På disse to sesongene var etableringen kommet så langt at alle kunne se at frø var overflødig!

Kommersielle frø blir også brukt der massene i inngrepet er ugrasinfisert med håp om at grasfrøene skal utkonkurrere de uønskete artene eller sortene. Dette blir ikke nødvendigvis vellykket, noe som mange norske veganlegg er eksempler på (**Figur 9.15**). Grasetablering og beplantninger klarer ikke å holde ugraset unna uten systematisk skjøtsel. Det er generelt ikke anbefalt å bruke masser infisert av arter som er uønsket i området.

I alpine områder vil klimatiske forhold begrense valg av arter og sorter. Det kan være vanskelig å finne plantemateriale 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, og dermed øker faren for genetisk forurensing.

Erfaring: Det finnes eksempler på tiltak med bruk av innførte gras og andre arter fra et mangfold av naturinngrep over hele landet, noen av dem fra flere tiår tilbake i tid (**figur 9.15 og 9.16**). Disse er ofte dårlig dokumentert (både i forhold til metode og resultat), og det finnes få langtidsstudier som viser effekter på naturlig gjenvekst over tid. Det er økende interesse for å studere slike gamle tiltak for å øke kunnskapen om langtidseffekter av tiltak [44]. Forsøk har vist at ammearter kan være i stand til å klare seg bedre enn forventet og dermed inngå som fremmed art i den nye vegetasjonen i lang tid.

Figur 9.15. Vegkant tilsådd med rødsvingel. Foto: A. B. Skrindo.

Figur 9.16. Tilplantinger med rynkerose. Foto: A. B. Skrindo.

10 HVORDAN VELGE RIKTIG METODE?

Metodene er mange. Inngrepene og naturforholdene er varierte. Varianter og kombinasjoner av metoder gjør at valgmulighetene i de fleste rehabiliteringsprosjekt er mange. Hvordan velge riktig metode?

Forholdene på stedet avgjør valg av restaureringsmetode

Valg av riktig løsning krever at det gjøres vurderinger på stedet, i den enkelte lokalitet.

De økologiske forholdene på stedet vil alltid være styrende for restaureringsmetodene. Selv om det er praktisk og økonomisk mulig å benytte flere metoder, må de økologiske forholdene beskrevet i kapittel 7 være grunnlaget for det endelige valget. Det er for eksempel ikke noe poeng å samle inn frø og så ut stedegne arter hvis jordforholdene og fuktighetsforholdene ikke er tilfredstillende for de aktuelle artene. Hvis arter skal plantes eller sås, er det avgjørende at de kan leve i den gitte klima-geografiske regionen og under de lokale økologiske forholdene.

Figur 10.1. Denne store sletta i det nedlagt skytefeltet på Hjerkinn skal fjernes og området skal revegeteres. Her må mange ulike metoder kombineres for å nå målet om mest mulig naturlig vegetasjon og tilrettelegging for naturlig gjenvekst. Foto: Forsvarsbygg.

Det er nettopp fordi de ulike inngrepstypene kan ha behov for samme metoder og løsninger at de ulike etatene ser fordelen med å samarbeide om utfordringene.

Det er altså ikke inngrepstypen i seg selv som avgjør metodevalget, men hvilke forhold som er på stedet. Dette kan illustreres med eksempler:

1. **Samme type inngrep kan kreve ulike løsninger:** Randsoner langs nye veganlegg er en vanlig inngrepstype. Men slike randsoner kan ha ulik utforming, ulik hellingsgrad, gå gjennom fuktige eller tørre områder. Tilgang på organiske, stedegne masser varierer fra sted til sted. Her er det en fordel med ulike metoder tilpasset utfordringene.

2. **Det kan være behov for ulike metoder innen ett og samme inngrep:** Et kjørespor kan bli restaurert ved naturlig gjenvekst i en strekning, men kreve tiltak i form av jordbehandling eller tilplanting for å hindre erosjon langs andre strekninger. Store flate-inngrep bør behandles med ulike metoder for å bryte opp vegetasjonsbildet og gjenskape en naturlig mosaikk (**Figur 10.1**).

3. **Ulike typer inngrep kan ha samme økologiske utfordringer – og behov for samme metoder.** Kjørespor fra forsvarets kjøretøy, stier og tråkk fra fotturister og bygging av en ny skogsbilveg i ulendt terreng er helt klart tre ulike typer inngrep. Likevel kan det bli aktuelt å bruke de samme metodene langs deler av traséen for å få i gang vegetasjonsetablering i de tre situasjonene. Deler av traséene kan være utsatt for erosjon, det organiske jordsjiktet kan være borte og underliggende masser kan være grove og tørre.

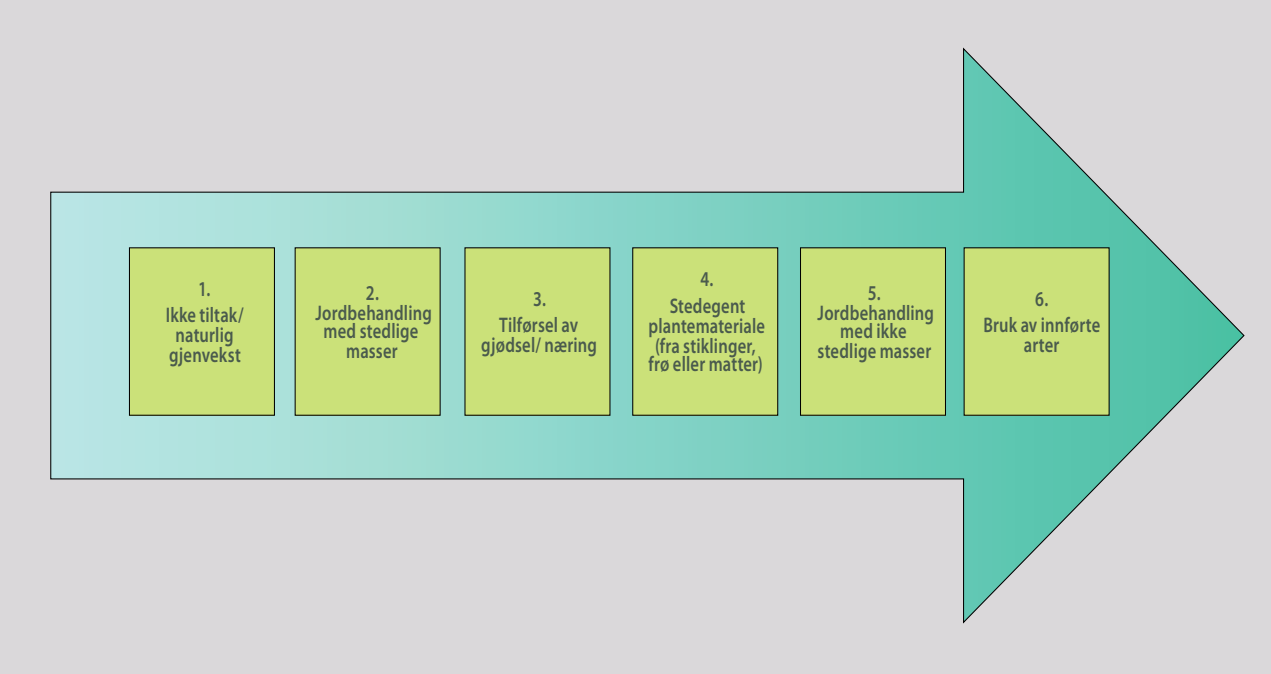
Litt praktisk starthjelp

Ved valg av metoder, kan tre elementer være veiledende. (1) Finne prosjektets minimunsfaktor, (2) bruke eliminasjonsmetoden og (3) blant flere metoder, velge den som bidrar best til naturlige prosesser:

1. Hva er minimumsfaktoren? Dvs. hva er hovedproblemet eller utfordringen for restaurering av akkurat denne lokaliteten? Minimumsfaktoren kan være "kritiske miljøfaktorer" som for eksempel bratt terreng, mangel på organisk materiale eller svært lite nedbør. En slik kritisk faktor vil legge føringer på hele tiltaket, og det er avgjørende for resultatet at dette tas hensyn til. I svært vanskelige inngrep kan det være et helt sett av slike faktorer. I andre prosjekter kan de økologiske forholdene være godt tilpassa mange ulike metoder, og minimumsfaktoren er da for eksempel økonomi, praktiske hindre som tilgjengelighet eller videre bruk av området.

2. Eliminasjonsmetoden. I mange situasjoner vil noen av metodene være helt uaktuelle. Det kan ligge føringer i målformuleringene eller i ytre rammebetingelser (for eksempel vernebestemmelser og økonomi) som gjør det mulig å eliminere noen løsninger allerede fra start. Det kan også ligge noen praktiske føringer (for eksempel avstand til veg) som setter ytterligere begrensninger.

3. Velge den metoden som best utnytter de økologiske prosessene på stedet (**Figur 10.2**). Da blir sjansen for uventede effekter av tiltak minst mulig, og ofte er denne løsningen både best og billigst. Det enkleste og billigste tiltaket er å satse på naturlig gjenvekst, og ved å velge denne løsninger i lokaliteter der dette gir godt resultat vil det bli frigitt ressurser til krevende tiltak i andre inngrep. Dersom det enkleste ikke vil gi et godt resultat går man videre og gjør tilsvarende vurdering av stadig mer krevende tiltak.



Figur 10.2. Skisse til gradering mot stadig mer "krevende" restaureringsmetoder – definert primært ut fra økologiske vurderinger og deretter ut fra logistikk og økonomi. Skissa er ikke fullstendig og den tar ikke hensyn til kombinasjoner av metoder, men skal være et grovmasket hjelpemiddel på veg mot endelig valg av metode.

Kombinasjon av metoder

En kombinasjon av metoder gir ofte det beste resultatet i praktiske tiltak. Kombinasjoner gjør at mulighetene blir flere og bedre tilpasset det faktiske prosjektet. Noen kombinasjoner er så vanlige at de kunne vært skilt ut som egne metoder i **kapittel 9**. Men dette ville fort ført til et svært stort antall metoder, og gjøre det vanskelig å få oversikt. Det blir for eksempel sjelden sådd grasfrø uten at det i tillegg blir tilført næring. Naturlig gjenvekst vil forekomme i samspill med alle andre metoder i større eller mindre grad.

Kan dette systematiseres?

I gjennomgangen av metodene i **kapittel 9.1-9.7** er bakgrunn og anvendelighet presentert for hver av metodene. Her er det mange gode tips til løsningsvalg. Deretter må dette kobles til forholdene i lokaliteten (**kapittel 6 og 7**).

Utfordringen er å lage en tabell som gjør det mulig å "klikke seg inn" til riktig løsning. Langs hvilke variable kan det være aktuelt å systematisere metodene da?

- Inngrepstype? NEI – det er ikke avgjørende for valg av metode (se tidligere i dette kapitlet)
- Økologiske forhold i inngrepet? JA – men dette er så mangfoldig at det ikke er mulig å lage en enkel tabell her. **Tabell 7.1** er på et vis rammeverk til noe slikt. En nasjonal database der alle legger inn sine prosjekter og erfaringer kan være en fremtidig løsning.
- Restaureringsmetode? JA – det går an å sammenstille det som tidligere er sagt om bakgrunn og anvendelighet for hver metode. Dette kan være et hjelpemiddel til å finne ut hvilke metoder som er helt uaktuelle. Her kan det gis eksempel på skadetyper der det finnes erfaringer med bruk av metoder. Men tabellen vil ha sine begrensninger ettersom den ikke inkluderer kombinasjoner eller spesialvarianter av metoder. Nedenfor har vi forsøkt å sette sammen en metodetabell – med de muligheter og begrensninger som ligger i en slik forenkling. Det er viktig at tabellen leses sammen med gjennomgangen i **kapittel 9.**

Tabell 10.1. *Oppsummering av revegeteringsmetoder og under hvilke økologiske forhold de er best egnet. For hver metode er det gjort en kobling til den økologiske beskrivelsen av inngrepet (jfr. kapittel 7). Rekkefølgen i tabellen følger kapittel 9 helt systematisk. Tabellen gjengir noen hovedmomenter omkring økologiske forhold og anvendelse for metodene, men er ikke fullstendig. Faglig gjennomgang av metodene står i kapittel 9, som bør leses sammen med denne tabellen for å få optimalt utbytte. Kombinasjon av metoder nevnes i kommentar-rubrikken der det er spesielt aktuelt.*

Kap.	Metode	Spesielt egna under følgende økologiske forhold	Eksempel på inngrepstype	Kommentar
9.1	Naturlig gjenvekst – ingen aktive tiltak	• noe fukttilgang • finstoff og org. materiale i jorda • naturlig gjenvekst i gang • inngrepet følger opprinnelig terreng	For alle typer inngrep der naturlig gjenvekst kan vurderes	Suksesjonshastigheten varierer mye mellom ulike naturtyper
9.2	Terrengforming	unngå ekstremt bratt, tørt eller bløtt	Kan vurderes for alle typer inngrep, som forarbeid til andre tiltak. Spesielt aktuelt i nye inngrep	
9.3	Jordbehandling - jordbearbeiding på stedet			
	Overflatebehandling (lufting av toppjord)	• flate inngrep • noe fukttilgang • rester av organisk jord eller vegetasjon	Moderate inngrep / slitasje der det er opprinnelig terreng og rester av toppdekke	Unngå bratte inngrep pga. fare for erosjon i overflata
	Naturlig gjenvekst fra stedlige toppmasser	Egna under alle forhold, men best der naturlig gjenvekst går raskt (dvs. tilgang på vann, god temperatur og finstoff i jorda).	Nye inngrep (under planlegging) med tilgang på stedlige toppmasser	Krever god planlegging . Toppmassene må ikke komprimeres
	Naturlig gjenvekst fra ikke stedlige toppmasser	Egna under alle forhold, men oppslag av fremmede arter blir størst under gode klimatiske forhold.	Kan vurderes for inngrep der det opprinnelig har vært organisk toppjord	Fare for oppslag av fremmede arter
9.4	Tilførsel av næring og organisk materiale			
	Mineralgjødsel	• fukttilgang • finstoff og organisk materiale i jorda • naturlig gjenvekst i gang	Små og store inngrep, gamle og nye	Gjennomføres maskinelt eller manuelt, kan kombineres med de fleste andre metoder. Tilpasning av gjødselmengde
	Naturgjødsel og kompost	• jfr. mineralgjødsel	Inngrep nær veg	Påføres maskinelt. Sjekk tilgang på råstoff. Fare for spredning av jordbruksarter
	Alginat	• Spesielt under ekstreme forhold (tørt, grovt substrat, bratt og helt uten organisk jord)	Ekstreme inngrep med erosjonsfare og ingen naturlig gjenvekst	Gjerne i kombinasjon med andre metoder

Tabell 10.1. *forts.*

	Andre organiske produkter			Ulike metoder har ulike fordeler (se kapittel 9.4)
9.5	Fysiske tiltak for å forsterke overflata og hindre erosjon			
	Organiske matter	• ustabil overflate (erosjonsfare) • ingen naturlig gjenvekst • ikke på tørre områder med kaldt klima	Tilbakeførte skjæringer, småsår i bratt terreng, kanter og brinker, områder helt uten vegetasjon	Bør unngå matter innsatt med frø. Kombineres med frø eller planter
	Geonett	gode erfaringer fra myr og fuktig terreng (mest relevant i slike naturtyper) flatt og kanskje bratt	Ved behov for terrengforsterking eller kanalisering, spesielt langs sier eller kjørespor i fuktig terreng	Skal ligge permanent til de fjernes
9.6	Plante og så med stedegne arter			
	Innsamling og utsåing av frø og plantedeler	• fukttilgang • finstoff i jorda • ulike arter har ulike krav i vekstfasen	Små inngrep med helt spesielle krav til tilbakeføring (valg av arter)	Ressurskrevende metode, bruk frøene målretta i riktig miljø
	Oppformering av frø og deretter utsåing	• grov mineraljord • ingen naturlig gjenvekst • også i ustabil eller bratt oveflate	Små eller store inngrep med kraftig slitasje	Aktuelt i store prosjekter med stort behov for frø
	Oppformering og dyrking av planter fra stiklinger, frø eller fragmenter	• små områder • finstoff i jorda • både fjell og lavlandet • noen arter har spesielle krav	• generelt ved små og eksponerte inngrep, ved behov for markering av kanter og grenser (buskarter) • små inngrep med helt spesielle krav til tilbakeføring (valg av arter)	Valg av arter må gjøres ut fra deres økologiske krav
	Flytte vegetasjon (matter, tuer) med og uten mellomlagring	• tett omkringliggende vegetasjon • formen på inngrepet • fukttilgang • nær veg • flatt eller moderat helling	• ved tilbakeføring av veger og smale anlegg • andre inngrep der det er tilgang på vegetasjonsmatter	Forutsetter skånsom innhenting av vegetasjon
9.7	Bruk av innførte arter	• 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 veger,kantsoner	

11 OPPFØLGING, DOKUMENTASJON, EVALUERING OG OVERVÅKING

Oppfølging og dokumentasjon av rehabiliteringsprosessen, samt evaluering og overvåking av resultatet, er nøkkelen til å overføre verdifull kunnskap til kommende prosjekter! Rehabilitering etter naturinngrep har vært gjennomført i lange tider som en del av jord- og skogbruk, infrastrukturutvikling og energiutbygging. Dokumentasjon av slike prosjekter og evaluering av resultatet er generelt vanskelig tilgjengelig.

Det er viktig å følge utviklingen og effekten av tiltak for å dokumentere gode/dårlige resultater a) for å få nye erfaringer til seinere tiltak, b) for å unngå at samme feil gjentas og c) for å dokumentere fornuftig bruk av ressurser.

Oppfølging av entreprenør

Oppfølging av entreprenør innebefatter dialog ved oppstart, utvikling av best mulige metoder på stedet og kontroll av utført, kontraktfestet arbeid. De fleste prosesser kan gjøres på flere måter, og det er alltid vanskelig å beskrive handlinger presist. Hvis prosessen er ny for entreprenørene anbefaler vi en tett dialog med utprøving, der oppdragsgiver og entreprenør sammen blir enige om hvordan oppdraget best skal utføres.

Ved store utbygginger er det vanlig at bestillingen av arbeidet beskriver *funksjonen* eller *resultatet* av arbeidet entreprenøren skal utføre og så må entreprenøren selv velge beste metode for å nå målet. Det anbefales ikke på restaureringsarbeid, her oppfordres det heller til dialog. De færreste entreprenørfirma er spesialister på økologisk restaurering, de hensyn som må tas i slike prosjekter er kompliserte og sammensatte, og krever spesialkompetanse. Dermed blir det svært vaskelig å lage en entydig funksjonsbeskrivelse uten å ha god dialog.

Oslofjordforbindelsen (rv 23) var den første vegen som Statens vegvesen tilrettela for naturlig gjenvekst fra stedlige toppmasser [29,45]. Metoden var ny for samtlige entreprenører og her ga en kombinasjon av opplæring (en "grønn time") for samtlige maskinførere, i tillegg til tett oppfølging på anlegget et godt resultat. Tilsvarene ble gjort på Lofast II-prosjektet [25]. Noen av erfaringene herfra bygges også inn i restaureringa av skytefeltet på Hjerkinn (Hjerkinn PRO) [46, 28].

Dokumentasjon av metoder og resultater

Selv med god planlegging og oppfølging av entreprenør, er dokumentasjon av prosessene avgjørende for å kunne lære både av det som gikk bra, og det som ikke gikk fullt så bra. Noen metoder, som for eksempel å så gras med sprøytebil er så etablert og godt utviklet at selve metoden ikke trenger noen detaljert dokumentasjon, men resultatet krever dokumentasjon over tid for å avgjøre om metoden fungerer som den skal. Dokumentasjon er viktig for å se hvordan prosjekter og metoder er gjennomført, og vise resultater og utvikling over tid.

Evaluering og overvåking av metoder og resultater

Ved god dokumentasjon av metodene og resultatet, vil forholdene ligge til rette for en evaluering av prosjektet i forhold til *målene.* Et prosjekt er vellykket hvis målene er oppnådd. Rehabilitering etter naturinngrep er en langvarig prosess, og det er derfor viktig med etappemål som er realistiske og målbare (se **kap 3.2**).

Evaluering av et prosjekt kan med fordel inkludere et statusskjema for vegetasjonsetableringen. Dette kan om ønskelig også inngå i overvåking av lokaliteten på sikt.

Lange overvåkningsserier av vegetasjonsutvikling etter naturinngrep forekommer sjelden, men gir verdifull kunnskap som kan komme nye prosjekter til gode. Det er lite trolig at det vil etableres overvåkingssystemer som standard i slike prosjekter. Men med god dokumentasjon av gjennomførte tiltak er det mulig å komme tilbake senere og gjøre langsiktige vurderinger. Et godt registreringsskjema kan utgjøre et grunnlaget for dette. Nivået på evaluering og oppfølging kan variere, fra standard

vurderinger av et lite antall parametre for hele lokaliteten, til utlegging av faste prøveflater som blir evaluert med detaljerte analyser ved jevne (eller ujevne) mellomrom.

Dokumentasjonsskjema

Det bør brukes et registreringsskjema for å dokumentere planlegging, gjennomføring og utvikling for hvert tiltak. Det er en fordel om planlegging- og gjennomføringsdelen av skjemaet skrives undervegs i hver fase. Dette skjemaet vil sikre at alle nødvendige opplysninger om tiltakene samles og kan komme til nytte i seinere prosjekter og tiltak. Forslag til innhold i et slikt registreringsskjema skisseres her (**Tabell 11.1**).

I tillegg til en systematisk dokumentasjon av hva som er gjennomført er det også svært verdifullt med en systematisk beskrivelse av resultatene – hvordan det har gått både på kort og lengre sikt. En slik tilstandsbeskrivelse vil være en naturlig del av dokumentasjonen. Tilstand kan beskrives på ulike måter. Det er ikke alltid like lett å vite hva som bør registreres eller noteres, og det kan også variere mellom ulike typer prosjekter. Hvor detaljert skal det gjøres for å ha verdi for prosjekteier og som kunnskapsbidrag for framtidige prosjekter? I **tabell 11.2** er det forslag til noen parametre som bør inngå i tilstandsbeskrivelsen. Lista kan utvides eller tilpasses det enkelte prosjekt.

Tabell 11.1: Forslag til innhold i skjema for dokumentasjon av rehabiliteringstiltak.

Fase	Stikkordsliste – dokumentasjon
Planlegging	• hva er bakgrunn for tiltaket? • lokalisering • hva slags natur er det? • beskrivelse (og evt foto) av skadetype (jfr. kapittel 2 og 5.1) • hva er målet(ene) med tiltaket? Så konkret som mulig (jfr kapittel 3.2) • hva bør gjøres? – forslag til metode, gjennomføring og kostnad.
Gjennomføring	• hva er gjort? Detaljert beskrivelse av metode (hvor mye, hva, hvordan) (jfr kapittel 9) • avvik fra opprinnelig plan - hvorfor? Noe som gikk galt - hvorfor? • hvem har gjort hva? • når? Når ble det gjort og hvor lang tid tok det? • oppfølging og sikring av tiltaket (i tiden like etter gjennomføring)? - sikring/skjerming mot folk, dyr, vær og vind etc. - følge opp for å hindre at tiltaket blir ødelagt eller sabotert
Evaluering/ overvåking	Etter ei stund (tidsløp avhenger av type tiltak og situasjon) skal tiltaket evalueres i forhold til målet med tiltaket • gi en **tilstandsbeskrivelse** (se Tabell 11.2) • vurdere resultat opp mot vedtatte mål og delmål • har tiltaket medført fordeler eller ulemper for etatens virksomhet, eller for andre brukere i om-rådet

Tabell 11.2. Forslag til et utvalg av parametre for beskrivelse av status/tilstand på vegetasjon og lokaliteten.

Parametre	Innhold
	areal evt. som andel pr arealdel
Erosjon	beskrivelse
Artssammensetning	ligner vegetasjonen på den omkringliggende (hva er eventuelt forskjellig ?) Ulike artsgrupper (trær, busker, uter, gras, lyng, moser,lav) eller artslister stadiet i naturlig suksesjon
Uønska arter	mengde og artsnavn
Beplantninger	overlevelse tilstandsvurdering sykdom/beite
Sådde arealer	etablering næringsstatus
Ødeleggelser	beskrivelse og evt areal
Fysiske forhold som kan hindre vegetasjonsutviklingen	beskrivelse av for eksempel flom, ekstrem tørke,
Annet	Tilstandsbeskrivelen må ta utgangspunkt i målene for det konkrete prosjektet, slik at parametrene hele tiden relateres til dette. Noen prosjekter kan også ha helt konkrete delmål (f.eks i fht enkeltarter).

12 NOEN UTVALGTE PROSJEKTER FRA ETATENE

Revegetering langs ny veg, Oslofjordforbindelsen (riksveg 23). Statens vegvesen

Bakgrunn

Statens vegvesen ønsket å prøve ut nye rehabiliteringsmetoder ved bygging av Oslofjordforbindelsen fordi gjeldene metoder for vegetasjonsetablering i veganlegg ofte ga uønsket effekt: At de revegeterte områdene ofte ga en markert overgang til omgivelsene, og at utviklingen av plantene var dårlig. Et FOU-prosjekt ble etablert der Statens vegvesen, region sør, var oppdragsgiver (prosjektleder Kirstine Laukli). Universitet for miljø- og biovitenskap ved Per Anker Pedersen (faglig ansvarlig) og Astrid Brekke Skrindo (prosjektmedarbeider) har vitenskapelig ansvar for prosjektet. I tillegg bestod prosjektgruppen av Sunniva Schjetne (Statens vegvesen, Vegdirektoratet) Tanaquil Enzensberger (Vegetasjonsrådgiver) og Svein Dalen (Par & Landskapspleie AS, nå en del av iSS). Tre masterstudenter har skrevet oppgave knyttet til prosjektet.

Hvor og når

Oslofjordforbindelsen, del av rv 23, strekker seg fra Midtbygda i Røyken kommune (Buskerud) til Vassum i Frogn kommune (Akershus). Vegen er totalt 27 km lang hvor 14 km er i dagen. Byggingen startet i 1998 og ble åpnet i år 2000. Vegen går hovedsakelig gjennom bar- og blandingsskog samt noen jordbruksområder.

Type case

Dette er et avbøtende tiltak, der områdene berørt av vegbyggingen skal føres tilbake til naturen.

Mål/hensikt med tiltaket

De overordnede målene var: a) å prøve ut nye rehabiliteringsmetoder i et stort vegprosjekt og b) oppnå en vellykket vegetasjonetablering. Med "vellykket vegetasjonsetablering" menes her at vegkantvegetasjonen er en gradvis overgang til de omkringliggende områdene og at de berørte områdene utenfor vegbanen blir ført tilbake til naturen.

Metode

Flere metoder ble brukt, men utgangspunktet langs hele strekningen var: **Naturlig gjenvekst fra stedlige toppmasser**. Oslofjordforbindelsen utviklet denne metoden for store veganlegg. Som et supplement til "Naturlig gjenvekst fra stedlige toppmasser" ble andre metoder brukt. **Bruk av innførte arter** i kombinasjon med **mineralgjødsel**: Ut fra naturtypekartlegging ble fire spesielle frøblandinger valgt til ulike deler av strekningen. Det ble plantet trær og busker ved kryss og tunnelportaler. **Bruk av stedegne arter, Innsamling og utsåing av frø og plantedeler:** Det ble samlet inn lignosefrø som siden ble sådd ut. Metodene ble utarbeidet av Kirstine Laukli, Tanaquil Enzensberger og Per Anker Pedersen.

Resultat

Vegetasjonsetableringen ble fulgt tett i 1999-2002 med detaljerte vegetasjonsundersøkelser. Fra 2003-2007 ble utviklingen fulgt med bilder og generelle vurderinger. Det har vært mest fokus på **naturlig gjenvekst fra stedlige toppmasser**.

Naturlig gjenvekst fra stedlige toppmasser: Målet ble nådd: Vegetasjonen gled naturlig over i omgivelsene, starten på en forventet naturlig suksesjon var godt i gang etter to-tre år, og det var god vegetasjonsdekning etter ett til to år.

Bruk av innførte arter i kombinasjon med **mineralgjødsel:** Frøblanding: Det er vanskelig å skille flere av de ulike frøblandingene, så målet om tilpasset frøblanding virker uvesentlig. Arealene som er tilsådd glir mindre godt inn i omgivelsene enn de uten frø. Beplantninger: Relativt god etablering og mange steder vanskelig å skille fra det som kom naturlig.

Bruk av stedegne arter, Innsamling og utsåing av frø og plantedeler. En del frø spirte, men mindre enn fra den naturlige frøbanken. Denne metoden anbefales ikke sett i et kost-nytte-perspektiv.

Økonomi

Som en del av et FOU-prosjekt med stor andel studenter og egeninnsats av forskere, er økonomien ikke avklart. Selve tiltakene ble gjennomført innenfor de normale kostnadsrammene for vegprosjektet.

Evaluering

Målene er i stor grad nådd. Naturlig gjenvekst fra stedlige toppmasser er anbefalt for naturområder. Noen viktige momenter knyttet til massehåndtering:

- unngå jord med uønskede arter (jordbruksarealer, fremmede uønskete arter ect)
- toppmassene defineres som det organiske laget, men det går bra med innslag av undergrunnsmasser
- utlegging av masser: unngå komprimering av under- og toppmassene

Publikasjoner

Fossum, N.E. 2002. Naturlig revegetering. Spiring fra ulike jordarter og jordsjikt. Hovedfagsoppgave ved IPM, NLH (UMB). 63s.

Gjesteland, H. 2001. Naturlig revegetering. Betydning av jordkvalitet og gjødsling. Hovedfagsoppgave ved IPM, NLH (UMB). 47s.

Nessa, R. 2005. Undersøkelser av vegetasjonen i plantefelt langs Rv. 23 Oslofjordforbindelsen: tilstand og naturlig etablering. Hovedfagsoppgave ved IPM, (UMB). 85s.

Laukli, K., Enzenberger, T. & Pedersen, P.A. 1999. Oslofjordforbindelsen. *Landskap* 1: 17-19.

Skrindo, A. og Pedersen, P.A. 2003. Naturlig revegetering. Vegetasjonsetablering langs rv 23. Oslofjordforbindelsen. UTB-raport 2003/9. Statens vegvesen. ISBN: 82-483-0023-4.

Skrindo, A. B. 2005. Natural revegetation from indigenous soil/ Naturlig revegetering fra stedegen jord. Doctor Scientiarum Thesis 2005:1. Norwegian University of Life Sciences (UMB). ISBN 82-575-0655-9

Seks år etter at vegen åpnet har hvitveis og vårkål vandret inn. Foto:A. B. Skrindo.

Vegetasjonsetablering på tipper og massetak med fokus på Trillhustippen. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Bakgrunn

Perioden fra 60- tallet til slutten av 80- tallet var en svært hektisk periode med mange store kraftutbyggingsprosjekter og en gryende miljømotstand. NVE opprettet i begynnelsen av 60-tallet en egen natur-og landskapsavdeling med landskapsarkitekt Hillestad som leder. De var opptatt av hvordan man kunne redusere skadene ved store naturinngrep.

Hvor og når

Av de beste undersøkelsene er forsøkene på Trillhustippen i Hallingdal. I 1967 ble det etablert flere forsøksfelt hvor det ble lagt ut et stort antall ruter som fikk forskjellig behandling. Det ble sådd med ulike typer frø, tilplantet med forskjellige treslag, og brukt ulike gjødselslag. På et annet forsøksfelt ble forsøksarealet dekket med tilkjørt morenemasse før tilsåing med forskjellige arter grasfrø eller tilplanting ble foretatt.

Type case

Dette eksempelet fokuserer på ulike måter å etablere vegetasjon på en stor steintipp.

Mål/hensikt med tiltaket

Viktige oppgaver var både å forme og vegetasjonskle tipper og massetak. For å skaffe seg kunnskap om dette ble det igangsatt forsøk. Målet var å undersøke hvordan flora og vegetasjon utvikler seg dersom overflata på tippen ble behandlet på forskjellig måte.

Metode

Flere metoder ble brukt i dette prosjektet.

- Bruk av innførte og stedegne arter: Ruter ble sådd med forskjellig typer frø, og noen ruter ble tilplantet med ulike treslag, for eksempel gråor, hengebjørk, furu, lerk, buskfuru og tindved.
- Tilførsel av næring og organisk materiale: Bruk av forskjellige typer gjødsel (mineralgjødsel).
- Jordbehandling: Tilførsel av morenemasser er undersøkt.

Forsøksflater med ulike arter og med ulik gjødsling lagt ut på Trillhustippen i Hallingdal i 1967. Foto: K. O. Hillestad, NVE.

Resultat

I 1995, 27 år etter at de ulike tiltakene ble gjennomført, ble det foretatt en analyse og kartlegging av virkningen av de ulike tiltakene (Odland og Skjerdal 1996). Konklusjonen var;" *Vegetasjonen innan forsøksfelt I varierer frå open, skrinn mose- og lavdominert vegetasjon utan tresjikt til tett skog av gråor, furu eller tindved der skogarter dominerer i felt og botnsjikt. Denne variasjonen heng saman med om det er planta inn gråor, tindved eller furu eller ikkje. Ulik gjødsling i rutene tilplanta med gråor, tindved og furu har liten eller ingen effekt på vegetasjonsutviklinga. Medan furu i stor grad har spreidd seg med frø, har gråor og tindved berre spreidd seg vegetativt."*

På et av forsøksfeltene (III) ble det tilført morenemasse som ble lagt oppå tippmaterialet. Rutene ble tilsådd med ulike typer grasfrø, tilplantet med tre, og tilført ulike typer gjødsel. Konklusjonen fra felt III; *"Variasjonen innan forsøksfelt III er svært liten. Den vesle skilnaden som er mellom dei 42 rutene, kan best forklarast med følgjande handsamingsmåtar, sortert etter kor mykje dei forklarer av variasjonen i vegetasjonen innen feltet: 1. såing med sauesvingelfrø, 2. planting av furu, 3. planting av hengebjørk og 4. såing med engkveinfrø. Skilnaden mellom forsøksfelt I og III er at i felt III er tippoverflata dekka av eit lag med morenemasse. Denne handsaminga har ikkje hatt nokon effekt på vegetasjonsutviklinga. Undersøkinga stadfestar det som er påvist tidlegare (Skjerdal & Odland 1995) at såing av grasfrø i stor grad ser ut til å seinka etableringa av andre arter. Særskilt tydeleg er at frøplanter av furu har problem med å etablere seg på lokaliteter der det finst sauesvingel. Gjødsling ser ut til å ha ein svært liten langtidsverknad på vegetasjonsutviklinga."*

Fra et av forsøksfeltene på Trillhustippen i 1986.
Foto: K. O. Hillestad, NVE.

Det som skiller forholdene ved Trillhustippen fra andre tipper i Sør Norge som er undersøkt (Skjerdal og Odland 1995) er at arter som inngår i fattige skoger på naturlig substrat er mye mer vanlige på Trillhustippen enn på de fleste andre tippene. Generelt antar man at vegetasjonen i forsøksfeltene på Trillhus har kommet lenger i suksesjon mot naturlig skogsvegetasjon enn på andre tipper. Dette henger trolig sammen med at det ikke er tilført organisk jordlag på tippen, og at det har vært en begrenset bruk av grasfrø i forsøksfeltet.

Evaluering:

Undersøkjinga viser at kombinasjonen – tilførsel av jord, bruk av grasfrø, gjødsling og sterkt beite – gjer at ein raskt får utvikla ei tett grasmatte som er svært stabil, og dette kan vera gunstig i enkelte område. Men på mange tippar har dette hindra etablering av naturleg vegetasjon. Dei fleste tippane har ein vegetasjon der det stort sett er dei same artane som vekslar på å dominera. Desse artane er akrokarpe mosar, spesielt på tippar i høgfjellet og på tippar som ikkje har vorte dekka av jord, og grasartane raudsvingel (*Festuca rubra*), sauesvingel (*Festuca ovina*) og engkvein (*Agrostis capillaris*). Vegetasjonen på desse tippane kan karakteriserast som ein typisk "tippvegetasjon"der det er dei akrokarpe mosane og/eller grasartar som dominerer vegetasjonsbiletet.

Publikasjoner:

Skjerdal Gudrun og Arvid Odland. 1995. Vegetasjonutvikling på 15 steintippar i Sør-Noreg. Ei botanisk-økologisk vurdering etter opp til 40 år med suksesjon. Høgskolen i Telemark, Bø

Odland Arvid og Gudrun Skjerdal. 1996. Vegetasjonsutviking på Trillhustippen i Hallingdal. Undersøking av to forsøksfelt etter 27 år. Høgskolen i Telemark, Bø

Revegetering Karasjokfjellet 1995 – 1997, erosjonsdempende tiltak ved kjørespor i myr og fuktige områder. Forsvarsbygg/Forsvaret

Bakgrunn

Prosjekt revegetering Karasjokfjellet ble igangsatt som følge av at det i forbindelse med øvelser på Karasjokfjellet 1990-1991 ble avsatt ca 60 km kjørespor gjennom ulike vegetasjonstyper, deriblant myr. Det gikk en periode på fem år fra skadene oppstod i forbindelse med øvingsvirksomhet til tiltak ble iverksatt gjennom prosjektet. Vannerosjon hadde i enkelte tilfeller forverret kjøreskadene kraftig gjennom utvasking av løsmasser, særlig i de mest fuktige områdene. Erosjonsprosessene forhindret vegetasjonsetablering i enkelte av disse kjøresporene, og dreneringsgrøfter ble etablert for å lede rennende vann ut av sporene. Stedvis var kjøresporene opptil en meter dype, og det ble forsøkt etablert erosjonshindre i form av demninger forsterket med organiske matter og trevirke i de dypere kjøresporene. Myrmattetransplanter ble prøvd ut som erosjonshindre i grunnere kjørespor. Gjenfylling av sporene med trevirke og organiske matter ble også forsøkt for å stabilisere sporene og danne et grunnlag for etablering av ny vegetasjon.

Botanikere fra Universitetet i Tromsø var sentrale i gjennomføringen av prosjektet, og utarbeidet også sluttrapport fra prosjektet (Nordberg et al 1998).

Hvor og når

Tiltakene ble gjennomført i grenseområdet mellom Porsanger og Karasjok i Finnmark fylke (kartblad 2034 II – Iddjajavre og 2034 IV – Skoganvarre) i tidsperioden 1995-1997. Området er kupert, med små myrsystemer mellom koller og rygger dominert av skog og lyngvegetasjon. Det er også flere små vann i området, som er forbundet av bekkedrag.

Type case

Det er prøvd ut ulike typer avbøtende tiltak i forbindelse med kjøreskader i myr og fuktige områder.

Mål/hensikt med tiltaket

Gjennom prosjektet ønsket man å belyse to sentrale spørsmål:

- Hvordan kan skader på vegetasjon i utmark repareres?
- Hva kreves av ressurser for å reparere slike skader?

Spor med (til venstre) og uten myrmattetransplanter.
Foto: Inger Greve Alsos.

Det ble definert fire hovedmålsettinger for prosjektet:

1. Identifisere enkle og rimelige tiltak, som gir grunnlag for vellykka revegeteringstiltak og naturlig gjenvekst, og som egner seg til bruk i stor skala.
2. Utprøving av ulike metoder for reparasjon av kjøreskader, dels ved gjenfylling ved hjelp av ulike typer substrat, og dels gjennom revegeteringstiltak som bruk av ulike plantenæringsstoffer, tilsåing med frø og utsetting av stiklinger.
3. Undersøke naturlig gjenvekst i områder der de ulike revegeteringsmetodene prøves ut.
4. Evaluere kostnader knyttet til de ulike tiltakene.

Denne casebeskrivelsen fokuserer på enkelte av de erosjonsdempende tiltakene som ble prøvd ut i forbindelse med kjørespor i myr (drenering, erosjonshindre og gjenfylling).

Metode

Metodikk for et utvalg erosjonsdempende tiltak som ble prøvd ut gjennom prosjektet beskrives nedenfor. Tiltakstypene overflatebehandling, vegetasjonstransplanter, organiske matter og andre fysiske tiltak er utprøvd (jfr. oversikt over revegeteringsmetoder beskrevet i **tabell 9.1**).

Helningsgrad og avstand til nærmeste bekkedrag ble vurdert før dreneringsgrøfter ble anlagt. Enkelte steder ble dreneringsgrøftene kombinert med tversgående demninger i kjøresporene, og også forsterket med matter av kokosfiber eller vadmel for å hindre vannet i å grave seg tilbake i kjøresporet.

Enkelte steder hadde det dannet seg dammer i kjøresporene, som det på grunn av topografien i området ikke var mulig å drenere bort. Disse dammene ble i enkelte tilfeller fylt igjen med tilgjengelig fyllmasse. Erosjonshindre av fibermatter (kokos og ull) ble satt vertikalt ned i sporene for å hindre videre utvasking, og det ble også forsøkt å legge kvister av bjørk i dype kjørespor for å hindre vannstrømmen og samle opp organisk materiale.

Myrmattetransplanter på 30 x 30 cm ble stukket ut med spade og plassert i kjøresporene, med forventning om at den erosjonsdempende effekten skulle være omtrent den samme som ved bruk av fibermatter. Demninger av tømmerstokker ble forsøkt i enkelte kjørespor, og det ble brukt ca 50 cm lange tømmerstokker som ble satt ned på tvers av kjøresporene med en avstand på ca fem meter mellom hver stokk. Målsettingen med bruk av tømmerstokkene var å bremse vannstrømmen, danne vanntterskler og bremse utvasking av organisk materiale fra sporene.

Ved gjenfylling av sporene ble det brukt trevirke som fyllmateriale i bunnen, og organiske matter ble lagt ut over dette for å stabilisere og danne et substrat for vegetasjonsetablering. Ved gjenfylling av denne typen skader er det sentralt å komprimere fyllmassene for å hindre framtidig sammensynking og dannelse av eventuell vannstrøm i de gjenfylte sporene.

Resultat

Dreneringsgrøfter fungerte godt i henhold til målsettingen om å stanse vannerosjon i kjøresporene. Vannet ble ledet bort fra sporene, og demninger og dreneringsgrøfter forble intakte til tross for store nedbørsmengder de to påfølgende sesongene etter anleggelsen. Stedegne arter, som duskull, etablerte seg på demningsmaterialene. Omkringliggende arealer ble fuktigere som følge av vannet som ble drenert inn, men effekten ble ikke vurdert til å være negativ, da dette kan bidra til å opprettholde fuktige myrbiotoper for våtmarksfugl m.m.

Erosjonshindrene (trevirke, organiske matter og myrmattetransplanter) fungerte godt i henhold til målsettingen om å bremse vannstrømmen i sporene, og legge til rette for vegetasjonsetablering. **Kvister av bjørk** som ble brukt for å bremse vannstrømmen i grunne spor, hadde best effekt når kvistene hadde inntakt bladverk. **Demninger** av tømmerstokker (etablert i dypere kjørespor) bremset vannstrømmen, og førte til økt naturlig vegetasjonsetablering i andre deler av kjøresporene. På steder med særlig kraftig vannstrøm ble demningene supplert med **dreneringsgrøfter**. **Myrmattetransplanter** bremset umiddelbart opp vannstrømmen i sporene, og effekten i forhold til gjenvekst var svært god, i forhold til kontrolldeler av sporet uten myrmattetransplanter. Vegetasjonsanalyser viste dobbelt så god gjenvekst i forbindelse med myrmattetransplantene som i kontrolldeler av sporene. Gjenfylling med trevirke og organiske matter hadde god effekt på vegetasjonsetablering. Særlig i våte områder der

de organiske mattene stabiliserte substratet og gav gode betingelser for vegetasjonsetablering da frøene ble utsatt for mindre væte under spiring.

Økonomi

Kostnader knyttet til erosjonsdempende tiltak beskrevet her er hovedsakelig knyttet til arbeidstimer/timekostnader. Tiltakene med graving av dreneringsgrøfter, etablering av erosjonshidre m.m. ble i dette prosjektet gjennomført av soldater og studenter i 1996-1997, og kostnadene er derfor ikke ansett som reelle.

Evaluering

Det er ikke kjent at det har blitt gjort evaluering av disse tiltakene de siste årene og langtidseffekten av tiltakene er derfor ikke vurdert her. Resultatene indikerer likevel at tiltakene beskrevet over vil egne seg godt som strakstiltak i forbindelse med kjøreskader i myr og fuktige områder, for å begrense erosjon og utvasking.

Når kjøreskader oppstår i myr og fuktige områder er det viktig å:

1. Iverksette tiltak raskest mulig.
2. Jevne ut spor (harmonisere med omkringliggende terreng).
3. Bremse opp/stoppe vannstrøm i sporene raskest mulig.

Gjennom prosjektet konkluderes det med at følgende erosjonsdempende tiltak bør iverksettes ved kjøreskader i myr og fuktige områder:

1. Grøfting og drenering for hurtig å lede vannstrøm ut av sporene.
2. Etablering av erosjonshindre for å bremse/stanse eventuell vannstrøm i sporene.
3. Gjenfylling, eventuelt kombinert med organiske matter for å stabilisere substratet, og legge til rette for vegetasjonsetablering.

Litteratur:

Nordberg, M.B.E., Simons, S., Alm, T., Alsos, I.G. og Jakobsen, N.P. 1998. Prosjekt "Revegetering Karasjokfjellet" 1995-1997 Avsluttende rapport. Tromura, naturvitenskap 83. 44 s.

13 REFERANSER OG HENVISNINGER I HÅNDBOKA

1 Kålås, J. A., Viken, Å. & Bakken, T., red. 2006. Norsk rødliste 2006 - 2006 Norwegian Red List: 1-416. - Artsdatabanken, Norway, Trondheim.

2 http://dnweb12.dirnat.no/inon/

3 http://www.miljostatus.no/Tema/Naturomrader/

4 http://www.ser.org

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

6 Perrow, M. R. & Davy, A. J., red. 2002. Handbook of ecological restoration1. - Cambridge University Press, Cambridge.

7 SER. 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. www.ser.org.

8 Hamarsland, A. T., Hoseth, K. A. & L Abée-Lund, J. H. 2003. Program for miljøtiltak i vassdrag Dokument 11. 34 s. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.

9 Emmelin, L. 1982. Painting the future - visual impact analysis of changes in the Swedish landscape. Forskningsrådnemden. Rapport 1982: 15. xx s.

10 Erikstad, L., Lindblom, I., Jerpåsen, G., Hanssen, M. A., Bekkby, T., Stabbetorp, O. & Bakkestuen, V. 2006. Tverrfaglig verdiforståelse og verdsetting i konsekvensutredninger. - I Tesli, A., Thomassen, J. & Sørensen, J., red. Kvaliteten på norske konsekvensutredninger. Gjennomgang, kvalitetsvurdering og metodeutvikling. NIBR, Oslo. S. 121-152.

11 Statens vegvesen. 2006. Konsekvensanalyse. Håndbok nr 140. 290 s., Oslo.

12 DPSIR er et rammeverk for å analysere samspillet mellom natur og samfunn utarbeidet av European Environment Agency (http://www.eea.europa.eu/publications/92-9167-059-6-sum/page002.html)

13 http://www.lovdata.no/

14 www.vannportalen.no

15 Halvorsen, R. et al. 2008. Naturtyper i Norge – et nytt redskap for å beskrive variasjonen i naturen. Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 1: 17 s. Artsdatabanken, Trondheim.

16 http://www.naturtyper.artsdatabanken.no/

17 Artsdabanken. 2007. Norsk svarteliste 2007. - Artsdatabanken, Trondheim.

18 FOR 2007-12-14 nr 1417 – Forskrift til patentloven, inneholder beskrivelse av "plantesort".

19 FOR 1999-10-01 nr 1069, http://faolex.fao.org/docs/texts/nor67342.doc.

20 http://nve.no/

21 http://www.vegvesen.no/

22 http://www.forsvarsbygg.no/

23 http://www.dirnat.no/

24 Miljøverndepartementet. 2006. Forskrift om konsekvensutredninger - planlegging etter plan- og bygningsloven Veileder - versjon mai 2006. 46 s. Miljøverndepartementet, Oslo.

25 Kongsbakk, E. & Skrindo, A. S. 2009. E10 Lofotens fastlandsforbindelse. Landskapstilpasning og naturlig revegetering fra stedlige toppmasser Rapport 2009/12. 69 s. Statens vegvesen, utbyggingsvdelingen, Oslo/Bodø.

26 van Andel, J. & Aronson, J., red. 2005. Restoration ecology: 319. - Blackwell Science Ltd, Oxford.

27 Sæterbø,E. Syvertsen L og Tesaker E. 1998. Vassdragshåndboka. Tapir, 409s

28 Hagen, D. 2005. Hjerkinn PRO. Overvåking av pilotområder for tilbakeføring av terrenginngrep. - NINA Oppdragsmelding 864. 29 s.

29 Skrindo, A. & Pedersen, P. A. 2003. Naturlig revegetering : vegetasjonsetablering langs rv 23 Oslofjordforbindelsen. Rapport 09, 41 s. Statens vegvesen, Oslo.

30 Hagen, D. 2003. Assisted recovery of disturbed arctic and alpine vegetation - an integrated approach. Dr. scient. thesis. - Department of Biology, Faculty of Natural Sciences and Technology, NTNU, Trondheim.

32 Nordberg, M. B. E., Simons, S., Alm, T., Alsos, I. G., Jakobsen, N. P. & Lund, L. 1998. Prosjekt "Revegetering Karasjokfjellet" 1995-1997 Avsluttende rapport. (Project "Restoration Karasjok Mountain 1995-1997. Final report.). Tromura naturvitenskap. 83. - Universitetet i Tromsø, Tromsø Museum, Tromsø.

33 Tømmervik, H., Bakkestuen, V. & Erikstad, L. 2008. Forsøk med forsterkning og revegetering av kjøretraséer i Porsangmoen - Hálkavárri skytefelt - NINA Rapport 341. 35 s.

34 Interreg III A. 2007. Miljöprojektet - Markdörstärkning. Slutrapport. 43 s. EU - regionalt utviklingsfond, Lierne kommune, Krokoms kommun.

35 www.arkeoplan.no

36 Skrindo, A. & Hanslin, H. 2009. Etablering av mosehager på Nye Ahus. Park & Anlegg 8 (2), 13-15. Publikasjonstype: Artikkel i fag - el.pop.tidsskrift

37 Gaare, E. & Wilmann, B. 2009. Regenereringsforsøk med reinbeitelav Sluttrapport fra RUF-sak 11/98. 7 s. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim.

38 hjemmesida til British Lichen Society (http://users.argonet.co.uk/users/jmgray/index.htm)

39 Martinsen, O.-E. 2010. Oppformering av sauesvingel – Tilbakeføring av Hjerkinn skytefelt til sivile formål. - I: Hagen, D. & Skrindo, A. S., red. Restaurering av natur i Norge – et innblikk i fagfeltet, fagmiljøer og pågående aktivitet. - NINA Temahefte, s. 65-66.

40 Aamlid, T. S. & Sæland, J. 2010 Fjellfrø: Oppformering av stedegent frø til restaurering i fjellet. I: Hagen, D. & Skrindo, A. B. (red.). Restaurering av natur i Norge - et innblikk i fagfeltet, fagmiljøer og pågående aktivitet. - NINA Temahefte 42, s. 57-60.

41 Krautzer, B. M.fl. 2006. Site –spesific high zone restoration in the alpine region. The current technological development. Federal Research Centre (HBLFA) Raumberg-Gumpenstein, Irdning. No 46, 135 s.

42 Hagen, D. 2007. Native willows (*Salix* spp.) in restoration – a technical solution with ecological and social fidelity. - I Halldorsson, G., Oddsdottir, E. S. & Eggertsson, O., red. Effects of afforestation on ecosystems, landsape and rural development. AFFORNORD conference June 18-22. TemaNord 2007:508. Reykholt , Iceland. S. 139-146.

43 Hagen, D. 2003. Tilbakeføring av Hjerkinn skytefelt til sivile formål. Temautredning "Revegetering". - Allforsk, Trondheim.

44 Rydgren, K., Halvorsen, R. Og Odland. 2010. Revegetering av steintipper i fjellet. I: Hagen, D. og Skrindo (red.). Restaurering av natur i Norge – et innblikk i fagfeltet, fagmiljøer og pågående forskning. - NINA Temahefte 42, s. 20-21.

45 Skrindo, A. 2005. Natural revegetation from indigenous soil. Dr. Scientiarum. - Department of Plant and Environmental Sciences, Norwegian University of Life Sciences, Ås.

46 Hjemmesida til Hjerkinn PRO http://www.forsvarsbygg.no/newsread/news.asp?docid=10807

47 Auestad, I. 2009. The fate of grassland species in the modern changing landscape: Effects of management on vegetation and population dynamics in road verges and pastures. PhD-avhandling. Høgskulen i Sogn og Fjordane, Avdeling for ingeniør- og naturfag.

48 Hillestad, Knut Ove 1989. Landskapsforming, Kraft og miljø nr. 17. 152s

49 Reisegg, Finn 1986. Landbruk og vassdragsregulering, Kraft og miljø nr. 13.88s

50 Vigrust E. og Njøs A. 1986. Sprengstein- sammensetning og vannhusholdning. VN-rapport nr. 10. 32s

51 Halvorsen, R. et al. 2008. Naturtyper i Norge – Teoretisk grunnlag, prinsipper for inndeling og definisjoner. Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 2: 121 s. Artsdatabanken, Trondheim.

SAMARBEIDSPARTNERE:

DIREKTORATET FOR NATURFORVALTNING	www.dirnat.no
NINA Norsk institutt for naturforskning	www.nina.no
NVE	www.nve.no
Statens vegvesen	www.vegvesen.no

Forsvarsbygg

Postboks 405 Sentrum, 0103 OSLO
www.forsvarsbygg.no